

# ANÁLISIS DE MANEJO DE INVENTARIOS Y HERRAMIENTAS DE CONTROL EN EMPRESAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EN COSTA RICA

## Inventory Management Analysis and Controlling Tools in Costa Rica's Small and Medium Enterprises

Luis Ricardo Sánchez\*  
luis.samchez@ulatina.cr

### Resumen

Las empresas, sin importar su tamaño, están llamadas a ser eficientes para sobrevivir en este mercado, cada vez más competitivo, por lo que la búsqueda de acciones que lleven a mejorar procesos y controlar los activos de las compañías serán siempre bien recibidos. Para este trabajo se analizaron ocho sistemas de control y optimización de inventarios, dado que los inventarios están entre los activos más valiosos de las empresas y son el motor de crecimiento y operación de la mayoría de ellas.

Se analizaron diez factores de éxito en la aplicación y control de inventarios, cinco marcas de *software* y seis modelos para el control de inventarios y trazabilidad de los datos, que ayudan a la empresa a ser eficiente en su operación diaria. Se concluye que, el factor de éxito de mayor relevancia en la operación de las empresas estudiadas, lo constituye la fiabilidad de la información con la que cuentan, y que los usuarios de esta información están más confiados en el uso de la plataforma de Microsoft Excel para su análisis, que otras herramientas de control y análisis disponibles en el mercado.

### Palabras Clave

Logística, Optimización de inventarios, Sistemas de inventarios, *Software* de control de inventarios, Trazabilidad de inventarios.

### Abstract

Companies do not care about their size and are addressed to be efficient in order to survive in this increasingly competitive market. So, searching for actions that lead to improve the processes and control the companies' assets are always welcome. For this work, 8 controlling systems and inventories optimizations were analyzed, since the inventories are among the most valuable assets of companies. They are the engine of growth and the operation of their majority.

10 factors of success in implementation and inventory control, 5 brands of software, and 6 models for inventory control and traceability of data which help the company to be efficient in its daily operations were analyzed. It is concluded that most important success factor in the operation of the studied companies is the reliability of the information we have, and that users of this information are more confident in using the platform of Microsoft Excel to analyze other monitoring and analysis tools that are available in the market.

### Key Words

Logistics, Inventory Optimization, Inventory Systems, Inventory Control *Software*, Inventory Traceability.

\*Profesor de la Escuela Ingeniería Industrial, Universidad Latina de Costa Rica

Se encuentran muchas definiciones de administración de inventarios en la literatura. Por ejemplo, (Collier, 2009), define la administración de inventarios como la planeación, coordinación y control de adquisición, almacenaje, manejo, movimiento, distribución, y herramientas refacciones y otros recursos que se necesitan para satisfacer las necesidades del cliente, pero no importa la definición, todos concuerdan en que el inventario es, si no el esencial, uno de los activos más importantes con que una compañía cuenta.

Por eso es tan importante el manejo que se le dé al control de inventarios. Una administración deficiente trae problemas graves a la operación de una compañía, desde una baja en ventas hasta una mala imagen. Collier también indica que tener un nivel inadecuado de inventario, o tenerlo en un mal momento, daña seriamente el desempeño de la empresa y sus clientes van a resentir el hecho de no encontrar los bienes requeridos, en el momento requerido y a un precio razonable.

Otros autores, como Nahmias (2014), resalta que hay un potencial enorme para mejorar la eficiencia de las economías de los países si sus empresas controlan los inventarios de manera inteligente ya que al controlar y optimizar los inventarios, tienen una ventaja apreciable en el mercado cada vez más competitivo de bienes.

Existen razones de peso por las que una compañía desearía mantener niveles altos de inventarios para buscar una reducción de costos, debido a que a medida que se realicen pedidos más grandes, se minimiza el costo de pedir, o se generan ahorros, por aumentos significativos previstos en los costos de los bienes.

El tener mayor disponibilidad de producto minimizaría el riesgo de quedarse sin producto o materia prima y tener que perder una venta, y decirle a un cliente que no está disponible el producto que requiere, generando un costo de oportunidad por ventas pérdidas o por pedidos pendientes, además de crear una mala imagen y desprestigio.

Adicionalmente, al manejar órdenes de mayor tamaño se obtienen descuentos significativos por adquirir un volumen más grande que el tamaño recomendado del pedido, lo que podría conllevar a un costo total mínimo en la política de inventarios.

Por otro lado, también hay una serie de factores que influyen para tener niveles de inventario bajos, como son el costo de almacenaje, que se ve afectado directamente por el volumen de producto que se maneja, el menor espacio físico que se ocupa y menores costos de iluminación, manejo de materiales, fletes, seguros, etc.

Con pedidos pequeños se tienen que fabricar más cantidad de órdenes en un período de tiempo, y se corre el riesgo de que cualquier atraso en la logística provoque que el pedido no llegue a tiempo.

Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), indican que el desafío no radica en reducir los inventarios a su mínima expresión, para abatir los costos, ni tener inventario en exceso para satisfacer todas las demandas, sino mantener la cantidad adecuada para que la empresa alcance sus ventajas competitivas en la forma más eficiente posible.

El autor también establece que en el campo de la administración de operaciones se han invertido horas en investigación, para encontrar modelos matemáticos que ayuden a tomar decisiones en relación con el manejo de estos recursos.

Nahmias, 2014, analiza el modelo básico de inventarios EOQ e indica, que aunque el modelo es de 1915, es la base de todos los modelos posteriores desarrollados, por lo que en esta investigación analizo este modelo como base y, posteriormente, algunas variaciones que permiten evaluar diferentes situaciones, como modelos de escasez de inventarios o de pedidos múltiples (Narasimhan, McLeavey y Billington 1996).

De igual manera, Render y Hizer (2009), desarrollan modelos para hacer más eficiente los inventarios y desarrollan el EPQ (cantidad económica a producir) y el descuento por cantidad, que también es analizado en este artículo.

#### Planteamiento del problema

Actualmente, las empresas se ven inmersas en un mercado competitivo y deben maximizar los recursos, para tener el máximo de utilidades posibles y ser competitivos operativamente.

En este proceso, las empresas analizan cómo minimizar costos y optimizar inversiones, y es en este punto donde desarrollo una investigación que determine cuáles han sido buenas prácticas y herramientas de manejo de su principal inversión: los inventarios.

En el mundo se realizan innumerables estudios para determinar buenas prácticas de manejo de inventarios, y retroalimentar a los gerentes en la toma de decisiones, analizando las mejores herramientas y modelos que optimizan este valioso recurso.

En nuestro país, por el contrario, no hay una práctica definida del impacto de herramientas ni una planificación detallada del manejo de inventarios. En ocasiones, lo que hay es una o dos herramientas de control de inventarios (existencias, máximos y mínimos), pero no un análisis de trazabilidad ni de optimización de recursos.

Esta falta de información a nivel local provoca que las empresas se aventuren en invertir en sistemas que tienen un costo elevado, pero no están seguros si están maximizando sus recursos, no pueden determinar si el sistema y modelo desarrollado optimiza sus recursos, o si existe en el mercado algún otro modelo y sistema que sea más económico, y se implementara en otra empresa con éxito, y haya obtenido resultados similares.

#### Justificación y uso de los resultados

El proceso de gestionar eficientemente los procesos y minimizar costos es un

enfoque diario en las compañías, y en los últimos años ha tenido un protagonismo especial a raíz de que las empresas han enfrentado varios años de una recesión, que ha impactado en todos los sectores de las economías, nacional e internacional.

Al ser estos procesos evaluados por las compañías, la responsabilidad de no incurrir en costos elevados hace necesario tener claro qué factores intervienen, y qué impacto va a tener la empresa al desarrollar cada proyecto que se plantea.

No se escapa del foco de atención el manejo y control de los inventarios, al tratarse del activo con mayor valor de las compañías y el que genera las utilidades en su comercialización; por tal razón esta investigación toma relevancia al dar una guía de aplicación a las empresas, de factores que influyen positivamente en su manejo de los inventarios, y, por consiguiente, en una mayor utilidad en los resultados operativos de las compañías.

Esta investigación proveerá una guía de actividades que han sido probadas por otras compañías y ayudan, al ser replicado su utilización en otras empresas, para minimizar costos en su propia implementación.

A nivel de la Universidad Latina, este conocimiento ayudará a gestionar mejores modelos en los cursos de manejo de inventarios, para preparar mejor a los estudiantes en el manejo de inventarios. Adicional, se generan talleres de trabajo para profundizar con los estudiantes más interesados en las herramientas y buenas prácticas de gestión de inventarios.

#### Fundamentación teórica

Existen varios modelos por considerar y analizar para modelar un programa de inventarios, entre los principales se encuentran:

EOQ: *Economical Order Quantity* que consiste en encontrar el punto en el que los costes por hacer el pedido de los artículos y los costes por mantenerlos en in-

ventario son iguales. Se trata de un método que no da una solución óptima, pero sí se aproxima a esta.

EPQ: *Economical Production Quantity* que define los artículos que se deben producir y se adicionan al inventario gradualmente, en lugar de un solo pedido. El modelo EPQ asume entregas graduales continuas al inventario (tasa de reemplazo finita) a lo largo del período de producción. Con una tasa de reemplazo finita, el nivel de inventario nunca será del tamaño del lote de producción, dado que la producción y el consumo ocurren simultáneamente durante el período de producción.

*Heurística de Silver y Meal* que desarrollaron un modelo heurístico basado en la determinación del costo promedio por período a medida que el número de períodos de reemplazo se incrementa. Un pedido de re\_ aprovisionamiento se efectúa cuando el primer coste promedio se incrementa. Este método selecciona tamaños de lote que incluye un número entero de períodos de requerimientos, tal que los costos relevantes totales (costo de almacenaje y de pedido) por período se minimizan. Este método garantiza un mínimo local para el pedido en curso. Dos situaciones en particular donde este algoritmo no funciona bien son: (1) cuando la tasa de demanda se reduce rápidamente en el tiempo y (2) cuando hay un número grande de períodos con demanda igual a cero.

*Algoritmo Wagner - Whiting* este algoritmo utiliza los supuestos básicos de los modelos heurísticos básicos, como por ejemplo, que se basan en demanda periódica conocida para un horizonte dado de planeaciabastecimientos en bloques (Riggs, 2003), y se da cuando el inventario es cero y el período de reabastecimiento se coordina, de manera que ocurra cuando los costos de manejo se vuelvan más altos que el costo de reaprovisionamiento. Este algoritmo funciona hacia atrás en el tiempo a partir del último pedido en el horizonte de planeación, y retrocediendo en los cálculos para determinar si en este pe-

riodo es necesario pedir, y si es necesario, cuál es el lote más económico.

*Coste unitario mínimo*, Este método es similar al del algoritmo de Silver-Meal, excepto que en lugar de promediar los costos a través de los períodos, promedia los costos en las unidades. Este heurístico determina el costo promedio por unidad, a medida que el número de períodos en un pedido de reaprovisionamiento se incrementa. Un pedido se envía cuando el coste promedio por unidad se incrementa en primera instancia. El período de reemplazo se reinicia y el procedimiento se repite hasta que se obtienen los lotes en el horizonte de tiempo.

A través de la literatura se determina la utilización de modelos de demanda estocásticos, lo que significa que son del tipo no determinísticos, que incorpora la incertidumbre utilizando las distribuciones de probabilidad para caracterizar la naturaleza de la demanda (Collier, 2009), pero su utilización es menos frecuente al considerar la necesidad de conocer el modelo, y dominar algoritmos matemáticos complejos y estadísticos que requieren habilidad del usuario.

Es cada vez más frecuente encontrar aplicaciones heurísticas en modelos de manejo de inventarios, en los que los usuarios aplican un modelo básico de EOQ, con todas sus limitantes pero no detienen su análisis allí, sino que aplican una serie de ajustes que consideran necesarios, para calcular un tamaño de pedido más ajustado a la realidad de la empresa o al sector que pertenece la investigación.

Entre los modelos heurísticos más comunes en la literatura se encuentra el algoritmo Silver y Meal (Narashimhan, et al.1996), que desarrollan un modelo basado en la determinación del costo promedio por período, a medida que el número de períodos se incrementa. Este modelo selecciona tamaños de lote que incluye un número entero de pedido (L) de requerimientos, que permite que los costos relevantes (almacenaje H y Pedido S) se minimicen por cada período.

Al igual que otros modelos, este algoritmo tiene una limitante, que su exactitud no es tan buena, por consiguiente, los costos se incrementan si se presentan dos situaciones: la primera, que la demanda, (D) se reduce rápidamente en el tiempo y el segundo factor es cuando hay un número grande de períodos sin necesidad de hacer pedidos ( $d=0$ ).

Sin dejar de la lado las limitantes que presenta un modelo heurístico a uno determinístico, u otro tipo de algoritmo como EOQ o EPQ, en la práctica, muchas empresas ajustan sus modelos matemáticos y los convierten en modelos prácticos y ajustados a su realidad, para planear el manejo de sus inventarios.

Soluciones informáticas de control y optimización de inventarios en el mercado:

en el mercado nacional se encuentran diferentes *software* que ayudan a las empresas en el manejo de sus inventarios, entre los principales proveedores están Exactus, de la empresa *Softland*, con base en España, o la empresa Microsoft que ofrece una herramienta, Dynamics, que cuenta con un modelo de control para la candela de suministros.

Si se requiere hacer un análisis y optimizar los inventarios es necesario trabajar con otras herramientas como el *software* Forecast Pro, ubicado en Estados Unidos y utilizado para pronóstico de demandas, o sistemas como QM Excel de Microsoft que generan modelos para optimizar el manejo de los inventarios.

A nivel de menor escala se puede contratar soluciones informativas que ayudan, no solo a llevar el control de inventarios sino todo el proceso contable, incluido en un módulo el control de inventarios. Estas aplicaciones son desarrolladas a nivel local a un costo bajo, en comparación con otros sistemas desarrollados en el exterior, que tienen un costo alto de licencias y mantenimiento.

Sin embargo, de los sistemas evaluados no hay ninguno que maneje el con-

trol y la optimización integrados; solo hay una opción con esta solución informática, SAP, *software* de origen alemán que ofrece una serie de módulos y aplicaciones para el control y manejo de inventarios, así como su pronóstico y optimización.

Como herramienta, es indiscutible su gran capacidad, tanto a nivel de análisis como de manejo de grandes volúmenes de datos, requeridos en empresas de gran tamaño. El uso es técnico y requiere de capacitación constante para su implementación y control, por lo tanto, el costo de adquisición y mantenimiento es elevado; solo las grandes compañías invierten en esta herramienta tan poderosa.

## Objetivos de la investigación

### *Objetivo general*

Determinar el nivel de utilización de modelos y sistemas de gestión de inventarios en las empresas medianas y pequeñas en Costa Rica, para evaluar los mejores impactos y resultados en su respectiva gestión y así determinar buenas prácticas de gestión y manejo a nivel nacional.

### *Objetivos específicos*

1. Determinar los aspectos generales de las compañías pequeñas y medianas en la GAM (Gran Área Metropolitana)
2. Identificar los tipos de sistemas y *software* utilizados por las empresas
3. Analizar el sistema de trazabilidad de datos utilizado por las compañías en el manejo de sus inventarios y sistemas de información
4. Identificar las mejores prácticas y modelos utilizados en función de su costo y resultados obtenidos en las empresas
5. Modelar un sistema recomendado por tipo de sector que pueda ayudar a las compañías en la toma de

decisiones en la gestión de sus inventarios.

### Metodología

El desarrollo metodológico de esta investigación se describe en el Apéndice B, en el que se puede ver por etapas el proceso desarrollado para esta investigación, desde el análisis teórico hasta el modelaje de plantillas para preparar modelos de control de inventarios.

En este trabajo se realizaron muestras de campo, análisis de encuestas, modelaje de plantillas para el control de inventarios, entre otras, actividades, y con esta base se desarrolló el estudio.

El análisis estadístico se basa en una fundamentación de una fórmula de muestra estadística con una población infinita o desconocida, al no tener una base de datos fiel de la cantidad de empresas pequeñas, medianas y pequeñas que operan en Costa Rica.

Una vez identificada la fórmula por utilizar, se definen parámetros para el estudio, como el tamaño de muestras por recolectar y, en nuestro caso, el número de encuestas mínimo es de 258, en cuentas con un error máximo del 5% y un nivel de confianza del 95%; el cálculo del tamaño de muestra se presenta en el Apéndice A.

El instrumento seleccionado es la encuesta directa, y en el Apéndice C se presenta el formato que se implementó en esta investigación.

La encuesta fue desarrollada a conveniencia de cada uno de los alumnos de la Universidad Latina, como parte del curso de Sistema de Inventarios, por lo que la zonificación y estructuración del corrido de la encuesta fue a conveniencia y únicamente dentro de la GAM.

Es importante notar que la muestra recolectada fue mucho mayor al mínimo calculado para este estudio, ya que se realizaron más de 390 encuestas.

### Aspectos generales

Para adentrarnos en este tema se define el estado del arte de aspectos como: costos que se ven involucrados, así como los diferentes modelos de inventarios, y se elabora un concepto de qué es un adecuado manejo en la gestión de inventarios.

Un inventario son existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización (Chase, Jacobs y Aquolano, 2009), y a nivel matemático se representa cómo  $I(t)$  para que sea el nivel de inventario en un periodo  $t$ , y el estado inicial de inventario es  $I(0)=0$ . Si se tiene una oferta ( $S$ ) de bienes en el período  $t$ , y una demanda ( $D$ ) de esos bienes en un período  $t$ . Entonces el inventario sería:

$$I(t) = S(0, t) - D(0, t)$$

Pero se puede tener la siguiente situación donde  $I(t) < 0$  donde  $D > S$  por tanto existe escasez de inventario.

Este escenario no es nada agradable para la empresa pues está dejando de vender productos, y se presenta una disconformidad con los clientes, lo ideal sería un  $S=D$  (Jiménez, 2005), o sea, que se tenga la cantidad de piezas en existencia cuando sean requeridas por la demanda, pero en la vida real no es tan simple y más bien se consideran utópicas.

El modelo de EOQ,  $Q_{opt}$  o Cantidad económica a ordenar se define por la siguiente fórmula:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

De esta manera se obtiene un tamaño de pedido ( $Q$  óptimo o EOQ) por realizar para satisfacer la Demanda total ( $D$ ), y el comportamiento de este modelo se muestra en la Ilustración 1, sin embargo, este modelo solo toma los costos de Mantener inventario ( $H$ ) y de Hacer un pedido ( $S$ ), dejando otros costos fuera de su análisis al considerar estos como despreciables.

Del cálculo efectuado de EOQ se pueden extraer datos como el inventario medio ( $Q/2$ ), el tiempo entre ordenes (T), así como puntos de reórden (R) y analizar cómo se comporta el inventario de seguridad.

El modelo presenta varios supuestos que hacen que no sea eficiente para aplicarlo al día a día en la programación de las operaciones de la compañía. Entre las más importantes están:

1. La tasa de demanda de los artículos es constante y conocida
2. No existen restricciones para el tamaño de cada lote
3. Los únicos dos costos relevantes son mantenimiento de inventarios y costo fijo de hacer un pedido o prepararlo
4. Las decisiones referentes a un artículo son independientes de los demás
5. El tiempo de espera es constante, la cantidad recibida es exacta y completa y el consumo es constante (Krajewski, et al. 2009)

Figura 1.

Modelo EOQ.



Elaboración propia

Se analiza el supuesto 1 que es de los más importantes, la Demanda, cuando se hace la planeación de los inventarios de materia prima y producto en proceso; toda la historia anterior de la demanda es irrelevante a menos que el futuro sea exactamente igual al pasado (Schroeder y Rungtusatham, 2011), pero los factores internos y externos hacen que esta demanda no sea constante ni conocida.

El problema es que en el día a día de las empresas estas condiciones nunca se cumplen, por ejemplo, la demanda del cliente a menudo es inconsistente e incierta, lo que dificulta planear los niveles de inventario (Collier, 2009), pero aun así los usuarios utilizan el EOQ para programar sus compras de producto, ignorando esta realidad de que no se cumplen las suposiciones en que se basa el modelo de cantidad óptima por ordenar.

Algunas pocas empresas más grandes y estructuradas (menos del 10% de ellas), si utilizan modelos más complejos que el EOQ y realizan pronósticos de sus Demandas, al entender que la clave para una buena administración es hacer cosas que reduzcan el tiempo de pedido del inventario, y aumenten la precisión de los pronósticos (Chase, et al. 2009), por lo que cuentan con *software* especializados en este tema y personal calificado para generar sus propios modelos de análisis.

En la parte de costos hay que mencionar tres costos relevantes citados en la mayoría de los estudios y algoritmos presentados en las referencias estudiadas:

*Costo de pedido*, que varía dependiendo de la frecuencia de los pedidos, y se definen como las actividades de oficina que llevan a elaborar y recibir pedidos.

*Costo de almacenar*, se conocen todos los procesos y actividades efectuadas para mantener el orden, buen estado y existencia del inventario.

*Costo total de inventario*, es la suma de los dos costos anteriores y se representa como:

$$CT = \frac{QCh}{2} + \frac{DCo}{Q}$$

CT = Costo Total anual de inventario

Q= Tamaño del pedido para reaprovisionar el inventario, en unidades

C= Valor de artículo manejado en inventario, en \$\$/unidad

h= Costo de manejo como porcentaje del valor del artículo, porcentaje/año

D= Demanda anual de artículos, que ocurre a una cierta tasa constante en el tiempo, en unidades/año

o= Costo de adquisición, en dólares/pedido (Narasimhan, et al., 1996)

### Problemática y sus costos relevantes

En este punto hay que definir cuáles modelos existen para gestionar los inventarios; y al revisar las referencias del estado del arte se identifican los siguientes:

El modelo EOI: (*Economical Order Interval*). Con los modelos de intervalo fijo entre pedidos se determina un intervalo fijo óptimo para llevar a cabo las revisiones de inventario. Entonces, cada vez que se hace un pedido, se piden existencias por la diferencia entre algún máximo y la cantidad de que se dispone.

El modelo de POQ: (*Periodic Order Quantity*), determina el número de períodos de demanda a ser cubiertos por cada pedido. Este intervalo se calcula usando la demanda promedio y se redondea al entero siguiente mayor a cero. Cada cantidad pedida cubre los requerimientos proyectados para el próximo intervalo con pedidos que varían de acuerdo con los requerimientos.

El modelo PPA: (*Part Period Algorithm*). Este algoritmo es un método heurístico de enfoque a la determinación de los tamaños de lote que los determina equilibrando los costes de pedido y de almacenamiento. Selecciona el número de períodos a ser cubiertos por un pedido de reaprovisionamiento, tal que los costos acumulados de almacenamiento apenas excedan a los de pedido. Debido a la naturaleza discreta de los requerimientos, un tamaño de pedido se incrementa en la misma medida en que los costes acumulados de almacenaje son menores, o igual al coste de pedido. El objetivo es determinar tamaños de lote que incluyan un número entero de períodos.

Y por último, el IPPA: (*Incremental Part Period Algorithm*) es similar al algoritmo PPA excepto que en lugar de equilibrar los costes acumulados de almacenamiento y de hacer el pedido, equilibra los costos incrementales. El algoritmo incrementa los tamaños de pedido a medida que los costes incrementales de almacenaje son menores, o iguales que los costes de pedido. El objetivo es determinar tamaños de lote que incluyan un número entero de períodos de requerimientos. De manera similar al método anterior.

Muchas de las pequeñas empresas en Costa Rica utilizan el EOQ (Cantidad óptima a ordenar) para realizar sus planes de pedidos, ignorando las limitantes grandes que mantiene este modelo, entre las que se destaca:

La reducción de inventario es una parte vital para ser una organización esbelta (Collier, 2009) y no es un efecto de moda el pensar que las organizaciones quieren ser *lean* o esbeltas, sino es un efecto de manejo eficiente de recursos, y las empresas locales buscan emular estos modelos sin conocer sus limitantes y supuestos.

Una empresa que sea *lean* o esbelta administra todos sus recursos de forma eficiente, reduce desperdicios y mejora productividad. Este efecto no deja de lado el inventario, por lo que una empresa que busque eficiencia en sus procesos va a buscar administrar las compras, manejos

y desperdicios de la materia prima con la que cuentan.

La labor del gerente de inventarios consiste en equilibrar las ventajas y desventajas, tanto en los inventarios altos como los bajos y encontrar el punto medio entre los dos niveles (Krajewski, et al., 2009), y este profesional es el responsable de aplicar herramientas en la administración de inventarios; sin embargo, muchas empresas no cuentan con una profesional del perfil de un gerente de inventarios sino con un gerente de compras, que muchas veces es el encargado de realizar parte de esta función.

Lo primero que hay que diferenciar de las herramientas a que se tiene acceso en el mercado, es que algunas de ellas nos ayudan a controlar el inventario, y otras a planificar las operaciones, allí está la pequeña gran diferencia, pues son pocas las aplicaciones que se comercializan, que tienen la capacidad de planificar la operación (pronosticar las demandas futuras) y las que ayudan a controlar el inventario (control de ingresos y salidas así como señales de alerta).

Las compañías de mayor tamaño (y recursos) tienen *software* más complejos como SAP, Exactus, ERP Microsoft Dynamics o WMS. Por otro lado, las pequeñas y medianas buscan soluciones accesibles en precio, y normalmente son desarrolladas por programadores independientes, pero en general se basan en modelos de EOQ o EPQ, dependiendo del caso; solo algunos programas más especializados utilizan modelos Estocásticos para sus cálculos.

Pero hay una herramienta que emplean para controlar y, en ocasiones, pronosticar sus datos, Excel, que les permite hacer pronósticos con los datos históricos con que cuentan y les ayuda, a la vez, para controlar y registrar sus movimientos en inventario.

#### Otros modelos por considerar

Existen varios modelos por considerar y analizar para modelar un programa de

Inventarios, entre los principales están los siguientes:

*EOQ: Economical Order Quantity*, que consiste en encontrar el punto en que los costos, por hacer el pedido de los artículos y los costos por mantenerlos en inventario, son iguales. Se trata de un método que no da una solución óptima, pero sí se aproxima a esta.

*EPQ: Economical Production Quantity*, que define los artículos que se deben producir y se adicionan al inventario gradualmente en lugar de un solo pedido. El modelo EPQ asume entregas graduales continuas al inventario (tasa de reemplazo finita) a lo largo del período de producción. Con una tasa de reemplazo finita, el nivel de inventario nunca será del tamaño del lote de producción, dado que la producción y el consumo ocurren simultáneamente durante el período de producción.

*Heurística de Silver y Meal*, que desarrollaron un modelo heurístico basado en la determinación del costo promedio por período, a medida que el número de períodos de reemplazo se incrementa. Un pedido de reaprovisionamiento se efectúa cuando el primer costo promedio se incrementa. Este método selecciona tamaños de lote que incluye un número entero de períodos de requerimientos, tal que los costos relevantes totales (costo de almacenaje y de pedido) por período se minimizan. Este método garantiza un mínimo local para el pedido en curso. Dos situaciones en particular donde este algoritmo no funciona bien son: (a) cuando la tasa de demanda se reduce rápidamente en el tiempo, y (b) cuando hay un número grande de períodos con demanda igual a cero.

*Coste unitario mínimo*. Este método es similar al del algoritmo de Silver-Meal, excepto que en lugar de promediar los costos a través de los períodos, promedia los costos en las unidades. Este heurístico determina el costo promedio por unidad, a medida que el número de períodos en un pedido de reaprovisionamiento se incrementa. Un pedido se envía cuando el coste promedio por unidad se incrementa

en primera instancia. El período de reemplazo se reinicia, y el procedimiento se repite hasta que se obtienen los lotes en el horizonte de tiempo.

A través de la literatura se determina la utilización de modelos de demanda estocásticos, o sea no determinísticos, que incorpora la incertidumbre utilizando las distribuciones de probabilidad para caracterizar la naturaleza de la demanda (Collier, 2009), pero su utilización es menos frecuente al considerar la necesidad de conocer el modelo y dominar algoritmos matemáticos complejos y estadísticos, que requieren habilidad del usuario.

Es cada vez más frecuente encontrar aplicaciones heurísticas, en modelos de manejo de inventarios, en los que los usuarios aplican un modelo básico de EOQ, con todas sus limitantes pero no detienen su análisis allí, sino que aplican una serie de ajustes que consideran necesarios, para calcular un tamaño de pedido más ajustado a la realidad de la empresa o al sector a la que pertenece la investigación.

Entre los modelos heurísticos más comunes en la literatura se encuentra el algoritmo Silver y Meal (Narashimhan, et al., 1996), que desarrolla un modelo basado en la determinación del costo promedio por período, a medida que el número de períodos se incrementa. Este modelo selecciona tamaños de lote que incluyen un número entero de pedido (L), de requerimientos que permiten que los costos relevantes (almacenaje H y Pedido S) se minimicen por cada período.

Al igual que otros modelos, este algoritmo tiene la limitante que su exactitud no es tan buena, y por consiguiente, los costos se incrementan si se presentan dos situaciones: la primera, que la demanda (D), se reduce rápidamente en el tiempo, y el segundo factor es cuando hay un número grande de períodos sin necesidad de hacer pedidos ( $d=0$ ).

Sin dejar de lado las limitantes, presenta un modelo el heurístico a uno determinístico, u otro, tipo de algoritmo como

EOQ o EPQ; en la práctica, muchas empresas ajustan sus modelos matemáticos y los convierten en modelos prácticos y ajustados a su realidad, para planear el manejo de sus inventarios.

Estudio preliminar: la necesidad de desarrollar inferencias en el comportamiento de las empresas en el uso de programas de control y optimización de inventarios, implicó para este estudio un trabajo de campo en el que participaron activamente estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica, especialmente los estudiantes de la sede Heredia, recolectando datos y aplicando un instrumento de medición que para este fin se desarrolló en los meses de marzo a octubre del 2014.

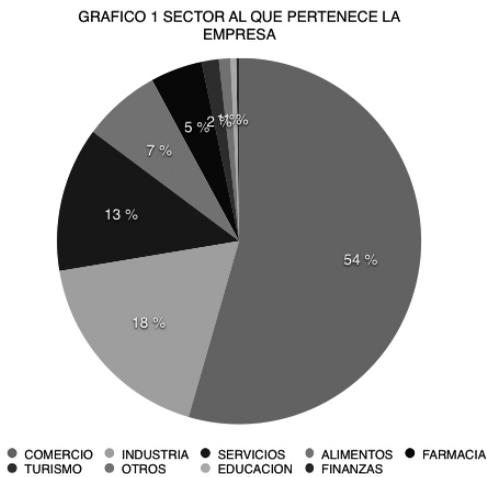
Los estudiantes recolectaron información de distintos tipos de empresas, visitando personalmente o por medio de correos electrónicos, solicitando información del uso y manejo particular de inventarios y manejo de herramientas de control y optimización, en la operación diaria de las distintas empresas.

Esta muestra, aplicada a conveniencia en cuanto a lugar y tipo de empresa, llegó a capturar un número de más de 390 empresas encuestadas, por lo que se permite tener una muestra de mayor tamaño a la mínima esperada para un estudio estadístico, con muestra poblacional incierta y un nivel de confianza del 95% que solicita un tamaño mínimo de 280 encuestas, por lo que se superó este mínimo estadístico necesario para validar los datos y hacer inferencias de la población, que en nuestro caso sería el de empresas actualmente operando en el territorio nacional.

#### Resultados generales

La información generada por el estudio muestra, como primer dato, una distribución del tipo de empresas a las que se les realizó el estudio, y se presentan en el Grafico 1 (Figura 2) *Sector al que pertenece la empresa*. Las empresas del sector comercial predominan en la muestra con una participación de más del 54% de compañías analizadas.

Figura 2.



Como segundo lugar en participación, las empresas industriales se representan en un 18%, y es importante notar que las de servicios son las terceras en mención, con un 13%, y aunque estas no manejan un inventario de materia prima ni producto terminado como operación normal, pues para prestar servicios no se requiere de transformación de insumos en producto terminado, es una realidad que sí requieren insumos de operación que deben ser controlados, ajustados, y el realizar monitoreo constantemente para que su administración sea eficiente y minimizar la inversión realizada, optimizando la utilización de estos insumos.

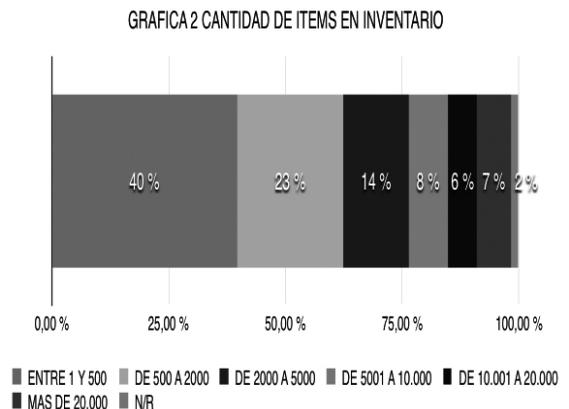
El siguiente factor de peso en el análisis es el tamaño del inventario, pues ese volumen de unidades determina el nivel de transacciones que realiza la empresa, y cuanto mayor volumen de unidades se controlen, mayor volumen de información y mejor debería ser el sistema de control de inventarios.

En este análisis se puede determinar que el 40% de empresas manejan un volumen de artículos menores a 500 unidades, 23% manejan inventarios de menos de 2000 artículos y 14% menos de 5000 unidades.

Este nivel de volumen de artículos es relativamente bajo, pues acumulando los resultados, el 78% de empresas tienen un manejo menor a 5000 artículos, y se analiza que en logística un artículo tiene diferentes códigos, dependiendo de la presentación en que se comercializa, el empaque que utiliza y las variaciones que tienen en características como color, sabor, aroma, etc. por lo cual un producto tiene varios códigos y cada uno debe ser controlado y analizado.

En el Gráfico 2 (Figura 3) *Cantidad de Items por inventario*, que se presenta a continuación, se muestran los diferentes niveles de volumen de artículos que indicaron las empresas que manejan inventario en su operación normal.

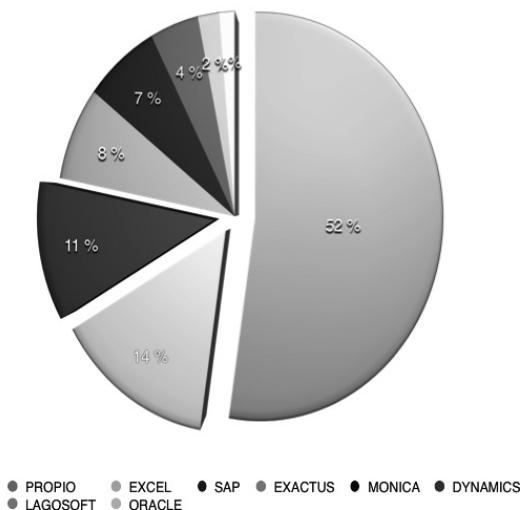
Figura 3.



Una de las principales variables por analizar en este estudio es la marca de software utilizado y en el Gráfico 3 (Figura 4) *Marca de Software utilizado*, se muestra cual es la tendencia que el mercado está presentando en este sentido, y se destaca que el 52% de las empresas optaron por utilizar un software de desarrollo particular, ya sea por un programador o una empresa pequeña de software, pero no utilizan sistemas grandes ni costosos, sino que buscan una opción más personalizada y más económica.

Figura 4.

GRAFICA 3 MARCA DE SOFTWARE UTILIZADO



Dentro de los sistemas citados es notoria la mención de *Microsoft Excel* como programa de control de inventarios, con un 14% de utilización. Este *software* no es un programa de control, pero la aplicación es utilizada por las empresas que deciden llevar su control de inventarios en hojas de cálculo de Excel.

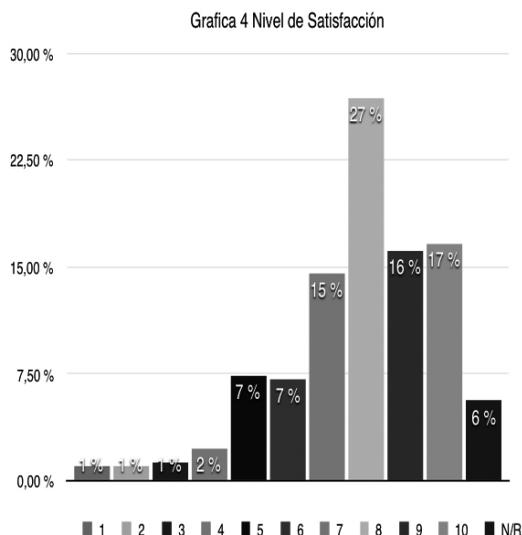
Una novedad que se extrae de estos resultados es la aparición de *software* de desarrollo pequeño, pero de gran aceptación por las empresas, y es el sistema *Mónica*.

Con una participación del 7%, se posiciona como una opción de bajo precio pero gran desempeño por las empresas, y está disponible con una versión de descarga gratis en línea hasta un módulo profesional, con más aplicaciones e interacción entre módulos.

Relacionado al *software* que utiliza es su nivel de satisfacción, por el desempeño del sistema en las labores diarias, y el Gráfico 4 (Figura 5) *Nivel de Satisfacción* muestra una tendencia positiva y en el tema de satisfacción se muestra un acumulado del 81% de empresas con niveles de satisfacción superior a 7, en una escala

de 1 a 10, donde 10 es muy satisfecho, por lo que se concluye que más del 81% de las empresas tiene un nivel aceptable de satisfacción de su *software*.

Figura 5.



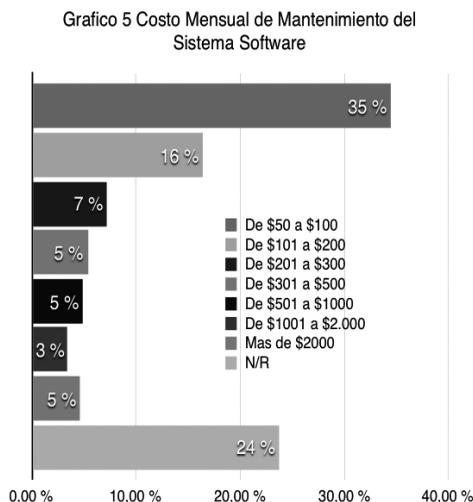
El siguiente factor analizado fue el Costo mensual (véase el gráfico 5, Figura 6) por el mantenimiento del sistema, pues un costo elevado podría provocar que las empresas no utilicen sistemas de control de inventario para reducir costos elevados.

El 51% de las empresas pagan al mes menos de \$200 dólares mensuales, que son costos elevados para microempresas sin embargo, el perfil de las empresas encuestadas, que se comentó anteriormente, son de un tamaño pequeño o mediano, con inventarios de un volumen que permite cubrir estos costos y tener un control eficiente de inventarios.

Dentro del factor de costo mensual de mantenimiento, los sistemas generan inconsistencias, las cuales deben ser revisadas y corregidas en estas visitas de mantenimiento, y entre más errores se generen, más caro sería el costo de la revisión, por lo que la cantidad de inconsistencias que

presente el sistema es una variable importante para analizar.

Figura 6.



La frecuencia de errores que manifestaron los encargados del manejo de logística es interesante, al determinar que un 32% de las empresas consideran que no presentan errores en sus registros, lo que implica un control eficiente, tanto del inventario como de la información que ingresa al sistema con entradas y salidas de productos.

Un 56% de las empresas consideran que la frecuencia de errores se presenta una o varias veces por semana, y un 2% mencionan que deben corregir errores diarios, lo que implica costos adicionales en revisión y corrección de registros en sus sistemas; un 6% no contestó esta pregunta en relación con la frecuencia, pero se asume que tiene algún nivel de frecuencia que implica costos en solución de problemas.

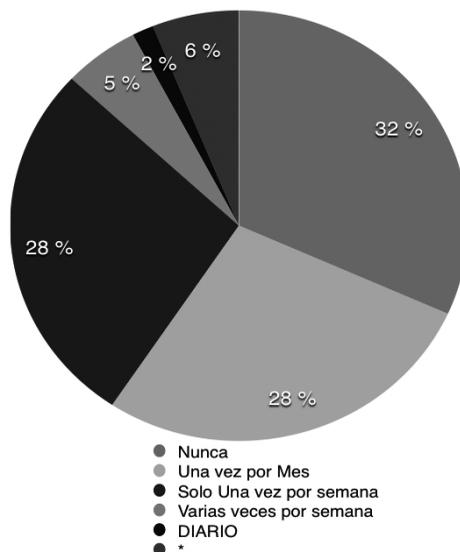
El gráfico 6 (Figura 7) muestra los porcentajes por cada categoría en este rubro de inconsistencias.

Un concepto errado al analizar inventarios es si se optimizan los inventarios o solo que se controlan. El concepto de optimizar implica el evaluar el comporta-

miento de los artículos y programar pedidos, cantidad de órdenes, puntos de reabastecimiento, para optimizar los recursos.

Figura 7.

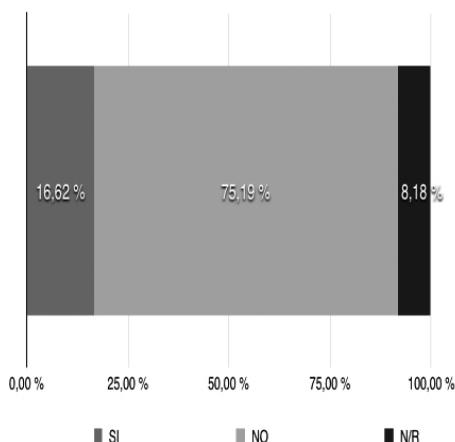
**Grafico 6 Frecuencia de Inconsistencias y Fallos del Sistema**



El utilizar un software (véase el gráfico 7, Figura 8) de optimización implica un profesional que conozca del tema y aplique los modelos matemáticos, y por supuesto que la empresa cuente con el programa de optimizar.

Figura 8.

**Grafico 7 Utilizan Software para optimizar Inventarios**

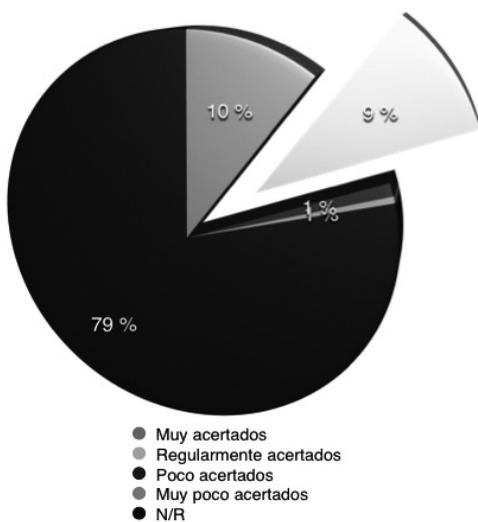


El 16% de las empresas utilizan un sistema de optimizar el inventario, lo cual es un porcentaje bajo y se esperaría que las otras consideren la importancia de este procedimiento e implementen uno.

Ligado a la utilización del *software* está la percepción de efectividad ( véase el gráfico 8, Figura 9) del pronóstico, que optimiza el manejo del inventario, y en este caso solo el 10% de las empresas consideran que los pronósticos son acertados, lo que deja un 90% que considera que los modelos generados normalmente son poco acertados.

Figura 9.

Gráfico 8 Nivel de Efectividad de los Pronósticos



Un dato importante es que el 100% de los encuestados comentó que no conocen el modelo que utiliza el sistema para optimizar, por lo que la mala percepción es resultado de la falta de conocimiento del sistema y, por ende, de errores al utilizarlo y que no sea un problema del *software* como tal, o de la programación de los inventarios.

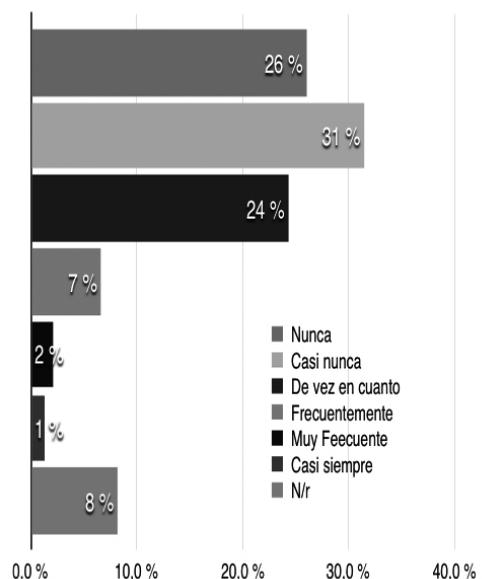
El siguiente gráfico (figura) presenta la frecuencia de desabastecimiento o sobreabastecimiento en la industria, y se analizaron los dos efectos juntos, pues es

igual de ineficiente una falta de inventario como su exceso.

En nuestro caso, como se muestra en el Gráfico 9 (Figura 10), solo el 26% consideran que nunca han tenido una mala programación de inventarios, y un 56% considera que sí se ha presentado con cierta frecuencia este fenómeno, lo cual implica una pérdida de dinero, pues una mala programación afecta las utilidades de la empresa en forma directa, y no es eficiente aun por un período de tiempo corto, el efecto directo e indirecto de un desabastecimiento o sobreabastecimiento.

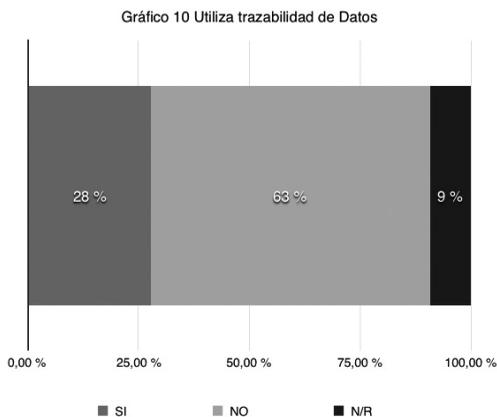
Figura 10.

Gráfico 9 Ha presentado Desabastecimiento o Sobreabastecimiento de inventarios



Una de las mejores herramientas para generar una base de datos, y optimizar inventarios al contar con visibilidad del manejo de productos, es la trazabilidad; el estudio indica que solo el 28% de las empresas utiliza esta herramienta (véase el Gráfico 10, Figura 11) para generar información en sus sistemas de datos y que hará optimización de inventarios.

Figura 11.



Lo complejo es que el 72% de las empresas no cuentan con trazabilidad, por lo cual no podrán, a corto plazo, implementar un sistema de optimización pues no cuentan con información suficiente para generar un modelo que se ajuste a sus necesidades y responda a su comportamiento operativo.

Otra herramienta ligada al control y manejo de inventarios es la utilización del código de barras; sin embargo, que se utilice no implica que se tenga trazabilidad, se tiene un control de inventarios con código pero no se le da seguimiento a la información, solo se controlan entradas y salidas, así como existencias.

El 43% de las empresas sí utilizan el código de barras (véase el Gráfico 11, Figura 12) como herramienta de control y manejo de inventarios, y esto se debe a que las grandes cadenas de supermercados obligan a sus proveedores a que lo incluyan para vender en sus locales; desde hace varios años es obligatorio el uso para clientes de cadenas como Walmart o Automercados.

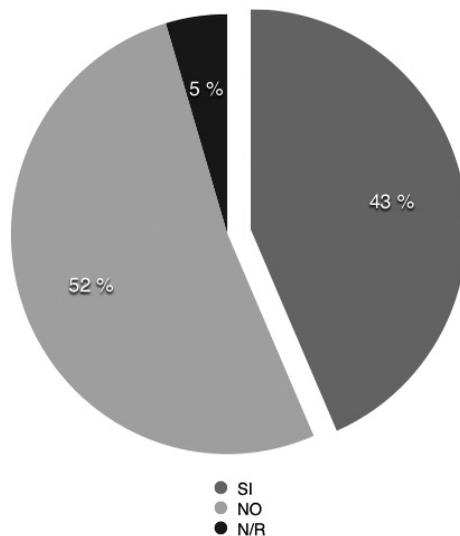
Esta herramienta permite iniciar una base de datos necesaria para la trazabilidad y junto a ellos, la optimización de inventarios. Esta primer herramienta es necesaria para iniciar este proceso, por lo que es un reto convencer al 52% de las empresas de la importancia de la implementación de un sistema que permita

mejorar la eficiencia de sus sistemas de inventarios (véase el Gráfico 10, Figura 11)

La limitante para hacer que estas empresas decidan efectuar el cambio es, en primer lugar, la inversión pues va ligado a una compra de equipos (computador, software de lectura de código, lectores de barras), y el segundo factor es la resistencia al cambio, pues implica adoptar modelos de control automáticos y descentralizar el control de los inventarios pasando a un sistema más eficiente.

Figura 12.

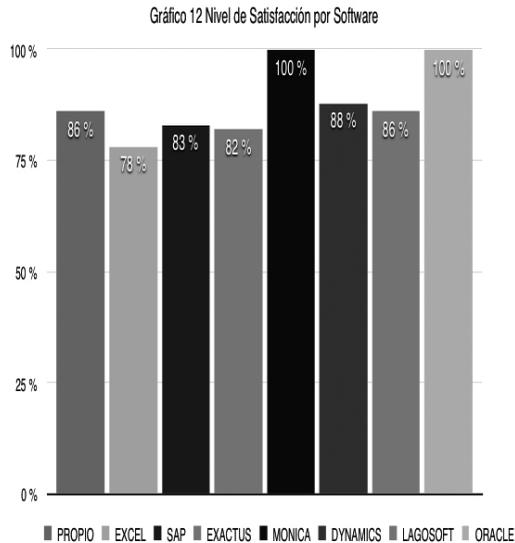
Gráfico 11 Manejo Código Barras para control de Inventario



Ligado a la trazabilidad y a los códigos de barras está la Asociación GS1 que estandariza, asigna y asesora a las empresas en la aplicación del código y su trazabilidad; el 51% de las empresas no utiliza los servicios de GS1, lo cual podría ser una pérdida de recursos, pues como se mencionó antes un porcentaje de empresas sí utiliza el código, pero no lo tiene estandarizado ni genera trazabilidad, lo cual hace que su sistema este subutilizado, al no generar toda la información que se podría, tomando en cuenta que ya usan el código y que ya cuentan con el equipo, por lo

que el paso que falta es el más pequeño y sencillo para generar mayor eficiencia en su operación.

Figura 13.



Analizando cada uno de los *software* se puede ver, (Gráfico 12, Figura 13), que los usuarios manifiestan una satisfacción alta por el sistema que utilizan, pesando a *Mónica* y a *Logosoft* con un 100% cada uno de satisfacción. Solo el sistema de *Excel* genera un 78% de satisfacción, pero cabe mencionar que este programa no fue desarrollado para este fin sino es una hoja de cálculo que la adaptan para ser sistema de control, pero aun así genera una alta satisfacción en sus usuarios.

De este gráfico se concluye que no hay un sistema que dé una satisfacción considerablemente mejor a otros analizados, por lo que la decisión de compra debería ser por desempeño y costo como factores determinantes.

Tabla 1. Costo de Mantenimiento por Sector

DE 50 A 100	DE 50 A 100	100 A 200	200 A 300	300 A 500	500 A 1000	1000 A 2000	MAS DE 2000	*	Total general
INDUSTRIAL	13,3 %	10,9 %	25,0 %	28,6 %	31,6 %	7,7 %	33,3 %	20,4 %	17,9 %
COMERCIO	57,0 %	51,6 %	53,6 %	61,9 %	52,6 %	61,5 %	22,2 %	57,0 %	54,5 %
SERVICIOS	14,8 %	26,6 %	14,3 %	4,8 %	5,3 %	0,0 %	5,6 %	6,5 %	12,8 %
FARMACIA	3,0 %	3,1 %	0,0 %	4,8 %	5,3 %	15,4 %	16,7 %	5,4 %	4,6 %
EDUCACION	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,1 %	0,5 %
ALIMENTOS	6,7 %	7,8 %	7,1 %	0,0 %	5,3 %	15,4 %	16,7 %	5,4 %	6,9 %
FINANCIERO	0,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %
TURISTICO	2,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	5,6 %	2,2 %	1,5 %
OTROS	1,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,2 %	1,0 %
Total general	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Si se analiza cada sector en función del costo que pagan por mantenimiento de su sistema, o sea del costo fijo de operar un sistema, se nota que las empresas comerciales son las que más pagan por cada categoría. Por ejemplo, en el rango de pago de \$50 a

\$100 dólares mensuales un 57% de todas las compañías que pagan este rubro, son las del sector comercial.

En todos los rubros que se analizan, las compañías comerciales son las que más aportan en este rubro, pero es notorio que las del sector farmacia pagan los montos mayores, al tener un 16% del sector que paga más de \$2000 dólares mensuales en mantenimiento.

Esto se explica porque las farmacéuticas, en su mayoría, pertenecen a transnacionales que trabajan con *software*, como SAP, y deben utilizarlo por lineamiento de casa matriz.

Analizando las empresas que utilizan algún tipo de sistema de optimización y comparando con la percepción en sus pronósticos, se deduce que el 71% de las que sí usan *software* de optimización consideran que sus pronósticos son aceptados, por lo que se concluye que la optimización del sistema es eficiente.

Tabla 2. Utilizan Software de Optimización vs. Resultados de Optimizar Inventarios

	SI	NO	N/R	Total general
MUY ACERTADOS	71,8 %	25,6 %	2,6 %	100,0 %
REGULAR	61,1 %	38,9 %	0,0 %	100,0 %
POCO	50,0 %	50,0 %	0,0 %	100,0 %
MUY POCO	100,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
*	3,5 %	86,5 %	10,0 %	100,0 %
Total general	16,6 %	75,2 %	8,2 %	100,0 %

También se concluye que más del 50% de las que no usan sistemas de optimizar consideran poco acertados su programación de inventarios, y 38% la considera regular por lo que se tiene una percepción alta de que, el no utilizar un sistema de optimización, provoca resultados claros de poca o regular operación en sus manejos de inventarios.

Analizando por industria, la que presenta mayor cantidad de desabastecimiento, se concluye que la industria de Servicios en un 40% de las ocasiones no tiene desabastecimiento, lo que la hace eficiente en el manejo de sus inventarios; hay que tomar en cuenta que las empresas no están manejando como operación básica inventarios, su operación es más de brindar un servicio y sus inventarios, son más pequeños y fáciles de controlar.

La industria que indica que frecuentemente presenta desabastecimiento es la alimentación, en un 11%, y adicionalmente un 7% considera que casi siempre lo tiene, porque es la industria que con mucha frecuencia tiene problemas en su programación de inventarios.

Tabla 3. Desabastecimiento por Industria

	NUNCA	C A S I NUNCA	DE VEZ EN CUANDO	FRECUENTE	MUY FRE- CUENTE	C A S I SIEMPRE	N/R	Total gene- ral
INDUSTRIAL	15,7 %	40,0 %	30,0 %	2,9 %	5,7 %	0,0 %	5,7 %	100,0 %
COMERCIO	26,8 %	28,2 %	24,4 %	8,0 %	0,9 %	1,4 %	10,3 %	100,0 %
SERVICIOS	40,0 %	30,0 %	20,0 %	4,0 %	2,0 %	0,0 %	4,0 %	100,0 %
FARMACIA	27,8 %	44,4 %	11,1 %	5,6 %	0,0 %	0,0 %	11,1 %	100,0 %
EDUCACION	0,0 %	50,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	50,0 %	100,0 %
ALIMENTOS	29,6 %	29,6 %	18,5 %	11,1 %	3,7 %	7,4 %	0,0 %	100,0 %
FINANCIERO	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %

TURISTICO	16,7 %	16,7 %	50,0 %	16,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
OTROS	0,0 %	25,0 %	50,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	25,0 %	100,0 %
Total general	26,1 %	31,5 %	24,3 %	6,6 %	2,0 %	1,3 %	8,2 %	100,0 %

### Herramientas para control de inventario

El estudio demostró una alta utilización de herramientas, como Excel, para el control y seguimiento de su inventario.

Analizando este comportamiento se desarrolló con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, durante varios meses, una serie de plantillas para demostrar el potencial de esta herramienta como medio de control y se optimizaron inventarios; a continuación se muestran unas imágenes de varias de las plantillas desarrolladas donde se aprecian modelos de control y optimización de la operación logística.

Se analizaron modelos como EOQ, puntos de reorden, descuento por cantidad, reabastecimiento conjunto y MRP, entre otros, desarrollados con conceptos simples de Excel, como fórmulas, y en algunos casos hipervínculos, pero que pueden ser desarrollados por cualquier usuario de Excel y que dan los resultados esperados para optimizar inventarios.

En el apartado de anexos se encuentran una serie de plantillas, desarrolladas por estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la sede de Heredia, que muestran ejemplos de modelos en Excel, en donde se pueden controlar y optimizar los inventarios de una compañía sin necesidad de un *software* especializado.

Lo anterior, dado que el estudio mostró preferencia por el uso de la herramienta de Microsoft, al considerar simple y confiable su uso, por lo que se desarrolló en clase de un curso académico el reto de construir, usando fórmulas de Excel o lenguaje de programación visual *basic*, lenguaje nativo de Excel, modelos que puedan ayudar a cualquier empresa a optimizar sus inventarios.

Como se nota en las imágenes, el resultado es una herramienta completa para el usuario medio que desea optimizar su operación.

### Conclusiones

Una vez tabulados los datos y cruzada la información se procedió a realizar un análisis de correlación para determinar si existe relación entre las variables analizadas. En este caso la hipótesis que se desea probar, es si el nivel de satisfacción que expresaron las empresas por el uso de *software* de control y optimización de inventarios, está relacionada con tres factores específicos, el costo, la exactitud en los resultados y la eficiencia en el manejo de los inventarios.

Después del análisis de correlación se pudo determinar:

Que estadísticamente no hay una relación directa en la percepción de satisfacción por el uso de sistemas de control y optimización de inventarios, y el costo de compra o el costo de mantenimiento que requieren los sistemas, por lo que se afirma que no es un aspecto medular el costo de compra, a la hora de tener un sistema que satisfaga las necesidades de control y optimización de inventarios.

1. La segunda variable analizada fue la de eficiencia de los pronósticos generados, y se determinó estadísticamente que sí hay relación entre la eficiencia y la satisfacción pero no es la variable de mayor correlación, por lo que se concluye que este indicador afecta la satisfacción de los usuarios, sí que sea un factor determinante.
2. El último factor analizado fue el de exactitud en la información;

la correlación estadística determinó que este factor es el de mayor incidencia en la satisfacción de los usuarios, por lo que se concluye que la exactitud es la variable que más influye en un usuario satisfecho que utiliza sistemas de control y optimización de inventarios.

Un factor importante por analizar es que para que un sistema pueda brindar exactitud, los usuarios deben ingresar información sin errores a los sistemas con el fin de obtener parámetros de control útiles, por lo que es necesario evaluar el grado de conocimiento de los sistemas por parte de los usuarios para capacitarlos en los temas que requieran, y así obtener mejores resultados en el uso de software.

Para las empresas que logran optimizar sus operaciones, los beneficios operativos y económicos serán tangibles casi de inmediato pues se generan mejoras en procesos, controles más eficientes y un manejo de información ágil que permite tomar decisiones con más información, lo que se refleja en crecimiento para la empresa a corto plazo, uno de los mayores retos por alcanzar en nuestros días por parte de las pequeñas y medianas empresas.

Es necesario poner énfasis en las mejoras que se alcanzan con unos ajustes en el manejo de las operaciones: muchas de las empresas ya utilizan algún sistema, y mejorar su utilización va a significar mejoras operativas importantes, los ajustes serán mínimos, la información será más confiable y el beneficio alcanzado pondrá a trabajar a cualquier empresa, sin importar su tamaño, a realizar operaciones como una empresa modelo o líder del mercado; el reto no se da por el tamaño de la empresa sino por lo bien que se aprende a hacer las cosas, que debe ser sin lugar a dudas lo mejor posible: siempre.

## Referencias

- Collier, D. (2009). *Administración de operaciones: bienes, servicios y cadena de valor*, (Vol. 2). México: Cengage Learning.
- Chase, R., Jacobs, R., y Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones producción y cadena de suministros* (Vol. 12). México: McGraw-Hill.
- Jimenez, J. E. (2005). *Estado del arte de los modelos matemáticos para la coordinación de inventarios en la cadena de suministros*. Recuperado desde: [imt.mx: http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt281.pdf](http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt281.pdf)
- Krajewski, L. J., Ritzman, L., y Malhotra, M. K. (2008). *Administración de operaciones procesos y cadenas de valor* (Vol. 8). México: Pearson Educación.
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones* (Vol. 5). México: McGraw-Hill.
- Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Narasimhan, S., McLeavey, D. y Billington, P. (1996). *Planeación de la producción y control de inventarios* (2a Ed.). Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall.
- Render, B., y Heizer, J. (2009). *Principios de administración de operaciones* (Vol. 7). México: Pearson Educación.
- Riggs, J. (1998). *Sistemas de producción, planeamiento, análisis y control* (Vol. 3). México: Limusa.
- Schroeder, R. G., y Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de operaciones: conceptos y casos contemporáneos* (Vol. 5). México: McGraw-Hill.

Recibido: 13 de noviembre del 2015.  
Reenviado: 28 de enero del 2016.  
Aceptado: 17 de febrero del 2016.

## APÉNDICE A

Imágenes de plantillas de modelos para el manejo y optimización de Inventario, generados por estudiantes de la Carrera de Bachillerato en Ingeniería Industrial de último cuatrimestre en su curso Modelos de Inventarios.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	S= costo de hacer un pedido											
	H= costo de conservación o mantener por unidad al año (% del costo del art.)											
	π = Costo por la escasez											
	Si se hacen pedidos de lote Q y se entrega menos, se puede calcular un Inventario de faltante medio (B/2) y mi inventario promedio será M/2= (Q-B)/2											
	El inventario máximo será: M=Q-B											
	(Q-B)/Q representa el tiempo que hay un inventario positivo durante cada ciclo											
	B/Q el tiempo durante el cual el Inv negativo											
	El faltante de Inv B se puede calcular											
	B= Q*(H/(H+π))											
	$CT=Q-B/R+H*Q-B/Q+R/R*\pi*B/Q+D/Q*S$											
	$Q=\sqrt{2DS/H}*\sqrt{H}+\pi/\pi$											
	Una compra rfa esta por la planeación de sus inventarios ya que tiene una Demanda que cubrir de 123.000 unidades y su estructura de costos le obliga a tener un costo unitario de \$6.000, para almacenar el producto se determino un costo de \$200 por unidad. La estructura de la compañía obliga a tener costos de pedido por \$120.000 y si se llegara a tener faltante se incurriría en un costo de \$19.000. Se le pide que determine la Cantidad económica a pedir, la cantidad máxima de faltante y el costo anual											
	D	123000										
	H	\$ 200,00										
	S	\$ 120.000,00										
	π	\$ 19.000,00										
	Q=	$\sqrt{2DS/H}*\sqrt{H}+\pi/\pi$	Q=	$\sqrt{2*123000*120000/200}+\sqrt{200+19000/19000}$	Q	12212,85	Unidades					
	B=	$Q*H/(H+\pi)$	B=	$12212,85*200/200+19000$	B	127,22	Unidades					
	M=	Q-B	M=	12212,85-127,22	M	12085,63	Unidades					
	CT=	$Q-B/R+H*Q-B/Q+R/R*\pi*B/Q+D/Q*S$	CT=	$12212,85-127,22/1+200*12212,85-127,22/12212,85+127,22/2*19000$	CT	2417126						

Modelo3	Modelo4	Modelo5	Modelo6	Modelo7																																																								
<table border="1"> <tr> <td>Lote Minimo</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Lote x Lote</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>EOQ</td> <td>4230</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de entrega (Semanas)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Inventario inicial</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Despacho del proveedor (unidades)</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>H \$</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>S \$</td> <td>100</td> </tr> </table>					Lote Minimo	400	Lote x Lote	200	EOQ	4230	Tiempo de entrega (Semanas)	2	Inventario inicial	200	Despacho del proveedor (unidades)	600	H \$	2	S \$	100																																								
Lote Minimo	400																																																											
Lote x Lote	200																																																											
EOQ	4230																																																											
Tiempo de entrega (Semanas)	2																																																											
Inventario inicial	200																																																											
Despacho del proveedor (unidades)	600																																																											
H \$	2																																																											
S \$	100																																																											
<table border="1"> <tr> <td>Demanda requerida</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Inventario inicial</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Requerimiento por pedir</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pedidos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Costo de Pedido</td> <td colspan="6">0</td> </tr> <tr> <td>Costo de Mantener el inventario</td> <td colspan="6">400</td> </tr> <tr> <td>Total Pedidos</td> <td colspan="6">4</td> </tr> <tr> <td>Borrar</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Demanda requerida	1	2	0	4	5	6	Inventario inicial							Requerimiento por pedir							Pedidos							Costo de Pedido	0						Costo de Mantener el inventario	400						Total Pedidos	4						Borrar	1	2				
Demanda requerida	1	2	0	4	5	6																																																						
Inventario inicial																																																												
Requerimiento por pedir																																																												
Pedidos																																																												
Costo de Pedido	0																																																											
Costo de Mantener el inventario	400																																																											
Total Pedidos	4																																																											
Borrar	1	2																																																										
<table border="1"> <tr> <td>Demanda requerida</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Inventario inicial</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Requerimiento por pedir</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pedidos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Costo de Pedido</td> <td colspan="6">0</td> </tr> <tr> <td>Costo de Mantener el inventario</td> <td colspan="6">200</td> </tr> <tr> <td>Total Pedidos</td> <td colspan="6">2</td> </tr> <tr> <td>Borrar</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Demanda requerida	1	2	0	4	5	6	Inventario inicial							Requerimiento por pedir							Pedidos							Costo de Pedido	0						Costo de Mantener el inventario	200						Total Pedidos	2						Borrar	1	2				
Demanda requerida	1	2	0	4	5	6																																																						
Inventario inicial																																																												
Requerimiento por pedir																																																												
Pedidos																																																												
Costo de Pedido	0																																																											
Costo de Mantener el inventario	200																																																											
Total Pedidos	2																																																											
Borrar	1	2																																																										
<table border="1"> <tr> <td>Demanda requerida</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> </table>					Demanda requerida	1	2	3	4	5	6																																																	
Demanda requerida	1	2	3	4	5	6																																																						

Marca	Demanda \$	Costo Un \$	Cantidad D. Anual	Preparacion	Datos
1	\$ 5.000,00	5	1.000,00	5	\$ 75,00
2	\$ 4.000,00	8	500,00	5	15%
3	\$10.000,00	10	1.000,00	8	36
4	\$18.000,00	12	1.500,00	8	AS= \$38.000,00
5	\$ 1.000,00	20	50,00	10	
6					
7					
8					
9					
10					
total	\$ 38.000,00			36	

Q5+	7499,3333
-----	-----------

Q5#	\$ x Artículo	Unidades
Q51	\$ 986,75	197,35
Q52	\$ 789,40	98,68
Q53	\$ 1.973,51	197,35
Q54	\$ 3.552,32	296,09
Q55	\$ 197,35	9,87

N=	5,07 veces
T=	72,03 días
CA=	\$ 562,45
CP=	\$ 562,45

S	costo de hacer un pedido
si	costo marginal de hacer un pedido por unidad
AS	Valor monetario anual de pedidos
ASi	Valor monetario anual del articulo i
CI	Costo unitario del articulo
Di	demanda anual del articulo i en unidades
i	Costo de mantener inventario (%)
Q5	Valor total de todos los articulos
Q5i	valor del articulo i que se pide en un ciclo
N	numero de pedidos por año
T	tiempo que transcurre entre pedidos al año
CA	costo anual de hacer pedidos
CP	Costo promedio del inventario al año


### Clasificación cpy

EQQ

EQQ PUNTO DE RE-ORDEN

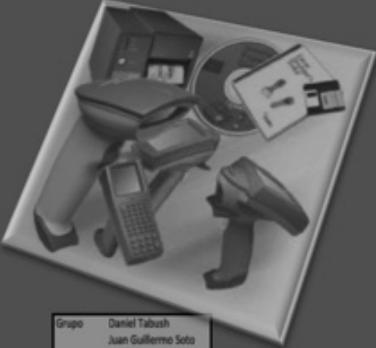
DESCUENTO POR CANTIDAD

CANTIDAD DE PRODUCCIÓN

RE-ABASTECIMIENTO CONJUNTO

EQQ CON ESCASEZ

### MRP



Grupo Daniel Tabush  
Juan Guillermo Soto  
Andres Ramirez

Lote Mínimo	
3	4
1000	750
0	0
1000	750
750	1500

Lote por Lote	
3	4
1000	750
50	50
950	700
1000	1500

Requerimiento EOQ	
3	4
1000	750
150	50
850	700
900	1500

Tiempo Entrega	2 semanas
Despacho	600
Inv inicial	200
S	100
i	2
D	920
EOQ	304

Lote Mínimo	
1	2
150	220
200	50
0	170
290	80
400	250
100	100
500	

Lote por Lote	
1	2
150	220
200	50
0	170
600	290
100	80
1180	250
1280	100

Requerimiento EOQ	
1	2
150	220
200	50
0	170
0	120
0	80
0	250
0	100
0	
0	
100	
100,00	

# LOTE MÍNIMO

Requerimientos

Datos		Requerimientos							Inventario Final	Costos de pedidos
Tempo de entrega	Semanas	1	2	3	4	5	6		Costo de mantener el inventario	
Demanda		0	0	0	0	0	0	0		
Despacho		0	0	0	0	0	0	0		
Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0		
S		0	0	0	0	0	0	0		
H		0	0	0	0	0	0	0		

# LOTE X LOTE

Requerimientos

Datos		Requerimientos							Inventario Final	Costos de pedidos
Tempo de entrega	Semanas	1	2	3	4	5	6		Costo de mantener el inventario	
Demanda		0	0	0	0	0	0	0		
Despacho		0	0	0	0	0	0	0		
Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0		
S		0	0	0	0	0	0	0		
H		0	0	0	0	0	0	0		

# EOQ

Requerimientos

Datos		Requerimientos							Inventario Final	Costos de pedidos
Tempo de entrega	Semanas	1	2	3	4	5	6		Costo de mantener el inventario	
Demanda		0	0	0	0	0	0	0		
Despacho		0	0	0	0	0	0	0		
Inventario Inicial		0	0	0	0	0	0	0		
S		0	0	0	0	0	0	0		
H		0	0	0	0	0	0	0		

\$

Demanda	D	u/año	4000
Costo - Colocar una Orden	S	S/orden	50
Costo Unitario	C	S/unidad	
días laborales al año	-	días/año	
semanas laborales al año	-	semanas/año	
Costo - Mantener Inventario	H	%/mes del costo del inventario	2.5
S/uaño		S/uaño	
Días de reabastecimiento	L	días	4

Demanda	Simbolo	Unidad	Valor
Costo de Mantener Inventario	CM	\$ anual	\$ 500,00
Costo de Realizar Pedidos	CP	\$ anual	\$ 500,00
Costo Total	CT	\$/año	\$ 1.000,00
Punto de Reorden	R	u/días	#(DN/DI)

### Tabla de Valores Pronosticada

Q	Costo de Mantener	Costo de Ordenar	Costo Total	Costo Total EOQ	
1	960	208,333333	1408,333333	1000	
2	920	217,3913043	1367,3913043	1000	
3	880	227,2727273	1327,2727273	1000	
4	840	238,0952381	1288,0952381	1000	
5	800	250	1250	1000	
6	760	263,1578947	1213,1578947	1000	
7	720	277,7777778	1177,7777778	1000	
8	680	294,1176471	1144,1176471	1000	
9	640	312,5	1112,5	1000	
10	600	333,3333333	1083,3333333	1000	
11	560	357,1428571	1057,1428571	1000	
12	520	384,6153846	1034,6153846	1000	
13	480	416,6666667	1016,6666667	1000	
14	440	454,5454545	1004,5454545	1000	
15	400	500	1000	1000	
16	360	430	555,555556	1005,555556	1000
17	320	400	625	1005	1000
18	280	368	672,727273	1000	1000

### EOQ



## SISTEMAS DE INVENTARIOS

### Proyecto Final

**Contenidos:**

- 1) Inventarios  $\alpha\beta\gamma$
- 2) EOQ
- 3) Descuento por Cantidad
- 4) Reabastecimiento Conjunto
- 5) EPQ
- 6) EOQ con Escasez
- 7) MRP

---

**MODELO EOQ CON ESCASEZ**

Simbolo	Valor	Unidades	Descripcion
D		Unidades / Año	Demanda anual
S		\$	Costo a ordenar
C		\$	Costo por unidad
H		% Anual	% Anual
Costo de mantener en inventario			
It		\$	Costo escasez
DL		Dias	Dias laborados
Q	# VALOR	Unidades / Año	Cantidad a ordenar
B	# VALOR	Unidades	Faltante del inventario
M	# VALOR	Unidades	Inventario Máximo

INICIO

<b>COSTO TOTAL =</b>	<b>Costo anual de mantener inventarios</b>	<b>+</b>	<b>Costo anual de pedidos pendientes</b>
# VALOR	# VALOR		# VALOR

Ordenes al año	# VALOR
Tiempo entre ordenes	# VALOR
Tiempo medio esperado	# VALOR
Inventario Faltante Medio	# VALOR
Inventario Máximo	# VALOR
Inventario Promedio	# VALOR
Tiempo de inventario -	# VALOR
Tiempo de inventario +	# VALOR
Faltante de inventario	# VALOR

---

**BACK**

Demanda: 200 S: 2 H: \$ 28.00 50% Dias Laborados: 360 Costo del Producto: \$ 3.00	EOQ: 6.66666667 Número de ordenes al año (Frecuencia): 30 Tiempo entre las ordenencias: 12 Tiempo Medio Esperado: 12	Costo Anual de Ordenar Costo del inventario: \$ 600.00 Costo anual de ordenar: \$ 60.00 Costo anual de mantener INV: \$ 60.00 Costo Anual Total del inventario: \$ 720.00	<h3 style="margin: 0;">Costo Anual de Ordenar</h3> <p style="font-size: small;">Costo del inventario - D* costo producto</p> <p style="font-size: small;">Costo anual de ordenar - <math>\frac{D}{Q} \times S</math></p> <p style="font-size: small;">Costo anual de mantener INV - <math>\frac{Q}{2} \times H</math></p> <p style="font-size: small;">Número de ordenes al año (Frecuencia) - <math>\frac{D}{Q}</math></p> <p style="font-size: small;">Tiempo entre las ordenes (En fracciones del año) - <math>\frac{Q}{D}</math></p> <p style="font-size: small;">Tiempo Medio esperado - <math>\frac{Q}{2}</math> N. ordenes</p>
---	---	---	---

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

**Simbología**

- 1. D- demanda anual en unidades
- 2. S- costo de ordenar en dólares por orden
- 3. H- costo de conservación o mantener por unidad al año (% del costo del art)
- 4. Q- cantidad a ordenar en unidades

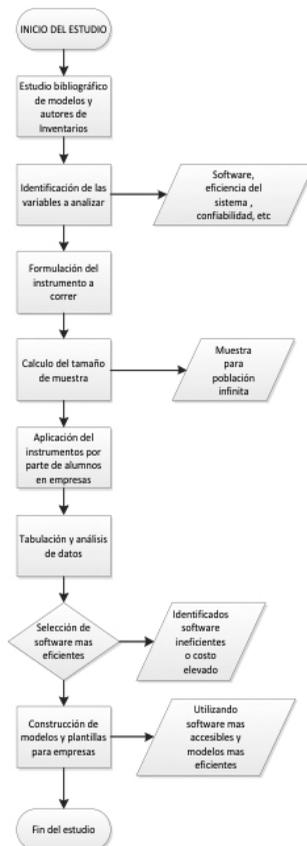
### Costo Anual Total del inventario

$$CT = \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H + C^*D$$



## APENDICE B

Diagrama de Flujo de la Metodología empleada en la investigación



## Apéndice C

### Formato de encuesta utilizada en el estudio

<p>El presente cuestionario tiene por objetivo analizar la gestión de inventarios en su compañía, esta investigación es de carácter académica y su único fin es analizar fortalezas y debilidades de los modelos actuales en el manejo de los inventarios. Agradecemos su ayuda y colaboración en este proyecto académico a cargo de la Dirección de Investigación de la Universidad Latina Costa Rica.</p>			
<p><b>1</b> Por favor indicar el sector al que pertenece la compañía a la que usted colabora</p> <p>1-Industrial ( ) 2-Comercial ( ) 3-Servicios ( ) 4-Farmacéutico( ) 5-Educativo( ) 6-Alimentario( ) 7-Financiero( ) 8-Turístico 9-Otros,especificue _____</p>			
<p><b>2</b> Cantidad de colaboradores actualmente laborando</p> <p>1-Entre 1 y 20 ( ) 2-Entre 21 a 50( ) 3-Entre 51 a 100( ) 4-Entre100 a 200 5-200 o más ( )</p>			
<p><b>3</b> Cantidad de artículos considerados productos terminados que manejan en sus inventarios</p> <p>1-Entre 1 a 500( ) 2-De 501 a 2000( ) 3-De 2001 a 5000( ) 4-De 5001 a 10.000( ) 5-De 10.001 a 20.000( ) 6-Más de 20.000( )</p>			
<p><b>4</b> Manejan inventario de materia prima, que nivel de inventario manejan?: si no maneja favor pasar a siguiente pregunta</p> <p>1-Entre 1 a 50( ) 2-De 51 a 200( ) 3-De 201 a 500( ) 4-De 501 a 1000( ) 5-De 1001 a 5000( ) 6-más de 5000( )</p>			
<p><b>5</b> En la compañía se maneja el índice de rotación de inventario, cual es ?.. Si no lo calcula pase a la siguiente pregunta y marque la opción 1</p> <p>1-No se calcula 2-Entre 0 y 1( ) 3-Entre 1.1 y 3( ) 4-Entre 3, 5( ) 5-Más de 5 veces por año</p>			
<p><b>6</b> Su compañía exporta sus productos?</p> <p>1-Sí( ) 2-No( )</p>			
<p><b>7</b> Trabajan con un sistema de control de inventarios?</p> <p>1-Sí( ) 2-No( )</p>			
<p><b>8</b> Cual marca de sistema trabajan?</p> <p>1-SAP( ) 2-Exact( ) 3-Microsoft Dynamics( ) 4-Otro ( )Por favor poner nombre_____</p>			
<p><b>9</b> Hace cuanto utilizan este sistema en la compañía ?</p> <p>1-Menos de 1 año( ) 2-Entre 1 y 3 años( ) 3-Entre 3 y 5 años( ) 4-Más de 5 años( )</p>			
<p><b>10</b> Cual fue el monto de compra e implementación del sistema</p> <p>1-De \$500 a \$1000( ) 2-De \$1000 a \$2.000 3-De \$2001 a \$3000( ) 4-De \$3001 a \$5000( ) 5-De 5000 a 10.000 6-De \$10.000 a \$20.000( ) 7-Más de 20 mil dólares ( )</p>			
<p><b>11</b> Aproximadamente cual es el costo mensual de mantenimiento del sistema, entre visitas y cambios necesarios que el sistema requiere</p> <p>1-De \$50 a \$100( ) 2-De \$100 a \$200( ) 3-De \$201 a \$300( ) 4-De \$301 a \$500( ) 5-De \$500 a \$1.000( ) 6-De \$1.000 a \$2.000( ) 7-Más de \$2.000( )</p>			
<p><b>12</b> Definiendo 1 como poco satisfecho y 10 muy satisfecho , cual con el nivel de satisfacción que le genera este sistema en control y confiabilidad de datos.</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p>			
<p><b>13</b> Con qué frecuencia se presentan fallos o inconsistencias en su sistema</p> <p>1-Nunca( ) 3-Una vez por Mes ( ) 2-Solo vez por semana ( ) 4-Varias veces por semana( ) 5-Diario( )</p>			
<p><b>14</b> Considere que los fallos de información son culpa del sistema o errores humanos de ingresar datos falsos</p> <p>1-Datos falsos del sistema ( ) 2-Errores humanos en los datos ( )</p>			
<p><b>15</b> Su empresa utiliza software de optimización de inventarios</p> <p>1-Sí( ) 2-No( ) , si marca no pase a la pregunta N. 19</p>			
<p><b>16</b> Cuales marca utiliza?</p> <p>Nombre_____</p>			
<p><b>17</b> Sabe usted cual modelo o algoritmo utilizan en la optimización de su inventario , cual usan.?</p> <p>Nombre_____</p>			
<p><b>18</b> Que tan efectivos han sido los pronósticos generados por su sistema de optimización de inventarios</p> <p>1-Muy acertados( ) 2-Regulamente acertados( ) 3-Poco acertados( ) 4-Muy poco acertados( )</p>			
<p><b>19</b> Ha presentado sobre abastecimiento o desabastecimiento del inventarios por una mala programación</p> <p>1-Nunca( ) 2-Casi Nunca( ) 3-De vez en cuando( ) 4-Frecuente( ) 5-Muy frecuente( ) 6-Casi siempre( )</p>			
<p><b>20</b> Cual considera la causa</p> <p>Explique: _____</p>			
<p><b>21</b> Utilizan algún método para validar sus datos, para dar sustentabilidad a sus datos</p> <p>1-No( ) 2-Sí( ) ,Cual: _____</p>			

22	Utilizan registros de Trazabilidad de datos de sus producciones 1- Sí ( ) 2-No( ) , pase a pregunta 24			
23	Si utiliza trazabilidad en su datos, esta registrado en GS1 1-Sí( ) 2-No( )			
24	Manejan código de barras para control de inventarios 1- Sí( ) 2-No( )			
25	Maneja codio de barras para trazabilidad si o no 1- Sí( ) 2-No( )			
26	Si hay Trazabilidad, que información pueden dar Trazabilidad Detalle:			
27	Ha pensado implementar un sistema de Trazabilidad, por que no lo ha hecho, que necesita para implementarlos Comente:			
	Muchas Gracias por su apoyo e información suministrada.			

Elaboración propia.

## APÉNDICE D

Cálculo de N muestral para población infinita

n: Tamaño muestral

Z: valor corresponde a la distribución de gauss

p: Proporción esperada del parámetro a evaluar

q: Proporción esperada de la no ocurrencia del parámetro a evaluar (1-p)

i: Error que se prevé cometer.

En nuestro caso sería

Tamaño de muestra para población infinita o desconocida:

$$n = \frac{Z^2 p q}{i^2} \quad n = \frac{2,58^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{(0,05)^2} = 258 \text{ Encuestas}$$

Elaboración propia.