

## **Modelo de eficientización del flujo de productos dentro de un centro de distribución automotriz.**

Armando Javier Gonzalez Sierra<sup>2\*</sup>,

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría en "Manufactura Avanzada" del Centro Público de Investigación Tecnológica, CIATEQ.

\*e-mail [ajgonza227@gmail.com](mailto:ajgonza227@gmail.com)

### **Resumen**

La ubicación de los productos dentro del almacén afecta directamente el costo total de las actividades de manejo de mercancías. En este sentido es necesario lograr un equilibrio entre los costos de manejo y la utilización del espacio de almacén, el cual su función principal es mantener el producto bajo resguardo evitando daños o pérdidas del mismo. Por ello, al realizar el diseño total del almacén, existe una serie de factores a considerar en cuanto al espacio y estructura del almacenamiento; un almacén no tiene la capacidad de respuesta inmediata para surtir un producto, además los tiempos de estancia del producto en los estantes dependerá de varios factores como estacionalidad, demanda, entre otros. El seguimiento de los productos de la cadena de distribución es fundamental para controlar los costos, incrementar la productividad y aumentar la satisfacción del cliente. En este trabajo se desarrolla una metodología que permita tener una mejor eficiencia en los procesos logísticos de un centro de distribución.

**Palabras clave:** Cadena de suministro, Tecnología Industrial, Justo a Tiempos, Logística

### **Abstract**

The location of the products within the warehouse directly affects the total cost of the management activities within it. In this sense, it is necessary to achieve a balance between the costs of management and the use of storage space, which its main goal is to keep the product under shelter avoiding the damage and time. Therefore, when making the total design of the warehouse, there are a number of factors to consider regarding storage space and structure; a warehouse does not have the capacity of immediate response to supply a product, in addition to the times of stay of the product in the dependent states of several factors such as seasonality, demand, among others. Monitoring the products of the distribution chain is essential to control costs, increase productivity and increase customer satisfaction. This work presents a methodology that allows to have a better efficiency in the logistic processes of a distribution center.

**Key Words:** Supply Chain, Industrial Technology, Just in Time, Logistics

### **7. Introducción**

Hace algunos años, se definía que el almacén “no agregaba valor al negocio” y era debido a que el objetivo principal se enfoca en la optimización del espacio y en dotar de medios de manipulación de cargas normalmente a gran altura y con volúmenes de productos y trabajo, es decir baja demanda de los clientes y rotación de inventarios; hoy en día esa definición ha evolucionado a la de Centro de Distribución, un complejo logístico que se ha convertido en el último obstáculo antes del punto de venta o del cliente incluso [1].

En un Centro de Distribución la optimización se enfoca en un eficiente flujo de materiales, utilizando tecnología de administración de operaciones y en la optimización de la mano de obra [2].

Por tal motivo un centro de distribución toma vital importancia en la administración de la cadena de suministros, debido a su diseño (layout) y a la eficiente capacidad de respuesta que se pueda tener para alcanzar a satisfacer las demandas del Cliente.

La mayoría de las empresas consideran ésta área como parte fundamental de su permanencia en el Mercado. En el estado de San Luis Potosí por ser punto estratégico y logístico en la estructura de abastecimiento en México es imprescindible que los centros de distribución tengan estructuras funcionales que permitan poder atender las demandas de los clientes en el menor tiempo posible.

El centro de distribución es un espacio creado para mantener una eficiencia operativa dentro y fuera, está constituido con nuevas herramientas tecnológicas que admiten la administración interna del flujo de producto lo cual incluye todas las áreas (recibo, almacenamiento, surtido, embarque y control de inventarios).

Existen empresas que al carecer de una estructura interna adecuada de manejo de materiales no pueden cumplir con los requerimientos de entrega de los clientes, por citar un ejemplo las empresas automotrices trabajan con un programa JIT (Just in Time) o secuenciales, lo que obliga a aquellas empresas que son abastecedoras de estos proveedores a tener una logística precisa y eficiente para poder cumplir con dichos requerimientos, sino de otra manera se incurren en costos adicionales por multas de entregas fuera de tiempo e inclusive se podría perder el negocio de abastecimiento. De hecho se tienen clientes que

generan sus propias órdenes de recibo las cuales contienen días y horarios específicos para poder recibir el producto solicitado, en caso de que no se cumplan con los mismos el producto es rechazado y re-agendado para entregar en un tiempo posterior, lo cual puede influir en un desabastecimiento para el cliente final y por ende el producto se encarece por no estar disponible para venta.

Se ha detectado que el tipo de producto, transporte y tiempo de entrega tienen que ser considerados como variables no controlables por un centro de distribución, no obstante es preciso conocer sus implicaciones dentro de la cadena de suministro.

## 8. Método y caso aplicativo

La logística externa puede ofrecer medición de costo y ventajas de eficiencia sin pasar por alto las dificultades inherentes en la implementación adecuada en la práctica de manera consistente [3]. En la siguiente Tabla 2.1 se aprecia en forma global los costos inherentes a una operación de un centro de distribución.

<b>Costos de Operación en Centros de Distribución</b>	
Estadísticas Mundiales	
Mano de Obra	45.70%
Almacenamiento	21.50%
Servicios Públicos	4.40%
Equipos	6.90%
Materiales	8.30%
Otros	13.10%

*Tabla 2.1 Costos de Operación en Centros de Distribución*

Por otro lado un centro de distribución toma un rol del flujo del inventario en el tiempo, se enfoca en un rápido flujo de materiales y en la optimización de la mano de obra con el fin de reducir el costo asociado con el almacenamiento de altos niveles de inventario y mejorar el servicio para cumplir con las expectativas de los clientes. El centro de distribución es una forma de almacenamiento de productos para una demanda futura, la funcionalidad y contribución de un centro de distribución excede lo que tradicionalmente hace un almacén [5]. En la Tabla 2.2 muestran las diferencias existentes entre las principales características de un almacén y un centro de distribución:

<b>Característica</b>	<b>Almacén</b>	<b>Centro de Distribución</b>
Función Principal	Gestiona el almacenaje y manipulación del inventario	Gestiona el flujo de los materiales
Operador	Espacio e Instalaciones	Mano de obra
Ciclo de Pedido	Meses, semanas	Días, horas
Actividades de Valor Añadido	Puntuales	Forma Parte intrínseca del proceso
Expediciones	Baja demanda del cliente	Demanda de Envíos
Rotación de Inventario	3,6,12 meses	24,48,96,120 meses

*Tabla 2.2 Diferencia entre almacén y Centro de Distribución [5].*

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs), se han convertido en un medio para aumentar la eficacia y eficiencia en el manejo de almacenes, por lo cual se deben considerar como una herramienta indispensable para su gestión.

Los procesos que configuran la gestión de almacenes son:

- Recibo, control e inspección
- Almacenamiento

- Surtido de Órdenes
- Embalaje y despacho

En la Tabla 2.3 se puede observar de manera más detallada la diferencia entre cada operación, lo cual nos permite una gestión independiente de cada una de ellas (Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC)) [6].

<b>Recepción, control e inspección</b>	<b>Almacenamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargar el camión y registrar los productos recibidos.</li> <li>• Inspeccionar cuantitativa y cualitativamente, los productos recibidos para determinar si el producto cumple o no con las condiciones negociadas.</li> <li>• Distribuir los productos para su almacenamiento u otros procesos que lo requieran.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicar los productos en las posiciones de almacenamiento.</li> <li>• Dentro de la organización del almacén, se debe considerar la categorización ABC, la cual prioriza las posiciones y productos por nivel de rotación.</li> <li>• Almacenar el producto en el área de reserva o recuperación rápida</li> <li>• Guardar físicamente los productos hasta que sean solicitado por el cliente.</li> </ul>
<b>Preparación de pedidos</b>	<b>Embalaje y despacho</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consiste en la preparación y adecuación de las órdenes de pedidos para atender las necesidades de los clientes.</li> <li>• Recuperación de los productos desde su ubicación de almacenamiento para preparar los pedidos de los clientes.</li> <li>• Establecimiento de políticas acerca de diseño y distribución de la zona de preparación de los pedidos, según las características de órdenes y clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Checar, empacar y cargar los vehículos en el medio de transporte.</li> <li>• Establecer políticas para ubicar las unidades de carga en camiones en la zona de carga.</li> <li>• Preparar los documentos de despacho, incluyendo las facturas, lista de chequeo, etiqueta con dirección de entrega entre otros.</li> </ul>

*Tabla 2.3 Principales actividades en cada uno de las operaciones*

Para optimizar su mantenimiento y manejo, es necesario definir sistemas de almacenamiento adecuados, los cuales son resultado de la mezcla de equipos y métodos de operación utilizados en un ambiente de almacenaje y recuperación de productos [7].

Como resultado de un incremento de la cantidad de envíos, muchas instalaciones logísticas tales como terminales, centros de distribución o áreas de producción alcanzan el límite de su capacidad de desempeño dentro de la cadena de abastecimiento. Para fortalecer la productividad de las instalaciones métodos científicos pueden ser aplicados para incrementar la capacidad de utilización [8].

En este punto considerar el layout sugiere una apropiada disposición de cada elemento que conforma una instalación logística; el layout debe asegurar el modo más eficiente para manejar los productos que en él se almacenen.

Dentro del layout se tienen que considerar la estrategia para el recibo y salida de productos, así como el arquetipo de almacén tiene que ser el más efectivo de acuerdo a las características de los productos; tiene que considerar el tipo de equipo de transporte interno, rutas, niveles de inventario, rotación de los productos, entre otros.

## **2.1 Clasificación de los centros de distribución en función de la centralización de sus operaciones y flujo lineal.**

Los Centros de Distribución se pueden clasificar en:

- a) Centro de Distribución Centralizado.
- b) Centro de Distribución No Centralizado.

Una administración centralizada de un centro de distribución (HQ-CDC por sus siglas en inglés) es considerada en este estudio para servirle a múltiples subsidiarias con demanda estocástica. El espacio dedicado está reservado para la duración de un periodo de tiempo con la reasignación permitida al principio de cada periodo. Las subsidiarias también permiten cubrir sus necesidades de almacenamiento suplementario de sus espacios reservados con espacios rentados en cualquier momento pero su costo sería elevado [9]. En este tenor las oportunidades de la centralización son:

- Incrementar la rotación.
- Reducir el costo de ordenar.
- Mejor control de calidad y servicio.
- Mayor productividad en las operaciones de surtido, despacho y recibo.
- Disminución en los tiempos de entrega.

Por otro lado cuando se tienen centros de distribución no centralizados se tienen que tomar en cuenta lo siguientes aspectos que podrían traer un bajo nivel de servicio al cliente final:

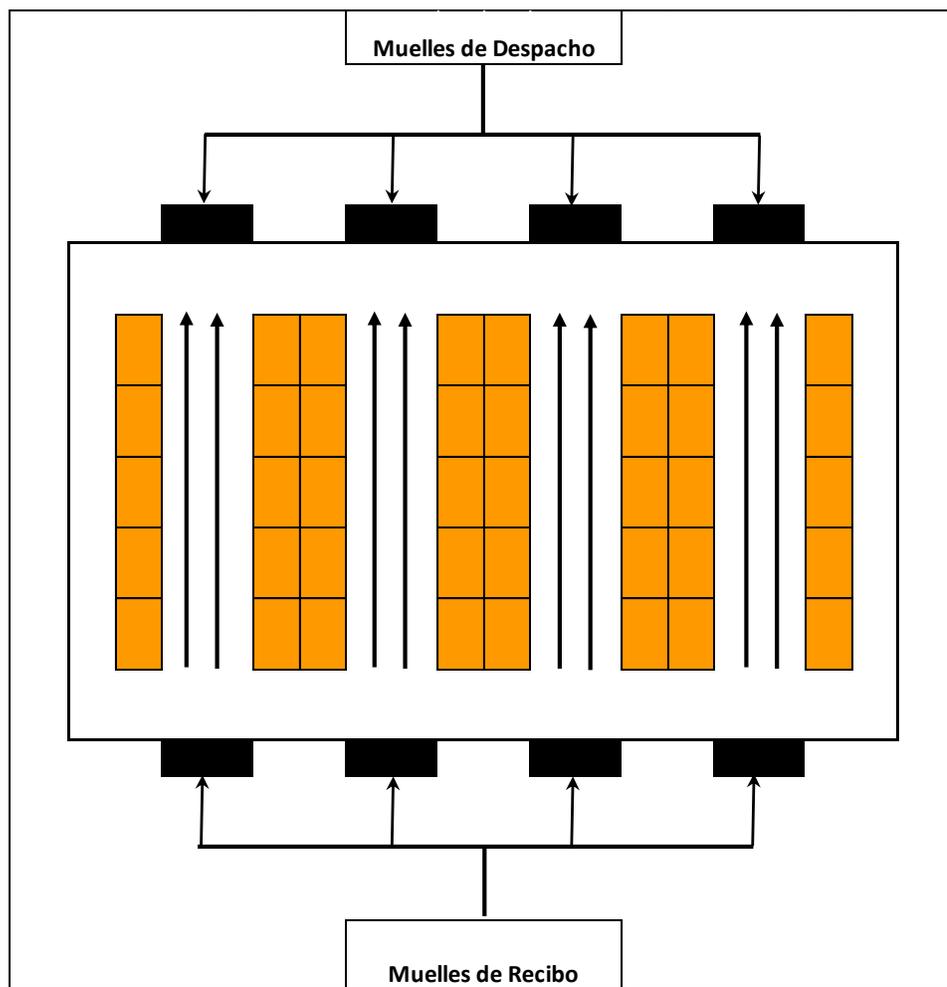
- Incremento en los costos de transporte.
- Incremento en costos de servicio.
- Incremento a la posibilidad de baja existencia.

Las fluctuaciones del costo y las demandas de los clientes complica a las firmas responder a las condiciones de mercado efectivamente y causa pérdidas de ganancias y de clientes, el proceso de la cadena de abastecimiento, los productos deben de ser entregados a los clientes en el menor tiempo posible y estas entregas tienen que ser procuradas con un mínimo de números de stocks. La distribución para cantidades pequeñas de los productos en un rango amplio de variedad tiene que ser con mayor frecuencia y más rápido [10].

Para que esto se logre se tiene que hacer un análisis del movimiento del producto en aquello que tiene más demanda y tenga una localización preestablecida que se encuentre en la ruta lógica de surtido, de tal manera que el surtido sea expedito y certero; esto conlleva a tener una mejor eficiencia y control sobre los mismos, es claro que es muy dinámico dado que algunos productos se venden de acuerdo a la estacionalidad o a la época, por lo que se tiene que anticipar estas situaciones para que se encuentre listo el producto en la localización correcta antes de que se vaya a surtir, como ejemplo la temporada escolar, las empresas que se dedican a producir los artículos escolares tienen que prever que tienen que estar enviando el producto con dos meses de anticipación, entonces el centro de distribución tiene que asignar localizaciones y zonas específicas para que el flujo de materiales sea idóneo y la eficiencia no se vea afectada.

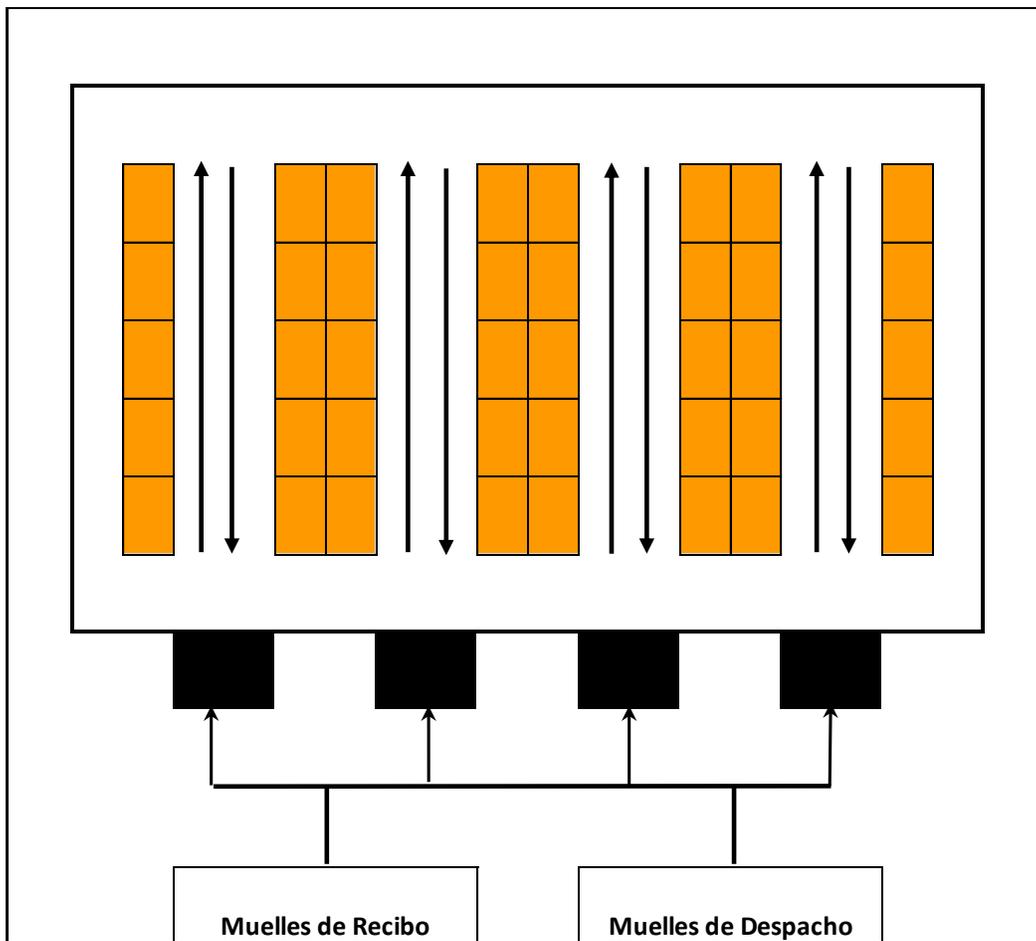
En este contexto los recorridos lineales aplican cuando existen dos plataformas de recibo, una en la cual se reciben las mercancías y otra, ubicada en el extremo opuesto de la primera, para el despacho de los pedidos.

En la Figura 2.2 se puede observar el flujo lineal que siguen los materiales desde los muelles de recibo hasta los muelles de despacho que se encuentran en zonas totalmente opuestas, en este modelo se separan ambas zona de descarga y carga en forma lineal teniendo entre ellas las áreas de almacenamiento.



*Figura 2.2 Ejemplificación de un modelo de flujo lineal*

El recorrido en U debe emplearse cuando los muelles de salida de producto están ubicados de forma continua a los muelles de recibo, por lo que el centro de distribución tiene una sola plataforma de carga y descarga.



*Figura 2.3 Ejemplificación de un modelo de flujo tipo "U"*

Basado en los procesos que configuran la gestión de almacenes se procedió a analizar solo tres de ellos, los cuales abarcan el estudio de esta investigación:

1. Recibo y control
2. Almacenamiento
3. Surtido de Órdenes

Se analizaron los procesos arriba citados que interactúan en las operaciones del centro de distribución con operaciones muy manuales y susceptibles al error humano causando un impacto negativo en las operaciones y en la satisfacción de nuestros clientes.

El procedimiento de investigación consistió en examinar las variables que se puedan controlar dentro de cada operación con el fin de poder eficientizar los procesos, por ejemplo la ubicación de las ubicaciones de almacenaje que define la capacidad de almacenamiento, capacidad de carga, algunas localizaciones se añadió el nombre de direcciones primarias y se hizo un cruce con los productos de mayor movimiento, lo que permitió que cuando se hiciera un resurtido de localizaciones, este tipo de ubicaciones siempre tuviera producto.

Para el caso de *Recibo y Control* como su nombre lo indica es aquel que permite ingresar al almacén los productos que pueden estar disponibles para ser comercializados.

La descripción general se enlista a continuación:

- 1.- ¿El producto tiene pedimento de importación y concuerda la descripción del producto con la factura?
- 2.- El producto se acondiciona para ser ingresado al almacén, es decir puede que requiera ser etiquetado para cumplir alguna norma o algún requerimiento interno.
- 3.- Se deja el producto junto con un ticket que contiene descripción y cantidad.
- 4.- El acomodador toma el producto y busca alguna localización disponible para almacenarlo.
- 5.- Una vez que localiza la localización procede a escanear la ubicación del rack y el código de barras de ticket impreso introduciendo la cantidad en forma manual al tracker.

6.- El trakker se tiene que conectar a la computadora para descargar la información dado que tiene cierto límite de almacenamiento.

7.- El producto está disponible para venta.

## 9. Resultados

El procedimiento que realizan los almacenistas sugiere que recibían el producto y se tiene que cotejar el recibo contra tickets previamente impresos con código de barras de acuerdo al pedimento aduanal en donde la información contenida daba referencia a la cantidad y pedimento y descripción de producto. Una vez que era revisada esta información, el producto se dejaba listo para ser acomodado en un espacio.

Cuando el almacenista tiene que acomodar este producto se le asigna cualquier localización disponible y/o dependiendo de su experiencia el lugar donde podría ponerse o simplemente recordar la existencia de un producto similar para reacomodarlo.

Una vez que se acomoda el producto se escaneaba el código de barras en un dispositivo portátil (trakker) el cual tiene que conectarse a una computadora 2 o 3 veces al día para descargar la información y actualizar los inventarios, con lo cual el producto quedaría disponible para venta; esta actividad tenía consigo tiempos perdidos porque la descarga llevaba alrededor de 3 a 5 minutos.

Esta operación no permitía tener un aprovechamiento de espacio y además dejaba el producto esparcido por el centro de distribución, dado que dependía de la disponibilidad de espacios para almacenar el producto y con los recorridos largos y lentos dentro del centro de distribución generaba ineficiente la operación.

El tiempo invertido en la operación de acomodo traía consigo que el departamento de control de inventarios pudiera tener discrepancias , porque si dentro de sus conteos cíclicos le tocaba revisar este producto y el acomodador realizo una compactación de producto en un espacio donde previamente ya existía producto, entonces la persona que cotejaba la cantidad que el sistema visualizaba tener en este espacio específico no era igual a la que físicamente se revisó previamente, y esto era debido a que el dispositivo portátil (trakker) no había descargado al sistema aún, esto formaba más carga de trabajo dado que el analista tenía que verificar con el área de recibo si tenía información pendiente de descargar y ver si dentro de esta información estaba el producto en cuestión, esto hubiera sido sencillo si solo existiera un acomodador pero no era así y por lo tanto la operación de control de inventario resulta muy lenta e ineficaz.

Inicialmente el centro de distribución tenía una acomodación tal y como se puede apreciar en la Figura 3.1 la cual tenía un orden con respecto al peso y dimensión del producto sin considerar su velocidad de movimiento, en este sentido se intentó almacenar el producto de bajo movimiento en lugares que afectaban la eficiencia de surtido, teniendo que hacer el recorrido completo dentro de los pasillos y a través de todo el centro de distribución para

surtir una sola orden en este contexto el recorrido podía llegar entre 400 y 500 metros lineales sin considerar las veces que el almacenista tenía que elevarse con su montacargas para llegar a aquellas localizaciones que estaban fuera de alcance promedio de una persona; esto se puede apreciar en la Figura 3.2.

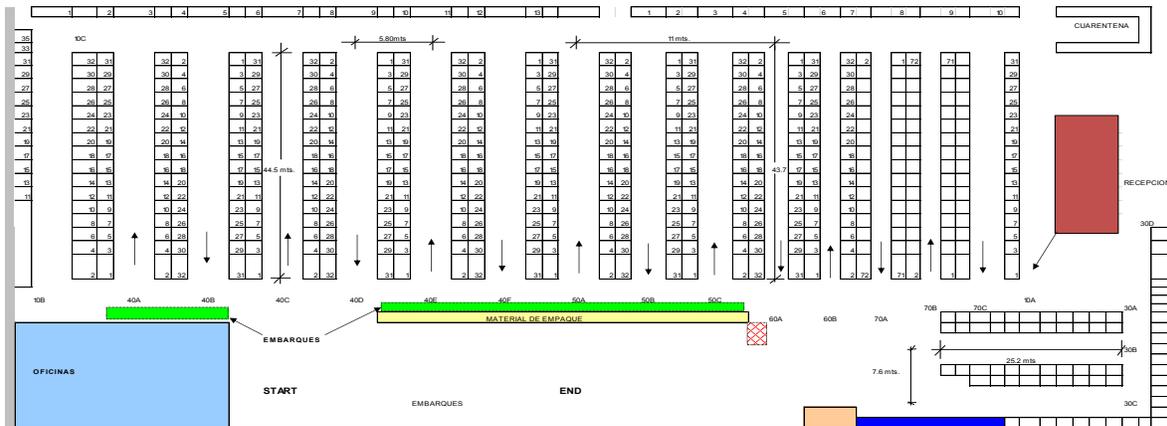


Figura 3.1 Esquema del acomodo de los racks dentro de un centro de distribución

En la Figura 3.2 se puede observar que los niveles A y B son niveles accesibles en donde se pueden acomodar y surtir productos más rápidamente.

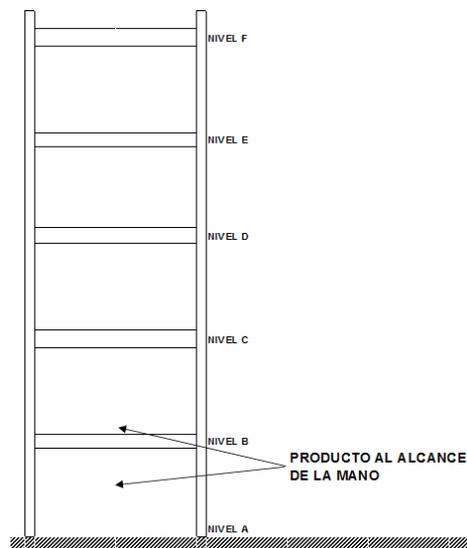


Figura 3.2 Ilustración de un rack normalmente utilizado en el acomodo de producto en un centro de distribución.

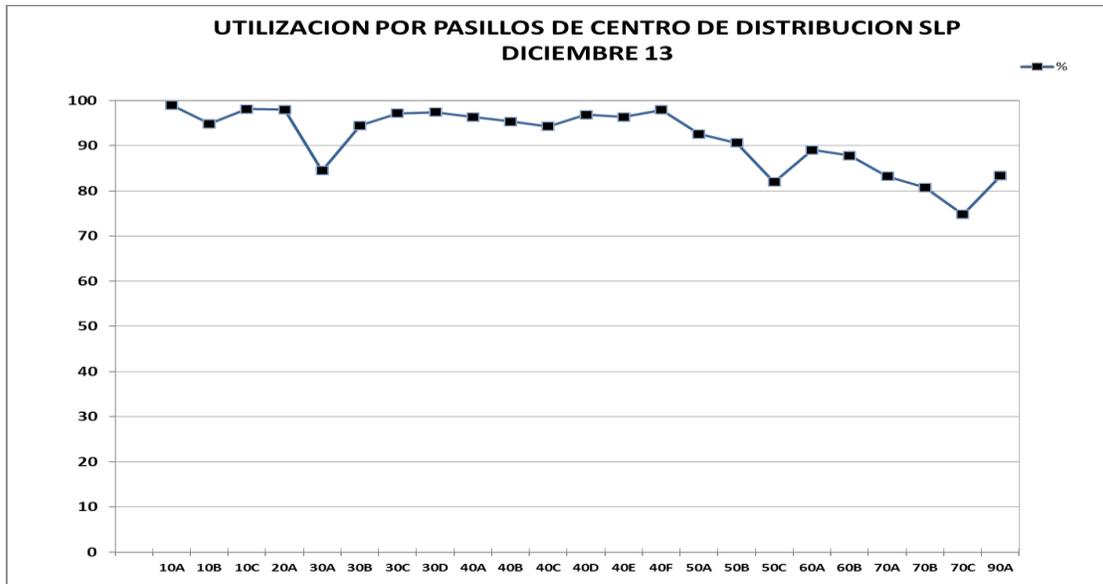
### 3.1 Almacenamiento

Este proceso se refiere a la actividad de mantener el producto bajo resguardo tanto en cantidad específica por producto (control de inventarios) como en la calidad de los empaques, los cuales tienen que estar libres de cualquier daño.

La descripción general sugiere:

- 1.- El almacén tenía localizaciones con código de barras.
- 2.- El acomodador busca alguna localización para acomodar el producto es decir invierte tiempo tratando de localizar una ubicación.
- 3.- El acomodador colocará el producto en cualquier localización provocando que si el producto es de alto movimiento este pudiera quedar almacenado a una altura diferente o en la parte más lejana del área de empaque.

El proceso de almacenamiento dependía en gran medida de la experiencia del personal y de la disponibilidad de espacios, lo que hacía un proceso muy ineficiente porque toda la responsabilidad quedaba en manos de los almacenistas, para que un centro de distribución pueda operar satisfactoriamente tiene que tener por lo menos un 15% de espacio utilizable para poder maniobrar, como se puede observar en la Figura 3.3 a finales del 2013 donde un uso total del 90.45% ocasionaba problemas de recibo y acomodo de materiales, porque el almacenista tenía que invertir tiempo en visualizar en el sistema donde existía producto similar al que iba a recibir para revisar la posibilidad de reacomodar el producto y de esta manera utilizar donde hubiese espacio



*Figura 3.3 Medición de utilización de capacidad por pasillos dentro de un centro de distribución.*

En la figura 3.3 se puede observar la utilización por pasillo, lo cual visualiza que la operación no fuera eficiente por la falta de espacio para acomodar producto, esta gráfica se obtiene de restar el número de las ubicaciones vacías del total de las ubicaciones que tiene dicho pasillo y a su vez esta cantidad dividirla entre el total de las ubicaciones de dicho pasillo para obtener el porcentaje:

- Pasillo 40A
- Ubicaciones: 384
- Ubicaciones Vacías: 19
- Utilización por pasillo =  $(\text{Ubicaciones Totales} - \text{Ubicaciones Vacías}) / (\text{Total de Ubicaciones del Pasillo})$
- Utilización por pasillo =  $(384 - 19) / (384) = 95.05\%$  de utilización del pasillo 40A.

Esto quiere decir que solo se tiene libre el 5% del pasillo para hacer acomodos.

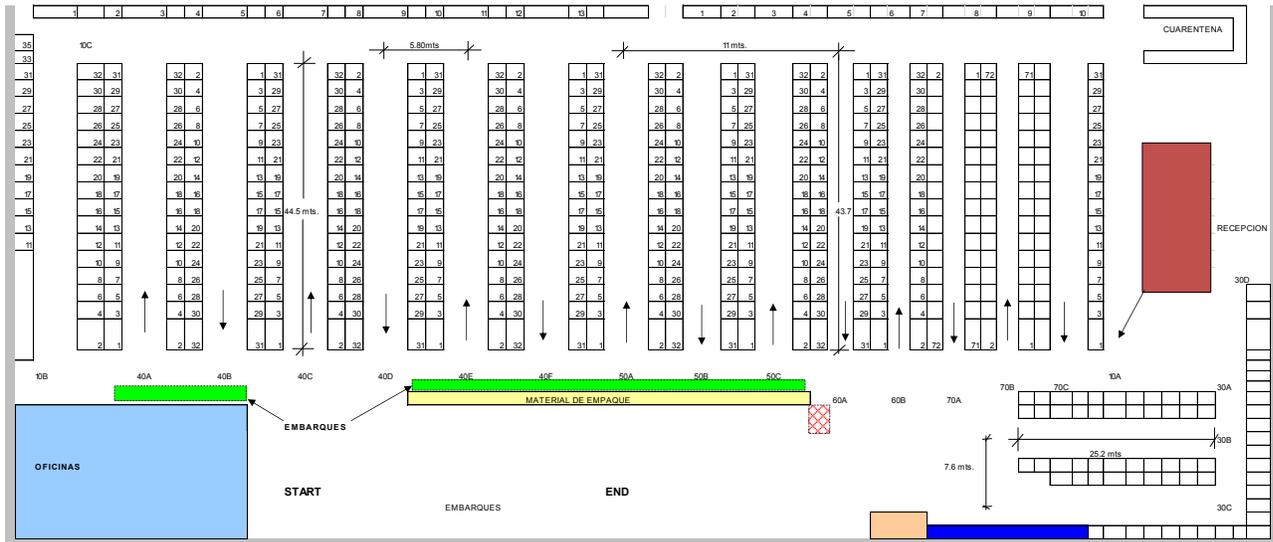
### 3.2 Surtido de órdenes

- 1.- Se generan tickets de surtido en papel.
- 2.- Se asignan por operador tratando de distribuir la misma carga de trabajo para todo el personal.
- 3.- Los tickets de surtido contienen la siguiente información:
  - a) Número de parte;
  - b) Descripción del producto;
  - c) Localización donde se encuentra ubicado el producto;
  - d) Cantidad a surtir;
  - e) Nombre del cliente.
- 4.- El surtidor elude dichos tickets de acuerdo a su experiencia colocando en primera instancia aquellos tickets que contenían partes pesada y/o voluminosas hasta llegar a partes frágiles y/o de tamaño pequeño, esto con la finalidad de que las piezas pesada se colocarán en la parte baja de los contenedores y dichos contenedores se fueran llenando hasta que en la parte superior solo existieran partes pequeñas y/o frágiles.
- 5.- Una vez que se realiza esta separación de tickets, el surtidor se dirige a recolectar el material, no importando la distancia que se asumiera que recorrer y/o la altura que se tuviera que desplazar para poder tomar el material.
- 6.-Al estar en la ubicación que el ticket hace mención el surtidor toma el producto y lo coloca en el contenedor y así sucesivamente hasta que termina de surtir dicha orden.
- 7.- Al finalizar deja el contendor en el área de empaque.

El proceso de la generación de las órdenes se hace a través de la asignación automática del sistema y realiza la selección del producto a surtir de acuerdo al número de parte y a la localización donde se encuentre ubicado, posteriormente se imprimen los tickets de surtido

en etiquetas de papel, los tickets de surtido se asignan a los empleados para que comenzarán con el proceso de surtido del producto.

Este transcurso era muy lento y poco eficiente dado que la asignación se realiza de acuerdo al método PEPS (primeras entradas – primeras salidas), y no necesariamente las ubicaciones que contenían el producto estaban en una forma ordenada, esto se muestra en la Figura 3.4 que permitiera al personal hacer un barrido ordenado y eficiente del surtido, otra desventaja de llevar a cabo esta actividad fue que el error humano jugaba un papel muy importante, porque si existe fatiga o cansancio en el empleado, esto traer consigo que se pudiera tomar producto de otra localización aún y cuando no fuera el mismo y/o podría tomar cantidad diferente que repercutiría en la calidad del servicio y en una mala satisfacción por parte del cliente final, cabe mencionar que todo mercado es muy sensible a estas fallas, si el cliente no recibe, o recibe incompleta su orden o no recibe el producto que solicitó podrá tener problemas subsecuente, ejemplifiquemos un caso, las plantas armadoras que trabajan a través de JIT , pues bien, ¿qué pasaría si no les llega una parte que será asignada a la próxima corrida de producción y que esta parte es fundamental para que el componente final funcione o quede armado para continuar dentro de la línea de producción? pues resultaría en que la planta tendrá que hacer ajustes o cambiar de modelo a producir, pero aquí no acaban el problema ya que a su vez la planta manufacturera ya tiene convenios de tiempo de entrega y al final del proceso tampoco podrán cumplir el pedido lo que generaría cierta molestia y/o desconfianza del cliente final porque no se cumplió con el plazo requerido, esto fue generado por no surtir o surtir equivocado un producto.



*Figura 3.4 Esquematación del flujo de direcciones dentro de un centro de distribución y acomodo de los racks de acuerdo a peso y dimensiones del producto.*

### 3.3 Propuesta para eficientizar el flujo de productos dentro de un centro de distribución.

En la Figura 3.5 se puede apreciar la hoja de control para que todas las asignaciones de los espacios de acuerdo a su volumen se almacenen los productos y así de esta manera evitar que existieran problemas al momento con el personal que estuviera haciendo sus actividades físicamente.

Pas.	loc.	Nivel	Code	Up date	Pas.	loc.	Nivel	Code	Up date	Pas.	loc.	Nivel	Code	Up date	Pas.	loc.	Nivel	Code	Up date	Pas.	loc.	Nivel	Code	Up date
40A	1 A	A		Ok	40B	1 A	A		Ok	40C	1 A	A		Ok	50A	1 A	F		Ok	60A	1 A	F		Ok
40A	1 B	B		Ok	40B	1 B	B		Ok	40C	1 B	B		Ok	50A	1 B	A		Ok	60A	1 B	A		Ok
40A	1 C	C		Ok	40B	1 C	C		Ok	40C	1 C	C		Ok	50A	1 C	B		Ok	60A	1 C	B		Ok
40A	1 D	D		Ok	40B	1 D	D		Ok	40C	1 D	D		Ok	50A	1 D	C		Ok	60A	1 D	C		Ok
40A	1 E	E		Ok	40B	1 E	E		Ok	40C	1 E	E		Ok	50A	1 E	D		Ok	60A	1 E	D		Ok
40A	1 F	F		Ok	40B	1 F	F		Ok	40C	1 F	F		Ok	50A	1 F	E		Ok	60A	1 F	E		Ok
40A	2 A	A		Ok	40B	2 A	A		Ok	40C	2 A	A		Ok	50A	1 G	F		Ok	60A	1 G	F		Ok
40A	2 B	B		Ok	40B	2 B	B		Ok	40C	2 B	B		Ok	50A	1 H	F		Ok	60A	1 H	F		Ok
40A	2 C	C		Ok	40B	2 C	C		Ok	40C	2 C	C		Ok	50A	2 A	F		Ok	60A	1 J	F		Ok
40A	2 D	D		Ok	40B	2 D	D		Ok	40C	2 D	D		Ok	50A	2 B	A		Ok	60A	1 K	F		Ok
40A	2 E	E		Ok	40B	2 E	E		Ok	40C	2 E	E		Ok	50A	2 C	B		Ok	60A	2 A	F		Ok
40A	2 F	F		Ok	40B	2 F	F		Ok	40C	2 F	F		Ok	50A	2 D	C		Ok	60A	2 B	A		Ok
40A	3 A	A		Ok	40B	3 A	A		Ok	40C	3 A	A		Ok	50A	2 E	D		Ok	60A	2 C	B		Ok
40A	3 B	B		Ok	40B	3 B	B		Ok	40C	3 B	B		Ok	50A	2 F	E		Ok	60A	2 D	C		Ok
40A	3 C	C		Ok	40B	3 C	C		Ok	40C	3 C	C		Ok	50A	2 G	F		Ok	60A	2 E	D		Ok
40A	3 D	D		Ok	40B	3 D	D		Ok	40C	3 D	D		Ok	50A	2 H	F		Ok	60A	2 F	E		Ok
40A	3 E	E		Ok	40B	3 E	E		Ok	40C	3 E	E		Ok	50A	3 A	F		Ok	60A	2 G	F		Ok
40A	3 F	F		Ok	40B	3 F	F		Ok	40C	3 F	F		Ok	50A	3 B	A		Ok	60A	2 H	F		Ok
40A	4 A	A		Ok	40B	4 A	A		Ok	40C	4 A	A		Ok	50A	3 C	B		Ok	60A	2 J	F		Ok

*Figura 3.5 Hoja de control para la modificación de cada ubicación de acuerdo a su dimensión, nivel y código de movimiento.*

Una vez que se actualizaron estas ubicaciones en el sistema del centro de distribución se procedió con su identificación en cada uno de los espacios físicamente.

En el sistema cada una de las localizaciones como se pudo observar anteriormente se procedió a realizar un análisis de la demanda del producto se puede visualizar en la figura 3.6 para determinar cuánto producto y que tipo de producto se tenía que almacenar en dichos espacios, además representa el estudio de demanda por movimiento, esta información es la base para poder desarrollar el proyecto de asignación, compactación y reabastecimiento de producto.

ITEM ID	12 MTH LINES	12 MTH DEMAND	BIN LOCATION	GROSS ONHAND	Lines by month	Pieces by month
ACX1852	349	3250	50A	425	17	155
AL1071	26	84	60B	15	1	4
AL1072	34	134	60A	44	2	6
AL1073	32	120	60A	34	2	6
AS1032	28	87	50B	55	1	4
AS1040	139	635	40F	204	7	30
AS3000	55	216	60A	68	3	10
AS3016	20	42	70B	27	1	2
ATV3K	18	31	70A	13	1	1
A1-1805S149	74	371	50C	144	4	18
A1000S	19	47	40C	9	1	2
A1199P1394	101	1100	60A	243	5	52
A1205A1925	100	545	60A	103	5	26
A1205B1926	146	1067	50C	213	7	51
A1205D1928	31	55	60B	15	1	3
A1205G2425	24	68	60A	0	1	3
A1205K1285	152	3478	40E	938	7	166
A1205L1338	171	333	40E	1015	8	16
A1205N2588	28	75	50C	54	1	4
A1205P1368	122	790	50C	108	6	38
A1205P191	142	851	50C	136	7	41
A1205P2590	22	54	60A	32	1	3

*Figura 3.6 Hoja que representa la demanda de movimiento del producto*

Con esta información se procedió a segmentar el centro de distribución por secciones, de tal manera que no se tuviera que recorrer todo el almacén, se consideró para interpretar el análisis numérico (campana de Gauss) la cual representa gráficamente la distribución normal de un grupo de datos de la figura 3.6, por lo que la probabilidad de acomodo y surtido de piezas quedó concentrado debajo de esta distribución, lo cual traerá mejor control de inventario porque el producto se estará limitando a un cierto espacio más reducido y controlado; la dispersión de los errores tiende a ser reducida.

Como se puede observar en la Figura 3.7 se muestra una representación gráfica de la composición de la distribución normal dentro de un centro de distribución.

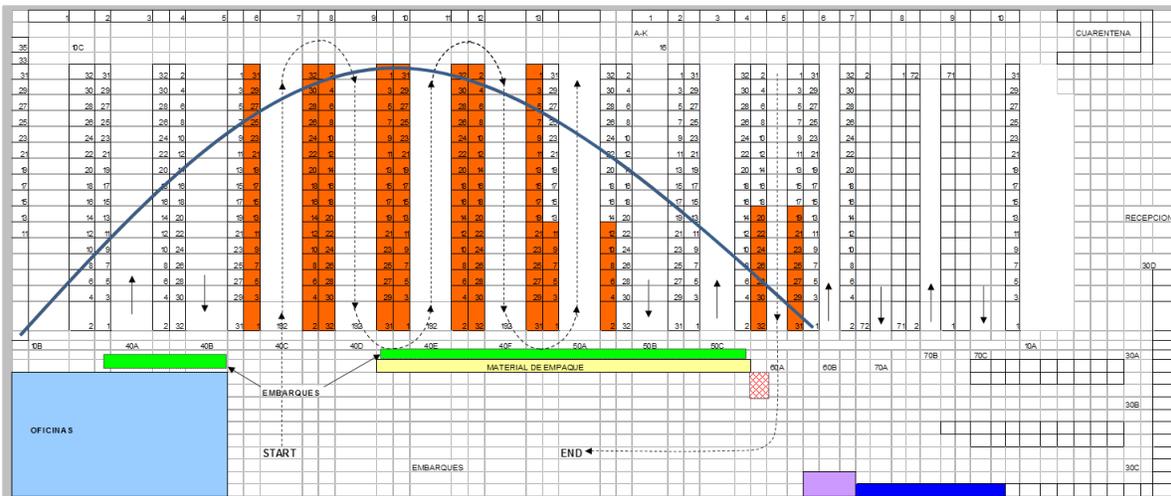


Figura 3.7 representación esquemática de la distribución normal para maximizar la eficiencia de acomodo, surtido y exactitud de inventarios.

Los racks se procedieron a marcar o etiquetar en varios colores como se muestra en la Figura 3.8, con esta ayuda visual el personal puede determinar el tipo de material que ahí estaría almacenado de tal manera que la velocidad del producto fuera fácilmente identificable:

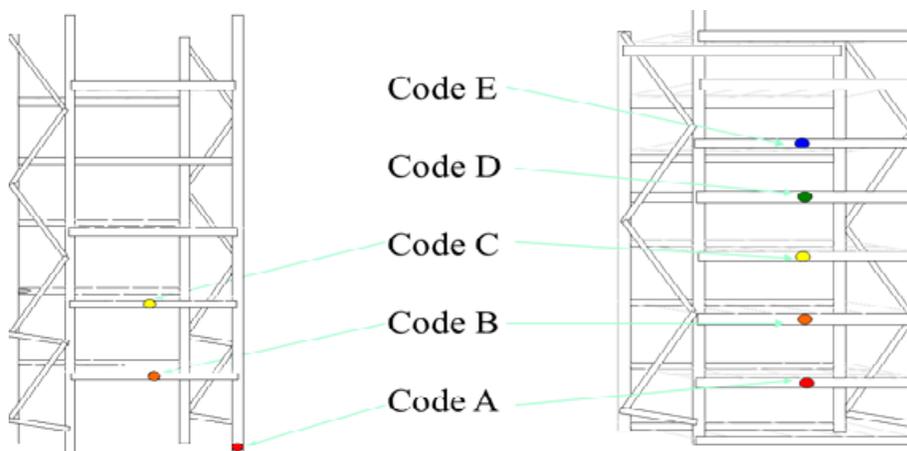


Figura 3.8 Representación esquemática de unos racks con su ayuda visual.

Como se puede apreciar, los códigos están colocados de igual manera, solo que en los pasillos en donde el producto a colocar y surtir es de dimensiones menores, se tiene más localizaciones disponibles. Como se puede observar los códigos A, B y C son los que están al alcance del personal para que puedan ser manipulados con mayor rapidez y facilidad.

Se procedió a realizar los movimientos necesarios de producto en donde se pudieran cruzar los códigos de velocidad de las localizaciones contra los códigos de velocidad del producto Tabla 3.9.

En la tabla 3.9 existen tanto localizaciones como productos que están fuera de su lugar, los cuales se pueden observar en la columna mismatched, después de hacer un programa de movimientos para reducir el índice de error entre la velocidad del producto y la velocidad de la localización.

40 D								
Vel/Loc	A	B	C	D	E	F	Total	Mismatched
A	20	10	2	1			33	1%
B	8	10	6	2	2	1	29	4%
C	6	14	5	3	4	8	40	7%
D	23	12	10	12	4	10	71	13%
E	3	8	6	9	5	8	39	4%
F	0	0	0	0	0	0	0	0%
G	11	11	8	14	15	12	71	8%
N	1						1	0%
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>65</b>	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>39</b>	<b>284</b>	
<b>Mismatched</b>	5%	7%	5%	8%	7%	7%		

*Tabla 3.9 Se observa el cruce de velocidad de producto versus localizaciones y el porcentaje área asignada*

En la Tabla 3.10 se puede observar cómo se corrigió este comportamiento del cruce de localizaciones contra el código del producto.

40 D									
Vel/Loc	A	B	C	D	E	F	Total	Mismatched	
A	22	11	0	0	0	0	33	0%	✓
B	14	15	0	0	0	0	29	0%	✓
C	14	26	0	0	0	0	40	0%	✓
D	38	33	0	0	0	0	71	0%	✓
E	0	0	0	16	25	0	41	0%	✓
F	0	0	0	9	9	4	22	0%	✓
G	0	0	0	8	0	39	47	0%	✓
N	0	0	0	0	1	0	1	0%	✓
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>85</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>43</b>	<b>284</b>		
<b>Mismatched</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>15%</b>			

*Tabla 3.10 Visualización del cruce de velocidad de producto versus localización sin margen de error, lo que indica que el producto está en su ubicación correspondiente.*

Por último en la tabla 3.11 se resume las mejoras que se realizaron antes y después de este trabajo.

Indicadores de Mejora			
Operación	Medición antes del proyecto	Medición después del proyecto	Mejora
Utilización de Espacio de Almacenaje	90.4%	80.0%	12%
Exactitud de Inventario (promedio anual)	97.3%	99.99%	3%
Líneas acomodadas	190 Líneas	269 Líneas	42%
Recorrido de surtido	798 metros	354.4 metros	44%
Líneas surtidas por turno	1,578 Líneas	2,367 Líneas	50%
Errores de surtido DPU (Defecto por unidad)	0.0037	0.0022	59%
Líneas surtidas sin error	271	439	62%
Líneas de reabasto a "Home Slots"	134 Líneas	175 Líneas	31%
Tiempo extra	2% del costo de operación	0% del costo de operación	

*Tabla 3.11 Indicadores de mejora antes y después de realizar este trabajo.*

## 2. **Discusión y Conclusión**

Este trabajo fue diseñado utilizando los conceptos de Lean Manufacturing como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible; es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas.

Con la implementación en las áreas de operación puede obtener mejoras en cada uno de los procesos de los centros de distribución dado que todos y cada uno de ellos están basados en los mismos parámetros de medición; en este sentido la propuesta no viene a contraponerse con ninguna publicación, más bien sumar diferentes formas de analizar los procesos.

La calidad del servicio hacia los clientes se verá incrementada y por ende la competitividad y posición del mercado de la empresa se beneficiará por que el cliente tendrá una confiabilidad total en la calidad del proceso. La rentabilidad y eficiencia permitirá en un futuro cercano la inclusión e implementación de nuevas tecnologías para disminuir la variabilidad del proceso.

La idea entonces es colaborar con índices de medición con el fin de poder incrementar la eficiencia a través de la eliminación de actividades que no agreguen un valor al proceso, por lo tanto se tiene que incluir la mejora continua como parte integral de una nueva cultura de trabajo.

Esta propuesta puede coadyuvar con los requerimientos de las plantas automotrices particularmente instaladas en el estado de San Luis Potosí y que trabajan bajo la metodología JIT, por lo que se podrá tener un mejor nivel de respuesta y satisfacción si se aplica de acuerdo a la metodología propuesta a los procesos internos de cada uno de los centros de distribución.

### Referencias

- [1] Gal, D. Cinco claves para una excelente gestión de un centro de distribución. [En línea] 25 de 05 de 2012. [Citado el: 7 de 06 de 2015.] <http://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2012/05/25/claves-gestion-centro-de-distribucion-logistica/>.
- [2] Sal, B. Diseño y Layout de almacenes y centros de distribución. Colombia: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestión-de-almacenes/diseño-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribución/>, 2016.
- [3] Nee, B, Meh, M y Cha, (2014), “A Supply Chain and Logistics For The Present Day Business.. s.l. : PROCEDIA. 665-675.
- [4] Far, O y Aka, G (2006). Innovation and Creativity on Logistics besides TRIZ Methodolgy.: Procedia. 724-729.
- [5] Keller, S., & Keller, B. C. (2013). The Definitive Guide to Warehousing: Managing the Storage and Handling of Materials and Products in the Supply Chain. Pearson Education.
- [6] Gom, R y Can, J, (2010). “Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). COR, A., Colombia : Estudios Gerenciales, pp. 145-171.
- [7] Correa Espinal, A., Álvarez López, C. E., y Gómez Montoya, R. A. (2010). Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro. Estudios Gerenciales, 26(116).
- [8] Burston, J. (2013). Mobile-assisted language learning: A selected annotated bibliography of implementation studies 1994–2012..
- [9] Zhang, T., Huang, G. Q., Luo, H., & Zhong, R. (2014). Storage pricing and allocation in a headquarter-managed centralized distribution center. Procedia CIRP, 25, 33-38.
- [10] Cakmak, E., Gunay, N. S., Aybakan, G., & Tanyas, M. (2012). Determining the size and design of flow type and u-type warehouses. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 58, 1425-1433.

- [11] Hanchuan, P., Ruifang, W., Hao, D., & Feng, Z. (2013). The Research of logistics cost and influencing factors based on cross docking. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 96, 1812-1817. The Research of Logistics Cost and Influencing Factors.
- [12] Xing, M., Wang, Z., Cheng, G., & Zhang, Q. (2011). Study on location adjustment model of store area in distribution center based on shortest picking time. *Procedia Engineering*, 24, 604-609.
- [13] Moeller, K. (2011). Increasing warehouse order picking performance by sequence optimization. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 20, 177-185.
- [14] Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean manufacturing case study with Kanban system implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174-180.
- [15] Argueta, C. M., Cardona, O. C. S., Albán, H. M. G., & Moreno, J. P. M. (2015). Análisis del tamaño de empaque en la cadena de valor para minimizar costos logísticos: un caso de estudio en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 111-121.
- [16] Mei, I, Ara, A y Lit, (2013), “La satisfacción de los clientes con un Sistema de calidad Logístico, *SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES*, pp. 330-340.
- [17] Zulfakar, M. H., Anuar, M. M., & Ab Talib, M. S. (2014). Conceptual framework on halal food supply chain integrity enhancement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 121, 58-67
- [18] Kaynak, R., Koçoğlu, İ., & Akgün, A. E. (2014). The role of reverse logistics in the concept of logistics centers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 109, 438-442.
- [19] Gobierno del Estado de San Luis Potosi. Secretaria de Desarrollo Económico de San Luis Potosi. [En línea] 15 de May de 2013. [Citado el: 12 de June de 2015.] <http://www.sdeslp.gob.mx/estudios/perfiles/Estado>.
- [20] San Luis Potosí, Secretaría de Comunicaciones y Transportes de Gobierno del Estado de San Luis. Secretaría de Comunicaciones y Transportes de Gobierno del Estado de San Luis Potosí. Secretaria de Desarrollo Económico. [En línea] 15 de May de 2013. [Citado el: 12 de June de 2015.] <http://sdeslp.gob.mx/estudios/perfiles/Estado>.
- [21] Lewandowski, K. (2014). 5 cases in the last 100 meters of delivery of goods. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 151, 183-195.