

Artículo de Revisión

Bases para la distribución en almacenes: una aproximación

Sebastián Obando Morales¹, Estefanía Vélez Duque², Laura C. Fernández Castañeda³, Ana C. Zúñiga Zapata^{4*}

■ RESUMEN

El diseño de la distribución en bodega es un tema poco estudiado hasta la fecha, a pesar de ser el equivalente a la cuarta parte de los costos de almacenamiento y la base para el diseño del lugar en el cual se almacenará el capital de las empresas. El propósito del presente trabajo consiste en presentar una serie de pautas, desarrolladas a partir de las propuestas de diferentes autores sobre el diseño del almacén en general, pero sintetizadas de forma particular en el diseño de la distribución en bodega, para guiar a las empresas en la búsqueda por disminuir los costos logísticos e incrementar la competitividad.

Palabras clave: Distribución, Bodegas, Centros de Distribución, Almacenaje.

1 Estudiante de Séptimo Semestre de Ing. Industrial, Joven Investigador Lasallista grupo G3IN, Corporación Universitaria Lasallista.

2 Estudiante de Séptimo Semestre de Ing. Industrial. Corporación Universitaria Lasallista.

3 Estudiante de Noveno Semestre de Ing. Industrial Corporación Universitaria Lasallista.

4 Master en Gestión Tecnológica U de A, Especialista en logística U de A, Ingeniería Industrial Universidad Nacional sede Medellín, Docente Investigadora grupo G3IN, Corporación Universitaria Lasallista

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA (*): Corporación Universitaria Lasallista. Carrera 51 118Sur-57. Caldas-Antioquia-Colombia. Teléfono: 574-3201999. Correo electrónico: anzuniga@lasallistadocentes.edu.co

Artículo recibido: 18/03/2013; Artículo aprobado: 02/06/2013.

Bases for distribution in stores: an approach

Palavras importantes: Distribuição, Armazéns, Centros de Distribuição, Armazenagem.

▣ ABSTRACT

The design of merchandise distribution in warehouses is a topic there are not many studies about, despite the fact it is one fourth of the storing costs and the base for designing the place in which the capital of companies will be stored. This paper aims to introduce some guidelines, developed from proposals by several authors concerning the design of stores in general, but they are synthesized particularly for the design of the distribution in warehouses in order to guide companies in their search for lower logistic costs and productivity increases.

Key words: Distribution, warehouses, distribution centers, storage.

Bases para distribuição nos armazéns: uma abordagem

▣ RESUMO

O projeto do armazém de distribuição é um assunto pouco estudado até o momento, apesar de ser o equivalente a um quarto dos custos de armazenagem e a base para o desenho do lugar no qual armazenar a capital de negócios. O objetivo deste trabalho é apresentar um conjunto de diretrizes, desenvolvido a partir das propostas de diferentes autores sobre o projeto do armazém em geral, mas sintetizado forma particular no projeto do armazém de distribuição, para orientar empresas em que procuram diminuir os custos logísticos e aumentar a competitividade.

▣ INTRODUCCIÓN

Las actividades de almacenamiento y manejo de materiales son responsables de prácticamente una cuarta parte de los costos logísticos (Ballou, 2004), sin incluir el costo de manejo de inventarios. De este gasto, cerca de la mitad es mano de obra, una cuarta parte es el espacio físico y el resto es la energía consumida, equipo, materiales y otros.

Varios autores han realizado investigaciones sobre el diseño de almacenes (Heskett, Glaskowsky y Ivie, 1973; Apple, 1977; Firth, Apple, Denham, Hall, Inglis y Saipé, 1988; Hatton, 1990; Mulcahy, 1994; Oxley, 1994; Govindaraj, Blanco, Bodner, Goetschalckx, McGinnis, y Sharp, 2000; Rouwenhorst, Reuter, Stockrahm, Houtum, Mantel y Zijm, 2000; Rowley, 2000; Rushton, Oxley y Croucher, 2000; Hassan, 2002; Waters, 2003; Rushton, Croucher y Baker, 2006), sintetizados en el trabajo de Baker y Canessa (2009), en donde, es posible observar un sondeo superficial de la distribución en bodega, estableciendo holísticamente diversas pautas para; diseñar el almacén, seleccionar el equipamiento y crear estrategias operacionales, que se convierten en insumos de investigaciones más rigurosas sobre cada tema en particular.

Se destaca un trabajo (Gu, Goetschalckx y McGinnis, 2010), que consiste en una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el diseño de almacenes, en la cual se encontraron tres referentes principales (Park y Webster, 1989; Gray, Karmarkar y Seidmann, 1992; Yoon y Sharp,

1996] y una gama de modelos matemáticos, para la solución del problema del patrón de apilamiento de las estibas [Moder y Thornton, 1965; Berry, 1968; Marsh, 1979; Marsh, 1983; Goetschalckx y Ratliff, 1991; Larson, March y Kusiak, 1997], la distribución del departamento de almacenamiento [Roberts y Reed, 1972; Bassan, Roll, y Rosenblatt, 1980; Rosenblatt y Roll, 1984; P&it y Palekar, 1993] y la configuración de un Almacenamiento Automatizado/ Sistema de Recuperación [Karasawa, Nakayama y Dohi, 1980; Ashayeri, Heuts, Valkenburg, Veraart y Wilhelm, 1985; Rosenblatt, Roll y Zyser, 1993; Zollinger, 1996; Malmborg, 2001; Lee y Hwang, 1988], problemas que pueden generar costos de mantenimiento y construcción, costos de manejo de materiales, costos por utilización de espacio y costos por utilización de equipo.

La recolección y análisis de la literatura, se realizó mediante la búsqueda de las palabras claves: "Warehouse", "Warehouse Layout", "Distribución de Almacenes", "Distribución de CEDIS", "Manejo de Materiales" y "Flow Materials" en las bases de datos SCIENCE DIRECT, JSTOR, EBSCO, TAYLOR & FRANCIS GROUP, EMERALD y SCIELO, también en los motores de búsqueda, GOOGLE, GOOGLE SCHOLAR, GOOGLE ACADÉMICO, GOOGLE AVANZADO y MICROSOFT ACADEMIC SEARCH.

Es importante señalar la adquisición de relevancia de la logística a nivel global y en especial en Colombia donde los costos logísticos equivalen al 22% de una operación comercial [ANDI, 2012], incrementan la necesidad de elaborar con mayor precisión, la base de uno de los factores claves en la cadena de suministros [Lambert, Stock, y Ellram, 1998].

El presente trabajo brinda un panorama acerca del diseño de la distribución en

almacenes, que va, desde los aspectos generales de la distribución del espacio, su metodología y principios, pasando por la planeación de las zonas, hondando en los modelos matemáticos existentes y finaliza en el diseño de los centros de distribución, donde se discuten, las diferencias entre Centros de distribución (CEDIS) y Almacenes de fábrica.

■ DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO

En la minimización de los costos durante el proceso de almacenamiento, el espacio constituye el principal activo en cualquier tipo de almacén, la función del layout debe consistir en la maximización del espacio de almacenamiento [i Cos y De Navascués, 1998] y la disminución de los trayectos entre la entrada y salida de los ítems de acuerdo con el perfil del inventario, para reducir el número de operarios y el desgaste de la maquinaria y el equipo, e impactar en el flujo de materiales y en el rendimiento de la empresa.

Metodología para la distribución en bodega

Una distribución en bodega [Hassan, 2002], debe caracterizarse por ser modular, adaptable, compacta, accesible y flexible, de tal forma, que pueda responder a los cambios en las condiciones, incrementar la utilización del espacio y reducir la congestión y la movilidad. Esto exige, tomar una gran cantidad de decisiones (selección de estanterías, equipos de manejo de materiales, número de pasillos, ubicación de los puntos de acceso, etc.), que deben interactuar con las operaciones (cargue y descargue de mercancías, manejo de la orden de pedido o picking, clasificación y ubicación de mercancías, etc.) y los

factores (la demanda, las características físicas del ítem, el JIT, etc.) que rigen la bodega, a través de la consecución, no estricta (**Rushton, Croucher y Baker, 2006**), de una serie de pasos, tales como:

Determinación de la capacidad del almacén:

1. Especificar el tipo y propósito del almacén.
2. Pronosticar y analizar la demanda esperada.
3. Establecer políticas de operación.
4. Determinar los niveles de inventarios.
5. Categorización de los ítems.

Distribución de zonas alineadas con las operaciones que se realizarán en el almacén:

6. Departamentalización y distribución general.
7. Partición del área de almacenamiento.
8. Diseño del manejo de materiales, almacén y sistemas de clasificación.
9. Diseñar los pasillos.
10. Determinar los requerimientos de espacio.
11. Determinar el número y la ubicación de los puntos de entrada y salida.
12. Determinar el número y la ubicación de los muelles.
13. Distribuir el almacén.
14. Formación de zonas (principales y auxiliares)

La importancia de las decisiones de diseño radica en tres razones básicas (**Waters, 2003**): (1) Requieren grandes inversiones de dinero y esfuerzo, (2) Implican compromisos a largo plazo y (3) Tienen un impacto significativo en el costo y la eficiencia de las operaciones a corto plazo. Es imprescindible el pronóstico de la demanda y su análisis para tomar decisiones sobre políticas de operación que permitan la adecuada administración del nivel de inventario y zonas de holgura

en caso de incrementos en la demanda, sin perder de vista el proceso operativo alineado con el uso del espacio, en la medida en que las características inherentes al ítem repercutan de forma mínima sobre el espacio a utilizar.

Para optimizar el diseño de la distribución, se debe partir de qué se almacenará hasta el dónde se almacenará, por lo tanto, la sectorización del inventario facilita la determinación de las condiciones de almacenamiento en cuanto al espacio que se le debe asignar, según su demanda estimada, propiedades físicas, la naturaleza del ítem, su forma de transporte (**Ramírez, 2009**) y la compatibilidad que tengan entre sí, para evitar en algunos casos, ubicar dos elementos que puedan generar combustión y explotar.

Categorizado el comportamiento del ítem (de alta o baja rotación), el volumen que ocupará, y sus requerimientos, por ejemplo, equipo para refrigeración, asignación de un área específica para sustancias peligrosas o condiciones especiales de seguridad para artículos costosos, se generarán los insumos necesarios para la toma de decisiones sobre la ubicación de dichos artículos y la planeación de la distribución en bodega (**Ballou, 2004**).

La distribución en almacén.

Es importante diferenciar un centro de distribución de un almacén. Básicamente nos remontamos al concepto de que un centro de distribución es la aglomeración de dos o más almacenes con funciones determinadas y el almacén es un espacio físico donde se depositan materias primas necesarias para la elaboración de productos, productos en proceso y productos terminados ubicadas en lugares

estratégicos de las empresas lo que ayuda a la rapidez de los procesos de la empresa, pero sin la misma magnitud de los CEDI (Centros de Distribución). Otra diferencia entre estos dos conceptos es que en el almacén es gestionado toda la parte del manejo de inventarios y en el dentro de distribución se gestiona el flujo de materiales **(Herrera O. y Óscar J., 2009)**, además de que los CEDIS poseen ciertas funciones no solo de depósito de mercancías, sino también sirven como agentes aduaneros. Asimismo, realizan operaciones productivas en su interior como, por ejemplo, procesos de rempaque **(Frazelle, 2002)**.

La distribución en almacén es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la Distribución en Almacén consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo **(Ramírez, V.J.J., 2009)**.

Así mismo, la distribución en almacén es un proceso fundamental en el área de la logística de toda empresa, al momento de entregar, elaborar rápidamente los pedidos y categorizar los productos, para satisfacer las necesidades del consumidor final, por lo cual, busca potenciar las ventajas y mejoras competitivas, al resaltar las estrategias que posee, brindar un alto servicio al cliente y cumplir con eficiencia **(Arrieta, J. G. 2011)**.

Respecto al objetivo principal de la distribución en almacenes, este está en la optimización de los espacios de tal manera que la circulación de la mercancía no genere obstrucción en el paso de los montacargas y que el almacenamiento de las mercancías

sea el más apropiado dependiendo del tipo de ítems (materia prima, productos en procesos y productos terminados).

Ahora bien, es necesario realizar el diseño o rediseño de la distribución de un almacén, de acuerdo con ciertas situaciones, por ejemplo:

- Cuando se proyecta una nueva instalación.
- Al observa acumulaciones de ítems o excesivo movimiento de materiales.
- Se aumentan el volumen de los productos.
- Cuando se necesita que un producto tenga un almacenamiento especial.
- Por temas de costos.
- Cuando se necesitan códigos para diferenciar los productos.
- Cuando no se presenta control en el almacenamiento.
- Cuando no hay restricciones de seguridad en el producto.
- Cambios en el mercado.
- Cambios en el transporte.

Luego de haberse justificado la necesidad del diseño o rediseño de la distribución en el almacén o CEDI, se sugiere complementar la serie de pasos guía, sobre el proceso de diseño de la distribución, con los principios de asignación de espacios.

Principios para la asignación de espacios

La distribución está condicionada factores como forma, tamaño, peso, calidad, resistencia, y empaque de las mercancías (bultos, cajas, faros, atados, cartones, guacales, laminas, entre otros). Por lo tanto, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones **(Mora, 2008)** cuando se vayan a diseñar las áreas en las

que esté previsto emplear equipo mecánico de maniobra:

- Se debe distribuir el espacio, según funciones, superficies, disponibilidad y adecuación, en zonas de almacenaje, recepción, despachos, oficina y servicios auxiliares.
- Es necesario prever los sitios donde se ubican tomas para agua y energía eléctrica, equipos de seguridad contra incendio y robo y, por supuesto, las salidas de emergencia.
- El lugar, el tamaño y el número de columnas que soporten la estructura, afectarán la disposición de los corredores y áreas de almacenamiento; por lo tanto, se tendrán que ubicar de tal forma que una vez almacenada la mercancía, no quede el más mínimo espacio subutilizado.
- El número de puertas estará relacionado con el de pasillos y corredores y con el flujo de artículos ya previsto.
- Situar grandes existencias en áreas amplias y en hileras cortas, de máximo tres metros de profundidad, manteniendo así el fácil acceso a los bienes. Solo el depósito de productos homogéneos se puede hacer en bloques más anchos.
- Para facilitar el acceso de las mercancías, los pasillos que dividen los grandes bloques de almacenamiento deben ser rectos y no tener columnas ni otra clase de obstáculos. El ancho de los pasillos deberá ser el mínimo, según el espacio requerido por el tamaño de la estiba y por el equipo mecánico que se vaya a utilizar.
- Los corredores constituyen las arterias del depósito y por ello, se deben extender a lo largo de toda la bodega y ser lo suficientemente amplios para permitir el paso de los equipos de manipulación de materiales con carga, en direcciones

opuestas.

- Que la disposición de distribución sea tan uniforme que demuestre orden, cuidado y seguridad en la conservación de la mercancía.
- En lo posible, las existencias de un mismo producto deben quedar en un solo lugar, de manera que faciliten su propia identificación, su rápido inventario y su observación directa.
- Es necesario dejar, mínimo, un metro de espacio libre entre los arrumes y las paredes del centro de distribución, evitando así daños en la construcción y bloqueos de tránsito en caso de emergencia.
- Tener en cuenta que las operaciones de cargue y descargue, desde el punto de vista de seguridad y eficiencia, requieren zonas para la recepción, alistamiento o despacho de mercancías, así como suficiente espacio, para el movimiento de equipo hacia las entradas de la planta.

Luego de haber realizado el análisis de las decisiones a tomar y complementarlas con los principios de asignación de espacios, se procede a la planeación de la distribución de las zonas.

■ PLANEACIÓN DE LAS ZONAS

La planeación de las zonas en las cuales será repartida el área de la instalación, consiste en la división de las funciones principales y secundarias que regirán el que hacer de la organización, por un lado, se encuentran las áreas que facilitan la recepción, almacenamiento, orden de pedidos y el despacho (**Voortman, 2004**), por el otro, las oficinas y el área de mantenimiento que también se presta para resguardar la maquinaria y los equipos.

En general la distribución de la zona destinada para el almacenamiento es guiada a partir del uso de patrones de flujo de materiales para minimizar movimientos, como en forma de U **Fig.1**, T **Fig.2**, o en línea recta **Fig.3**, sin embargo existen diversos modelos matemáticos, que buscan optimizar el uso de la distribución, puesto que los costos de movimiento y perímetros en los cuales se realizan los recorridos durante el flujo de materiales, tienen un impacto mayor que el generado por el almacenamiento (**Bassan, Roll, y Rosenblatt, 1980**), a través de las trayectorias entre las zonas de orden de pedido y de almacenaje (**Le-Duc y De Koster, 2005**) que representan las dos partes fundamentales del almacén (**Tejero, 2008**) o centro de distribución (**Roodbergen y Vis, 2006**) en el cual las variables son: el número de pasillos la longitud de los pasillos y la ubicación del ítem para estimar

las distancias promedios y seleccionar la ruta más corta, que podrían contribuir a modificaciones durante la implementación del layout.

En este orden de ideas, se muestra a continuación una investigación (**Gu, Goetschalckx y McGinnis, 2010**), desarrollada en materia de distribución, la cual propone una serie de modelos matemáticos **Tab.1** que intentan resolver los tres problemas fundamentales a los que se puede ver enfrentado el diseñador de la distribución en bodega:

- (P1)** Patrón de apilamiento de los estibas.
- (P2)** Distribución del departamento de almacenamiento.
- (P3)** Almacenamiento Automatizado/Sistema de Recuperación (AS/RS, en inglés).

Tabla 1. Resumen de la literatura sobre layout en almacenes tomado de Gu, Goetschalckx, y McGinnis (2010).

Problema	Referencia	Objetivo	Método
P1	Moder y Thornton (1965) Berry (1968) Marsh (1979) Marsh (1983) Goetschalckx y Ratliff (1991) Larson, March y Kusiak (1997)	04 02, 04 03,04 04 02, 04	Formulación analítica. Formulación analítica. Modelos de simulación. Procedimientos heurísticos. Procedimientos heurísticos.
P2	Roberts y Reed (1972) Bassan et al. (1980) Rosenblatt y Roll (1984) P&it y Palekar (1993)	01, 02 01, 02 01, 02, 03 02	Programación Dinámica. Optimización del diseño usando formulación analítica. Método de búsqueda bidimensional óptima. Modelo de colas.
P3	Karasawa, Nakayama y Dohi (1980) Ashayeri et al. (1985) Rosenblatt et al. (1993) Zollinger (1996) Malmborg (2001) Lee y Hwang (1988)	01, 02, 03 01, 02 01, 02, 03 01, 05 01, 05 01	Problema no lineal con enteros mixtos. Problema no lineal con enteros mixtos dados. Problema no lineal con enteros mixtos. Heurística. Heurística. Programación entera no lineal.

Estos problemas, generan una serie de costos que se convierten en los objetivos de los modelos matemáticos, para la factibilidad de la solución:

- (01) Costo de construcción y mantenimiento
- (02) Costo de manejo de materiales.
- (03) Costo de manejo de materiales.
- (04) Utilización del espacio.
- (05) Utilización de equipo y maquinaria.

Existen varias formas de disponer la entrada y salida de materiales, de acuerdo con la ubicación de los muelles y las puertas

de acceso al almacén, sin embargo, sus ventajas o desventajas dependerán en esencia de la selección de la ruta más corta entre la entrada y la salida hacia la vía de transporte. A continuación se presentan algunos ejemplos de los tipos de flujos existentes:

Distribución para flujo en “U”: El producto ingresa por uno de los lados del almacén, se almacena (**almacenamiento**), pasa al área de preparación de pedidos (picking) y sale por una puerta ubicada al costado de la puerta de acceso.

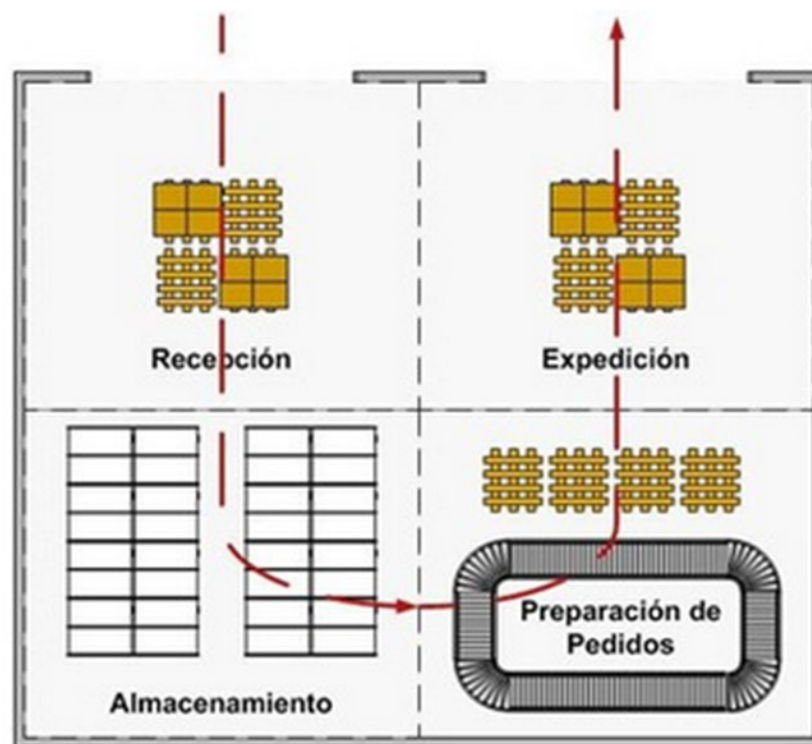


Figura 1. Distribución para flujo en “U” de Salazar, B. (2013).

Ventajas: facilita el cross-docking, mejor uso del espacio de los muelles (la recepción y la expedición pueden compartir las puertas de los muelles).

Se han diseñado modelos matemáticos [Cakmak, Gunay, Aybakan y Tanyas, 2012], para optimizar las trayectorias entre los puntos de entrada y salida y el punto de preparación de pedidos, para este tipo de flujo de materiales puesto que el hecho de que los muelles estén juntos implica una gran flexibilidad en la carga y descarga de los vehículos así se permite que el personal trabaje de una manera más apropiada y no tengan que realizar un recorrido

demasiado extenso que implica aumento de los tiempos en el proceso de distribución y almacenamiento y por ende, aumento en los costos.

Distribución para un flujo en forma de “T”: Este tipo de diseño es una modificación realizada al diseño en “U”, lo que lo diferencia principalmente es que los muelles están debidamente separados y esto permite utilizarlos independientemente.

Ventajas: aplicable para instalaciones con vías laterales de acceso y bodegas cuyo alto sea mayor que su ancho.

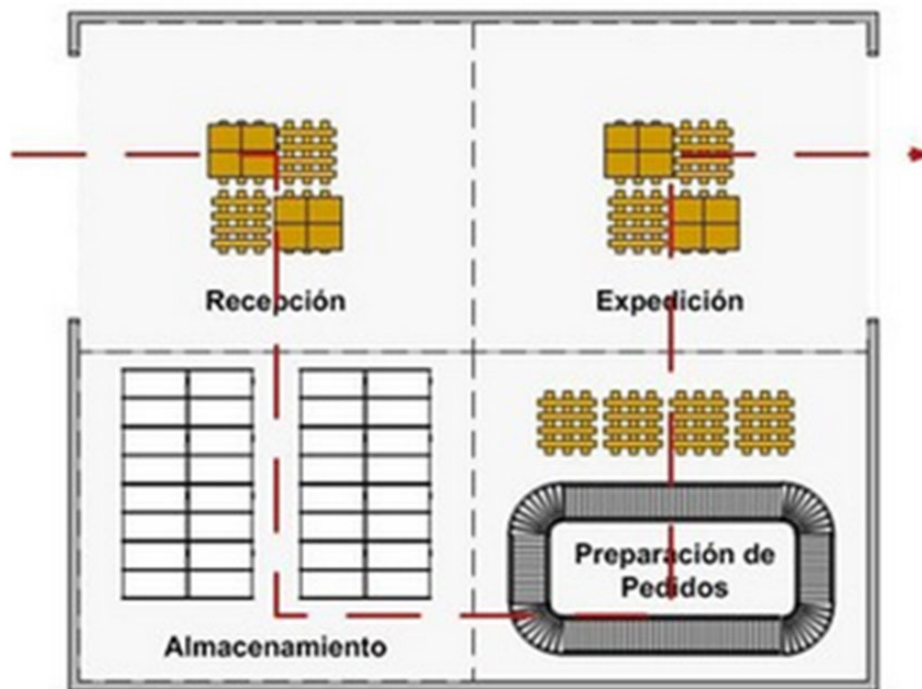


Figura 2. Distribución para flujo en “T” de Salazar, B. (2013).

Distribución para un flujo en línea recta: la mercancía sigue una ruta sin regresar a la parte frontal del almacén., teniendo como resultado una menor flexibilidad, dada la falta de acceso inmediato a los puntos de entrada y salida de mercancías.

Ventajas: es tipo de disposición se usa cuando las dimensiones física de los ítems son pequeñas y uniformes (computadores, tabletas) y existe un acceso en concordancia con la vía de transporte.

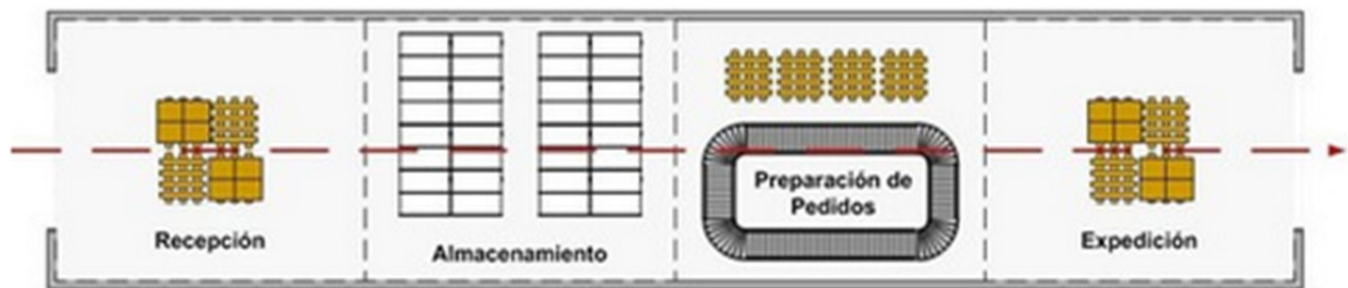


Figura 3. Distribución para flujo en línea recta de Salazar, B. (2013).

Ahora bien, cómo es el proceso de diseño en los CEDIS.

■ DISEÑO DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

En el diseño de los CEDIS es de gran importancia especificar las zonas (Mora, 2008; i Cos, y De Navascués, 1998) que intervienen en el proceso de distribución y almacenamiento de los productos las cuales se describirán a continuación:

Muelles de cargue y descargue: Los muelles son plataformas de hormigón adosadas al almacén, cuyo propósito es que el suelo de este quede a la misma altura de la caja del camión. Esta zona es donde se cargan y descargan camiones que llegan con la mercancía para ser almacenada. Los factores que se deben tener en cuenta en el momento situar los muelles son: la

capacidad de los camiones, rampas y pendientes de acceso, ubicación de los muelles dependiendo del tipo de centro de distribución y por último la posición de los camiones. Según el medio de transporte que se utilice en el almacén o CEDI se deberá decidir si es conveniente que estas zonas de carga y descarga se encuentren ubicadas en el almacén o fuera de él.

Cabe resaltar, la importancia de calcular y ubicar el número de muelles que agilicen el acceso de cargue y descargue de los ítems, los cuales deben cumplir con especificaciones de tamaño y altura, para diseñar el patrón que tendrá el flujo de materiales.

Es muy importante tener en cuenta las zonas en las cuales se realizarán las actividades del almacén (Silva, 2006) para que el proceso de almacenamiento en los centros tenga un óptimo desarrollo y la plena satisfacción de quienes integran

esta cadena, además esto le genera un valor agregado a la organización si tiene en cuenta cada uno de estos factores.

Distribución de zonas del almacén según su actividad

Zona de recepción: Es en esta área donde una persona se encarga de la revisión de control de calidad, de clasificación de productos y principalmente de la documentación de la carga que llega al centro.

Zona de stock: zona en la cual se realiza el almacenamiento.

Zona de preparación de pedidos: En esta zona se integra el picking en estanterías y manual, también está destinada a la recuperación de los productos de sus lugares de almacenamiento y a su preparación para ser trasladados o transportados adecuadamente [Arango, M. D; Zapata, J. A., y Pemberthy, J. I. 2010].

Zona de salida y verificación: Antes de proceder a la carga del vehículo, es preciso consolidar la totalidad de las mercancías a enviar, puede ser conveniente hacer un proceso de verificación final de su contenido.

Zonas de oficinas y servicios: es el área donde se organizan las operaciones administrativas que se ejecutan en el almacén.

Zonas especiales: área de devoluciones, paletas vacías, envases vacíos, zona de mantenimiento.

En resumen, se diseña primero el espacio requerido para las actividades que se desenvuelven en las áreas de flujo y almacenaje de materiales, que son las actividades principales y posteriormente, se adaptarán las áreas para las actividades de

apoyo dentro del diseño de la distribución en planta, no obstante, se requiere de herramientas y personal capacitado para llevar a cabo el adecuado diseño de la distribución en bodega.

Herramientas para el diseño

Las herramientas de diseño como, el diseño asistido por computador (CAD) [Canen y Williamson, 1996], cualquier variedad de software de simulación en tres dimensiones [Kosfeld, 1998] o inclusive en PROMODEL [Marco y Salmi, 2002], al igual que la metodología, no poseen una aplicación estricta [Rowley, 2000]; por ello, el diseñador es libre de elegir lo que va a utilizar para elaborar su diseño.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario contar con una persona en planta capacitada para el almacenamiento, recepción, distribución, planificación, organización y control de los productos que entran y salen de la bodega o CEDI.

Otras características que lo definen son la iniciativa, la capacidad de reacción para la solución de posibles imprevistos y el criterio para saber qué tarea es prioritaria en la distribución.

Perfil del diseñador de la distribución en almacén

El encargado para hacer un layout es una persona que tenga conocimiento y experiencia en los temas de almacenamiento, manejo de materiales, despacho, distribución, rotación y vida útil de los productos, contabilidad, inventarios, transporte, recepción entre otros [Ashayeri y Gelders, 1985].

Por ello las funciones que debe implementar el diseñador de la distribución en la empresa son:

- Supervisar los despachos de productos para los clientes ya sean externos, locales o del ámbito nacional, y gestionar el transporte.
- Formular los reportes requeridos por cada necesidad de la empresa.
- Programar los pedidos.
- Coordinar con operadores logísticos de transporte para el envío de la carga.
- Recibir guías y facturas.
- Realizar inventarios, preparar informes y reportes sobre movimientos y rotación, estado e incidencias relacionadas a la planta.
- Manejar de costos y presupuestos.
- Coordinar sus proveedores.
- Programar los despachos por zonas y destinar la carga a los vehículos.
- Revisar el buen funcionamiento del montacargas y las reparaciones del mismo.
- Verificar la rotación adecuada del producto por fecha de antigüedad.
- Distribuir adecuadamente el producto para lograr la eficiencia del espacio y permitir un despacho ligero.
- Detectar deficiencias encontradas en el producto.

Finalmente, el resultado de un diseño adecuado crea valiosas ventajas para la empresa **(Ramirez, 2009)**, como mayor flexibilidad, uso del espacio, maquinaria y reducción de tiempo de preparación de pedidos pero debe existir un seguimiento continuo y por ende una evaluación de los diseños que se lleven a cabo.

■ EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN ALMACÉN

Según uno de los consultores más destacados **(M. Martillano, comunicación personal, 30 de mayo de 2013)**, en el tema de almacenamiento del departamento de Antioquia, durante una entrevista personal tomada en el municipio del Poblado, el éxito del diseño de un layout en bodega depende de los siguientes cinco criterios:

1. Capacidad de almacenamiento
2. Inversión en estantería
3. Productividad
4. Costo operativo
5. Tiempo de implementación

Verificar que la distribución en bodega aprovecha el máximo volumen del almacén, justifica la inversión en la estantería la cual debe proveer el mayor número de espacios disponibles, para generar productividad, con movimientos óptimos y por ende, costos operativos bajos, pero el tiempo de implementación debe ser corto, ya que, debe estar en la capacidad de cambiar y adaptarse a las condiciones del entorno, mas no estar diseñado para funcionar bajo la concepción del momento.

■ CONCLUSIONES

La responsabilidad de una adecuada distribución no es solo de la persona encargada, sino de toda la organización en conjunto, ya que de una correcta planeación de la distribución en planta, depende el buen funcionamiento de los procesos ejecutados por las empresas en la búsqueda de lograr que las personas, materiales y equipos trabajen con efectividad, sin dejar a de lado que la forma como cada una de las empresas lleve a cabo su producción, establece el tipo de distribución que requiere y evita seguir

pasos improvisados al guiarse por modelos y técnicas meticulosamente diseñados para obtener una correcta organización de cada uno de los factores que intervienen en ella, de tal manera que se optimice espacio, se disminuyan costos y en consecuencia se incrementen las utilidades.

■ BIBLIOGRAFÍA

- ANDI (2012). Costos logísticos en Colombia representan el 22% de una operación comercial. Recuperado el 13 de junio de 2013 de http://www.andi.com.co/pages/prensa/comunicados_prensa_detalle.aspx?id=391
- Apple, J. (1977). *Plant Layout and Material Handling*, third ed. New York: John Wiley.
- Ashayeri, J., Heuts, R.M., Valkenburg, M.W.T., Veraart, H.C., Wilhelm, M.R. (2002). A geometrical approach to computing expected cycle times for zone-based storage layouts in AS/RS. *International Journal of Production Research*, 40 (17), 4467–4483.
- Ashayeri, Y., & Gelders, L.F. (1985). Warehouse design optimization. *European Journal of Operational Research*, 21, 285–294.
- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach *European Journal of Operational Research* 193, 425 - 436
- Ballou, R. H. (2004). Logística: *Administración de la Cadena de Suministro*. (5ª. ed.). México: Pearson Educación.
- Bassan, Y., Roll, Y., Rosenblatt, M.J. (1980). Internal layout design of a warehouse. *AIIE Transactions*, 12 (4), 317–322.
- Berry, J.R. (1968). Elements of warehouse layout. *International Journal of Production Research*, 7 (2), 105–121.
- 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.
- Canen, A.G., Williamson, G.H., (1996). Facility layout overview: Towards competitive advantage. *Facilities* 14 (10/11), 5–10.
- Firth, D., Apple, J., Denham, R., Hall, J., Inglis, P., Saipé, A., 1(988). *Profitable Logistics Management*. Toronto: McGraw-Hill Ryerson.
- Goetschalckx, M., Ratliff, H.D. (1991). Optimal lane depths for single and multiple products in block stacking storage systems. *IIE Transactions*, 23 (3), 245–258.
- Govindaraj, T., Blanco, E., Bodner, D., Goetschalckx, L., McGinnis, L., Sharp, P. (2000). Design of warehousing and distribution systems: An object model of facilities, functions and information. In: *Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 8–11 October, Nashville, Tennessee, USA, pp. 1099–1104.
- Gray, A.E., Karmarkar, U.S., Seidmann, A. (1992). Design and operation of an orderconsolidation warehouse: models and applications. *European Journal of Operational Research*, 58, 14–36.
- Gu, J., Goetschalckx, M. & McGinnis, L. F.

- (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203, 539 - 549
- Hassan, M. M. (2002). A framework for the design of warehouse layout. *Facilities*, 20(13/14), 432-440.
- Hatton, G. (1990). *Designing a warehouse or distribution centre*. In: Gattorna, J.L. (Ed.), *The Gower Handbook of Logistics and Distribution Management*, fourth ed. Gower Publishing, Aldershot, pp. 175-193.
- Heskett, J., Glaskowsky, N., Ivie, R. (1973). *Business Logistics, Physical Distribution and Materials Handling*, second ed. New York : Ronald Press.
- i Cos, J. P., & De Navascués, R. (1998). *Manual de logística integral*. Ediciones Díaz de Santos.
- Karasawa, Y., Nakayama, H., Dohi, S. (1980). Trade-off analysis for optimal design of automated warehouses. *International Journal of Systems Science*, 11 (5), 567-576.
- Kosfeld, M., (1998). Warehouse design through dynamic simulation. In: Proceedings of the 1998 Warehouse Simulation Conference, pp. 1049-1053.
- Lambert, D.M., Stock, J.R. & Ellram, L.M. (1998). *Fundamentals of logistics management*, Boston: Irwin McGraw- Hill.
- Larson, N., March, H., Kusiak, A. (1997). A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage. *IIE Transactions*, 29, 337-348.
- Le-Duc, T., & De Koster, R. (2005). Travel distance estimation and storage zone optimization in a 2-block class-based storage strategy warehouse. *International Journal of Production Research*, 43, 3561-3581.
- Lee, M.-K., Hwang, H., 1988. An approach in the design of a unitload automated carousel storage system. *Engineering Optimization*, 13, 197-210.
- Malmborg, C.J. (2001). Rule of thumb heuristics for configuring storage racks in automated storage and retrieval systems design. *International Journal of Production Research*, 39 (3), 511-527.
- Marco, J. G., & Salmi, R. E. (2002). A simulation tool to determine warehouse. Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference.
- Marsh, W.H. (1979). Elements of block storage design. *International Journal of Production Research*, 17 (4), 377-394.
- Marsh, W.H. (1983). A comparison with Berry. *International Journal of Production Research*, 21 (2), 163-172.
- Moder, J.J., Thornton, H.M. (1965). Quantitative analysis of the factors affecting floor space utilization of palletized storage. *The Journal of Industrial Engineering*, 16 (1), 8-18.
- Mora, L. A. (2008). *Gestión logística integral*. Bogotá: Eco ediciones.
- Mulcahy, D., (1994). *Warehouse Distribution and Operations Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Oxley, J., (1994). Avoiding inferior design. *Storage Handling and Distribution*. 38 (2), 28-30.
- Pandit, R., Palekar, U.S. (1993). Response

time considerations for optimal warehouse layout design. *Journal of Engineering for Industry*, 115, 322–328.

Park, Y.H., Webster, D.B. (1989). Modelling of threedimensional warehouse systems. *International Journal of Production Research*, 27 (6), 985–1003.

Ramirez V. J. (2009). Distribución en planta.

Ramírez, C.A. (2009). *Manual de la Gestión Logística del Transporte y la Distribución de Mercancías*. Bogotá: Ediciones Uninorte.

Roberts, S.D., Reed, R. (1972). Optimal warehouse bay configurations. *AIIE Transactions*, 4 (3), 178–185.

Roodbergen, K. J., & Vis, I. F. (2006). A model for warehouse layout. *IIE Transactions*, 38 (10), 799–811.

Rosenblatt, M.J., Roll, Y., Zyser, V. (1993). A combined optimization and simulation approach for designing automated storage/retrieval systems. *IIE Transactions*, 25 (1), 40–50.

Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G., Mantel, R., Zijm, W., (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122 (3), 515–533.

Rowley, J. (2000). *The principles of warehouse design*. Second ed. Corby: The Institute of Logistics & Transport.

Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. (2006). *The Handbook of Logistics and*

Distribution Management, third ed. Londo: Kogan Page.

Rushton, A., Oxley, J., Croucher, P. (2000). *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, second ed. London: Kogan Page.

Salazar, B (2013). DISEÑO Y LAYOUT DE ALMACENES Y CENTROS DE DISTRIBUCIÓN. Recuperado en <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/> [2013, 6 de Junio].

SILVA., A.N. (2006). Logística de almacenamiento.

Tejero, J. J. A. (2008). *Almacenes: análisis, diseño y organización*. ESIC Editorial.

Voortman, C. (2004). *Global Logistics: Management*. Juta and Company Ltd.

Waters, D. (2003). *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*. New York: Palgrave Macmillan.

Yoon, C.S., Sharp, G.P. (1996). A structured procedure for analysis and design of order pick systems. *IIE Transactions*, 28, 379–389.

Zollinger, H.A. (1996). Expanded methodology to concept horizontal transportation problem solutions. In: Graves, R.J., McGinnis, L.F., Medeiros, D.J., Ward, R.E., Wilhelm, M.R. (Eds.), *Progress in Material Handling Research*, pp. 651–663.