

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN DEL ALMACÉN DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA

L. I. Martínez Solís¹
K. L. Avilés Coyoli²
L. G. Aldana Alfaro³

RESUMEN

La implantación de herramientas de Ingeniería Industrial para el desarrollo logístico en las empresas es importante por la gestión de información en tiempo real y mejoramiento de los procesos, esto es posible con la aplicación de métodos de optimización y reducción de costos. Este trabajo se enfoca en optimizar en el almacén de una empresa metalmecánica, los procesos de recepción, almacenamiento, suministro, clasificación y catalogación de materiales con la participación de estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, del Instituto Tecnológico de Pachuca (ITP). El proyecto se dividió en cuatro etapas: diagnóstico y análisis del almacén, diseño e implantación de la redistribución, catalogar y codificar las piezas maquinadas utilizando códigos QR. Finalmente, la evaluación y retroalimentación de las propuestas implantadas, con la nueva distribución se logró una mejora en la accesibilidad entre áreas en 80%, incrementando también el orden, limpieza y espacio. Asimismo, al clasificar y catalogar la materia prima, herramental y producto terminado, se redujo el tiempo de recepción y despacho en 50%, el producto terminado se codificó con sistema QR. Estas acciones coadyuvaron a que la empresa consolidara la toma de decisiones gerenciales en esta área tanto a nivel administrativo como operativo; así como, a la formación de futuros ingenieros industriales al resolver problemas en el ámbito laboral por medio de la transferencia de conocimiento.

ANTECEDENTES

La Ingeniería Industrial, la Logística y la Administración de Operaciones son objeto de una gran cantidad de innovaciones en las tres últimas décadas, por lo que hoy en día se han convertido en los fundamentos de acción empresarial. Toda empresa micro, pequeña, mediana o grande que quiera permanecer en el mercado, debe centrar su atención en el servicio al cliente y enfocar sus objetivos hacia una logística integral, donde lo fundamental del sistema productivo son los almacenes e inventarios.

En este sentido, la gestión de almacenes es una parte fundamental para lograr el uso óptimo de los recursos y capacidades en esta área, porque dependiendo de las características y el volumen de los productos a almacenar, se selecciona la forma de distribuirlos en esta zona (Poirier & Reiter, 1996). De esta manera Mulcahy (1993), Urzelai (2006), Mauleón (2006), y Harnsberger (1997), indican que los objetivos a alcanzar con la gestión de almacenes son: minimizar el espacio empleado con el fin de aumentar la rentabilidad, las pérdidas causadas por robos, averías e inventario extraviado, las manipulaciones, recorridos y movimientos de las personas, equipos de manejo de materiales y productos, todo esto debe ser reducido a través de la simplificación y mejora de procesos, maximizando la disponibilidad de productos para atender pedidos de clientes, la capacidad de almacenamiento y operatividad del almacén.

En base a lo anterior, este trabajo se desarrolló en una MIPyMe metalmecánica ubicada en la ciudad de Pachuca Hidalgo, al observar las actividades y el estado físico del almacén, se detectó un caos total, ya que se almacenaba materia prima, producto terminado, herramental, equipo y prototipos sin un orden específico, lo que provocaba retrasos en la recepción,

¹ Profesor de Tiempo Completo, Instituto Tecnológico de Pachuca. limsolis@yahoo.es

² Profesor de Tiempo Completo, Instituto Tecnológico de Pachuca. katiacoyoli@gmail.com

³ Estudiante de Noveno semestre de la carrera de Ingeniería Industrial. 15200135@itpachuca.edu.mx

almacenamiento y despacho de estos elementos, teniendo como consecuencia que se viera afectada también el área productiva.

A lo largo de este artículo se presenta el análisis y diagnóstico del estado inicial del almacén, el diseño de la redistribución del espacio, la clasificación de la materia prima, herramental, equipo y producto terminado, la codificación del producto terminado utilizando el sistema QR (*Quick Response*), así como la evaluación y retroalimentación de las acciones implantadas que tuvieron como finalidad la optimización de los procesos de recepción, almacenamiento, suministro, clasificación y catalogación de materiales. En este trabajo, la transferencia de tecnología se llevó a cabo mediante la vinculación escuela-empresa que, como lo mencionan Hernández, Jiménez y Salcedo (2015), contribuyó en la consecución de metas y la adquisición de competencias específicas para los estudiantes, en este caso de la carrera de Ingeniería Industrial, permitiéndoles involucrarse con los problemas que se presentan en el ámbito profesional y laboral (Sánchez, Nieto, & Araújo, 2016).

METODOLOGÍA

El concepto de almacén ha ido variando a lo largo de los años, ampliando su ámbito de responsabilidad dentro de la función logística. Para García (1996), un almacén es una unidad de servicio en la estructura orgánica y funcional de una empresa comercial o industrial, con objetivos bien definidos de resguardo, custodia, control y abastecimiento de materiales (materias primas) o productos terminados. En este sentido, la gestión de almacenes se sitúa en el mapa de procesos logísticos entre la gestión de existencias y el proceso de gestión de pedidos y distribución. De esta manera, el ámbito de responsabilidad del área de almacenes nace en la recepción de la unidad física en las propias instalaciones, y se extiende hasta el mantenimiento de este, en las mejores condiciones para su posterior uso (Salazar, 2016).

En relación con los almacenes, la *logística* es una disciplina encargada de gestionar flujos de materia, energía e información a un sistema que debe proveer los recursos necesarios para prestar el servicio o llevar el producto en la cantidad requerida, con la calidad y en el tiempo exigidos, a un bajo costo y en beneficio de la comunidad social (Cedillo, 2008, citado en Giraldo, 2011). Esta tiene una relación estrecha con los inventarios que son bienes tangibles para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios, para su posterior comercialización y comprenden las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta, los materiales, repuestos y accesorios (Bartholdi & Hackman, 2014).

Para la clasificación de materiales, una de las metodologías utilizadas es la ABC, que de acuerdo con Ballou (2004) se considera una medida de control interno de inventarios, porque permite mantener el mínimo de capital invertido en stock. Esta consiste en la segmentación de productos de acuerdo con criterios preestablecidos, con base en el establecimiento de indicadores de importancia como son, el costo unitario y el volumen anual demandado; considerando tres zonas: la A, que corresponde al 80% de la valorización del inventario, el 20 % restante contempla a las zonas B y C (tomando porcentajes cercanos al 15 y 5%, respectivamente). Respecto a la catalogación, es un proceso que busca simplificar los inventarios, reduciendo el número de artículos y su variedad a través de la normalización, identificación, clasificación y codificación de los artículos con los que cuenta el almacén (García, 1996).

Una de las nuevas herramientas de clasificación son los Código QR (*QR Code* o *Quick Response Code* en inglés) conformados en 2 dimensiones y que fueron desarrollados en Japón en 1994 por Denso Wave para la industria automovilística Toyota. La idea principal era tener un código capaz de almacenar más información que un código de barras convencional y que, al mismo tiempo, se pudiera imprimir en espacios pequeños (por ejemplo, una pieza del motor) sin dificultar su interpretación (Rodero, 2012).

Respecto a mejorar la gestión de los almacenes, una técnica que puede ser utilizada es la distribución de planta que consiste en mejorar 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 (Rodríguez, 2012). Entre los diferentes métodos para realizar un estudio de distribución de planta, uno de ellos es el de costo distancia, cuyo objetivo consiste en determinar la ruta menos costosa para llegar a un lugar determinado desde un origen utilizando como variables a la distancia y los costos por traslado.

En el desarrollo de este trabajo, se realizó una investigación aplicada de campo y descriptiva conformada por cuatro etapas. En la primera, se realizó el diagnóstico y análisis para conocer el estado en el que se encontraba el almacén de la empresa. En la Tabla 1 se presenta el formato de la bitácora de observación que se utilizó para recolectar información de las incidencias detectadas de todo el proceso y actividades llevadas a cabo en esta área.

Tabla 1. *Bitácora de observación.*

BITÁCORA DE OBSERVACIÓN		
Almacén IBM servicios		
Fecha	Incidencia	Observaciones

Nota Fuente: Elaboración propia

Otra herramienta utilizada en esta etapa fue la aplicación en el mes de marzo 2018 de un cuestionario con 25 preguntas evaluadas con el criterio: 1=si y 0=no, este fue adaptado del instrumento utilizado por Alcaide (2008) para evaluar el desempeño de almacenes, considerando cinco parámetros como se observa en la Figura 1: organización y control, seguridad y protección, uso de tecnología, recursos humanos y gestión. El instrumento se validó con la prueba Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.7514 que de acuerdo con Cervantes (2005) es aceptable.

En lo referente a organización y control que contempla de las preguntas 1 a 6, el 100% de los trabajadores señalaron que no hay limpieza en el almacén, el 60% dijo que, el acceso en los pasillos es deficiente y que falta delimitar las áreas de trabajo, y el 80% afirmó carencia de distribución y organización en esta zona. En relación con la Seguridad y Protección, el 60% de los empleados dijo que, falta señalización en el almacén, respecto al aspecto Tecnológico, el 100% estuvo de acuerdo con que la empresa requiere el uso de tecnología en las operaciones propias de esta área, en el apartado de Recursos Humanos, las respuestas que llaman la atención son la necesidad de personal, así como, la falta de capacitación con 60 y 80%, respectivamente. Por lo que corresponde a la Gestión, todos los encuestados manifestaron una falta de planificación en los inventarios y un deficiente cumplimiento por

parte de los proveedores. Lo anterior se evidencia en la Figura 2 con las tomas fotográficas del almacén.

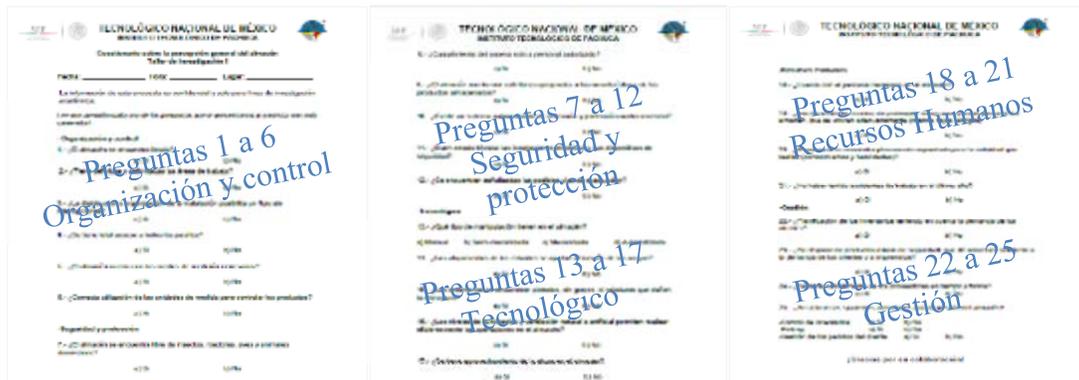


Figura 1. Cuestionario Percepción del Almacén.
Elaboración Propia



Figura 2. Situación inicial del almacén.
Elaboración Propia

Mediante el análisis FODA que se observa en la Figura 3, se encontró que las principales debilidades en esta área son la deficiente distribución, carencia de un control de inventarios, ya que no existe descripción, clasificación y codificación de artículos, siendo éstas las más críticas en el cumplimiento de los objetivos, ya que inciden en el desempeño del área productiva.

Para terminar la etapa 1, se utilizó un diagrama de Ishikawa con este se identificaron las principales problemáticas del estado actual del almacén: falta de un criterio establecido de ubicación del producto y que los artículos no tenían una zona de ubicación definida en el mismo (lo que generaba un almacenamiento de manera caótica), respecto a los materiales se encontró una falta de registros de las existencias de productos, así como una gran cantidad de material obsoleto, por lo que la causa raíz detectada como se aprecia en la Figura 4 fue una deficiente gestión, así como la inadecuada distribución física de éste.



Figura 3. Matriz FODA. Elaboración Propia



Figura 4. Diagrama de Ishikawa. Elaboración Propia

La segunda etapa consistió en el diseño e implantación de la redistribución del almacén, realizando en primer lugar la medición de esta área para evaluar de manera gráfica la distribución inicial. Las mediciones tomadas fueron procesadas en el Software AutoCAD®, versión 14, que sirvió para diseñar el plano de la distribución que se presenta en la Figura 5, en donde las áreas del almacén carecían de orden, clasificación y, además, no estaban delimitadas, por lo que los productos se guardaban sin una ubicación específica, también se encontró un espacio sin utilizar de 63.3039m² que corresponde al 63% del área total como se muestra en la Tabla 2.

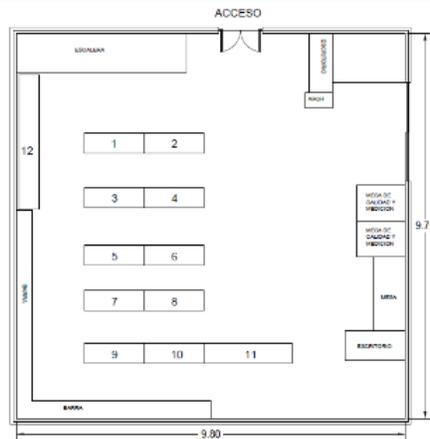


Figura 5. Distribución del almacén 14 de marzo 2018.
Elaboración Propia

Tabla 2. Área del almacén – porcentaje de utilización.

	Área total del almacén (m ²)	Área utilizada (m ²)	Área sin utilizar (m ²)	Porcentaje sin utilizar
Estado inicial del almacén	95.55	32.25	63.30	63%

Nota Fuente: Elaboración propia

Una vez teniendo este referente, se procedió a generar una propuesta de redistribución del almacén, realizando una adaptación de las metodologías ABC y costo-distancia. En la primera, se priorizó el nivel de utilización de cada producto en el siguiente orden: 1. Materia prima (MP), 2. Herramental (H) y 3. Producto terminado (PT). Como se observa en la Figura 6, la adaptación consistió en la asignación de colores: el amarillo a MP, naranja H y azul PT; además, de considerar otras áreas (consumibles-rojo, oficina-verde, producto en reproceso, empaquetado y control de calidad-morado). Esta clasificación facilitó la identificación de cada producto dentro del almacén por categorías para su ubicación.

Después, se utilizó la metodología costo-distancia adaptada, realizando el cálculo de las distancias y tiempos de recorrido, siendo este último el que sustituye al costo en la aplicación de este método. Este paso se realizó para cada proceso dentro del almacén (MP, PT, H), con el fin de obtener las distancias y tiempos para la distribución inicial, y para la nueva distribución, con la finalidad de comparar y calcular el porcentaje de mejora en la redistribución propuesta, utilizando AutoCAD®, versión 14, para tal propósito.

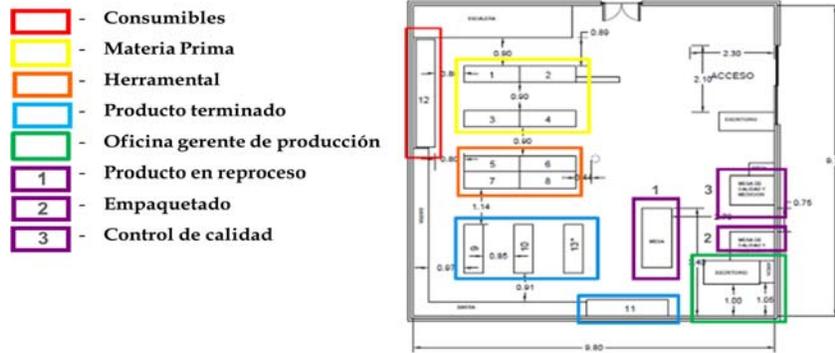


Figura 6. Redistribución propuesta del almacén y clasificación de colores.
Elaboración Propia

La propuesta de redistribución fue avalada por la empresa, considerando los costos y beneficios de ésta. Para llevar a cabo la implantación de la redistribución en la Figura 7 se observa a los estudiantes participantes, moviendo y limpiando para redistribuir en los estantes los artículos de MP, PT, H, equipo y prototipos.

En la tercera etapa se clasificaron y catalogaron los materiales (por confidencialidad de la empresa no se presenta la catalogación en este trabajo) reacomodándolos en los estantes de acuerdo a la nueva distribución del almacén y como se observa en la Figura 8 en materias primas, productos terminados, herramental, consumibles, así como la adaptación de las áreas de empaquetado, control de calidad, producto en reproceso y la oficina del gerente de producción.



Figura 7. Estudiantes acomodando elementos del almacén. Elaboración Propia



Figura 8. Catalogación de elementos del almacén. Elaboración Propia

Posteriormente, dentro de la etapa tres se diseñó un sistema de control de inventario digital basado en códigos QR, para agilizar las entradas y salidas del almacén respecto al producto terminado. Se elaboró una base digital con información proporcionada por la empresa (por confidencialidad de la empresa no se presenta). El sistema consta de dos componentes físicos para su funcionamiento: uno de ellos es, una computadora en la cual se debe tener la base de datos en una hoja de cálculo; el segundo dispositivo es, un teléfono móvil con sistema operativo *Android* con la aplicación designada para la lectura de los códigos (QR Code RW).

Para el funcionamiento del sistema es necesario que los códigos generados estén colocados en los elementos del almacén para su lectura. Una vez colocados se efectúan estos pasos:

1. Ejecutar la aplicación de lectura y generación de los códigos.
2. Seleccionar la opción “Escanear”.
3. Una vez escaneado, el código arroja la información previamente almacenada, dentro de la información se encuentra la ubicación del elemento en la base de datos.
4. Después, se abre la hoja de cálculo que contiene la base de datos.
5. Una vez obtenida la ubicación del elemento en el almacén, se procede a realizar los cambios pertinentes en cuanto a existencias.

La Tabla 3 contiene los costos del proyecto, estos pueden variar dependiendo de los componentes que se decidan, para la implementación es necesario un dispositivo móvil (*Smartphone* con sistema operativo *Android*) para la lectura de los códigos, la compra del dispositivo de lectura puede ser opcional, puesto que podría ocuparse el teléfono móvil del encargado de almacén; para la impresión de los códigos existen dos opciones que constan de: impresiones en hojas ordinarias tamaño carta u hojas adhesivas que tienen un costo por impresión de \$1 y \$4.1 pesos, respectivamente. Cabe aclarar que en cada hoja es posible imprimir 24 códigos de 5x5 cm; por lo que, para la impresión de tres mil códigos tiene un costo de \$125 pesos en hojas ordinarias y \$512.5 en hojas adhesivas; se hizo un cálculo de los costos para implantar los códigos en cada una de las existencias en el almacén.

Tabla 3. Costos para códigos

	Hojas ordinarias y dispositivo	Hojas ordinarias sin dispositivo	Hojas adhesivas y dispositivo	Hojas Adhesivas sin dispositivo
Impresiones	\$125	\$125	\$512.50	\$512.50
Dispositivo	\$800	\$0	\$800	\$0
Total	\$925	\$125	\$1,312.50	\$512.50

Nota Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se generaron y asignaron los códigos QR para cada producto terminado como se observa en la Figura 9. Estos códigos también los empleó la empresa para generar un catálogo de productos a sus clientes, ya que en cualquier dispositivo móvil es posible instalar una aplicación gratuita que los lea. Por último, como parte de un proceso de mejora continua en el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo una evaluación y retroalimentación de resultados obtenidos en cada una de las etapas.



Figura 9. Ejemplo de código QR para un elemento del almacén. Elaboración Propia

RESULTADOS

Las mejoras dentro del almacén se presentan en la Tabla 4, la distancia recorrida entre procesos disminuyó de 71.35 a 44.18 metros (38.1%), el tiempo de recorrido con la distribución inicial era de 266.08 segundos, con la nueva distribución el tiempo registrado fue de 126.86 segundos (52.3% menos).

Tabla 4. Comparación de distancias y tiempos

	Distancia (m)	Tiempo (seg)
Almacén Inicial	71.35	266.08
Almacén Optimizado	44.18	126.86
Mejora	38.1%	52.3%

Nota Fuente: Elaboración propia

En las Figuras 10 y 11 se observan otros beneficios obtenidos como la mejora en la iluminación del almacén, logrando con ello que el trabajador pudiera encontrar con una mayor facilidad los productos, también se incrementó la limpieza en los pasillos. Todo lo anterior coadyuvó a mejorar la accesibilidad, el orden, el control y la seguridad en el almacén. También el haber retirado materiales y otros elementos de la parte superior de los anaqueles mejoró el aspecto de esta área.



Figura 10. Situación inicial del almacén. Elaboración Propia



Figura 11. Situación actual del almacén. Elaboración Propia

Se destaca que, este proyecto tuvo impacto en la formación de los estudiantes, ya que pudieron reafirmar y aplicar sus conocimientos de control y manejo de inventarios, planeación y diseño de instalaciones, así como poder estar inmersos en los aspectos operativos y administrativos de la empresa.

CONCLUSIONES

Las MIPYMES tienen condiciones de trabajo empíricas, lo que las lleva a cometer prácticas poco recomendables en el ámbito productivo. Por ello, el realizar transferencia de tecnología con herramientas de la Ingeniería Industrial en esta empresa metalmeccánica dio pauta para generar este trabajo, que permitió alcanzar una mejor gestión en el almacén en todas sus actividades. Se agilizó la recepción de materiales, así como el despacho de herramientas, equipos y otros elementos para producir. El almacenamiento se aprovechó al máximo, ya que al hacer la redistribución del área se mejoró el acomodo de todos los elementos, incrementando la limpieza, el orden y la iluminación, lo que a su vez generó un agradable ambiente de trabajo. Por otro lado, el codificar los materiales y productos permite a la empresa un mejor servicio a sus clientes al disponer de un catálogo de productos terminado de fácil acceso y con toda la información pertinente para su uso. Finalmente, se destaca que la transferencia de tecnología por medio de la vinculación escuela-empresa, con la inclusión de estudiantes en proyectos

de investigación aplicada, favorece el desarrollo de competencias específicas, y les permite crecer personalmente, logrando de esta forma enriquecer su perfil profesional.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaide, A. (2008). *Parámetros para evaluar el desempeño de almacenes*. Ponencia presentada en la XIV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, CCIA-2008. Habana, Cuba. Recuperado de: ccia.cujae.edu.cu/index.php/siia/siia2008/paper/download/1084/182
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*. México: Pearson Education
- Bartholdi, J., & Hackman, S. (2014). *Warehouse and distribution science*. Recuperado de Warehouse: <https://www2.isye.gatech.edu/~jjb/wh/book/editions/wh-sci-0.96.pdf>
- Cervantes, V. (2005). Interpretación del coeficiente Alpha de Cronbach. *Avances en Medición*. Vol. (3) 9-28. Recuperado de: http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/1113/8574/8604/Articulo_1_Alf_a_de_Cronbach_9-28_2.pdf
- García, A. (1996). *Almacenes, Planeación, organización y control*. México: Trillas
- Giraldo, J. (2011). *Logística. Gestión de compras, almacenes y transporte*. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/logistica-gestion-compras-almacenes-transporte/>
- Harnsberger, J. (1997). *Production and inventory control handbook*. (3rd ed.). New York: McGraw-Hill
- Hernández, D., Jiménez, R., & Salcedo, A. (2015). Estudio del caso nenek: impacto de proyectos de investigación multidisciplinarios en la formación de ingenieros. *Revista ANFEI digital*, Vol. (2) doi: <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/59/222>
- Mauleón, M. (2006). *Logística y Costos*. Madrid : Ediciones Díaz de Santos
- Mulcahy, D. (1993). *Warehouse distribution and operations handbook* . New York: McGraw-Hill
- Poirier, C. & Reiter, S. (1996). *Supply Chain Optimization: Building the strongest total business*. San Francisco: Berrett-Koehler
- Rodero, M. (2012). *¿Qué son los codigos QR?* Recuperado el 5 de junio de 2018, de <https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/que-son-los-codigos-qr>
- Rodríguez, M. (2012). *Distribución de planta*. Recuperado el 19 de mayo de 2018, de <https://es.slideshare.net/MariaGpeRdzMarthell/distribucin-de-planta-15020464>

Salazar, B. (2016). *Gestión de almacenes*. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/>

Sánchez, J., Nieto, J., & Araújo, W. (2016). Prácticas profesionales con valor curricular en la formación de los ingenieros. *Revista ANFEI digital*. Vol. (4) doi: <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/192/663>

Urzelai, A. (2006). *Manual Básico de Logística Integral*. Madrid : Díaz de Santos