

# Incremento en la capacidad de almacenaje con cambio en la unitarización de producto terminado en tarima

E.D. Chiw-Gramillo<sup>1</sup>, R.A. Herrera-García<sup>2</sup>, L.I. Cháirez-Acosta<sup>2</sup>

**Resumen**—El eficiente manejo y transporte de materiales es fundamental para un óptimo flujo en la cadena de suministro de cualquier empresa. El objetivo del proyecto es aumentar la capacidad de almacenaje en racks y en cajones de transporte mediante el cambio en la unitarización de lunas de madera en tarimas. Al realizar la modificación, se logra un incremento en la capacidad de almacenamiento por tarima del 147%, un incremento en la carga por tráiler del 60%, un incremento en el almacenamiento en racks del 147%; además de reducir tiempos y movimientos de manipulación de tarimas, traducidos en ahorros de 13,000 dólares.

**Palabras claves**—Almacenaje, cadena de suministro, logística manejo de materiales, paletización, transporte, unitarización.

**Abstract**—Efficient material handling and transportation are both essential elements for an optimal flow in the supply chain of any company. Aim of this project is to increase the storage capacity in racks and in transport crates by changing the unitization of wooden moons into pallets. Once these modifications are made, the following benefits are achieved: an increase of 147% in storage capacity per pallet, an increase of 60% in trailer load, as well as an increase of 147% in rack storage. It also reduces time and motion in pallet handling, which represents USD \$ 13,000 savings.

**Keywords**—Logistics, material handling, palletization, supply chain, storage, transportation, unitization.

## I. INTRODUCCIÓN

La logística es el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución. [1]

La logística a través de los años ha permitido construir estructuras operativas y administrativas en términos de la adecuada disposición y aprovechamiento de los recursos al servicio de las actividades de aprovisionamiento y distribución que integran una cadena de suministro, siendo el consumidor final el más beneficiado debido al incremento en calidad de los productos ofrecidos o los servicios prestados, reducción de los tiempos de respuesta, disminución de costos y mejoramiento en la capacidad de atención.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro Km. 7.5 Ejido Ana. C.P. 27170. Torreón, Coahuila, México.  
E-mail contacto: daniela\_chiw@hotmail.com.

La administración de la cadena de suministro es el proceso de planificación, puesta en ejecución y control de las operaciones de la red de suministro con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente con tanta eficacia como sea posible.[2] La gerencia de la cadena de suministro atraviesa todo el movimiento y almacenaje de materias primas, el correspondiente inventario que resulta del proceso, y las mercancías acabadas desde el punto de origen al punto de consumo.[3]

De acuerdo al Material Handling Institute, la definición de manejo de materiales y logística es: “El movimiento, la protección, el almacenamiento y el control de materiales y productos en todo el proceso de su manufactura y distribución, consumo y desecho. Este proceso incluye una amplia gama de equipos y sistemas que ayudan con el pronóstico, la asignación de recursos, la planificación de la producción, la administración de flujo y procesos, la administración de inventarios, la entrega al cliente, el soporte y servicio postventas, y un sin fin de otras actividades y procesos básicos para los negocios”.

El manejo de materiales significa proveer la cantidad del material correcto, en las condiciones adecuadas, en el lugar correcto, en la posición correcta, en la secuencia correcta y por el costo correcto utilizando métodos adecuados. El manejo de materiales puede requerir en términos de personal hasta 25% de los empleados de una planta, 55% del espacio físico, 87% del tiempo total de producción y puede involucrar entre 15% y 70% de los costos totales de producción. De aquí que el manejo de materiales constituye una oportunidad de mejora importante, permitiendo reducir inventarios, aumentar la seguridad, disminuir desperdicios y mejorar el control del flujo de materiales. [4]

En lo que se refiere al manejo de materiales, una parte importante es la de preparar correctamente la mercancía para su manipulación, almacenamiento y distribución, y así acercar el producto final al cliente en las mejores condiciones. Para acomodarla, hay que considerar el envase primario, y ver la posibilidad de utilizar los envases secundarios o terciarios. Después de ello viene la unitarización, “como parte de las operaciones de distribución, consiste en el proceso de ordenar y acondicionar correctamente la mercancía en unidades de carga para su transporte. Es decir, con la finalidad de facilitar el transporte, se realiza la agrupación de uno o más ítems en unidades superiores de carga (movilizadas como

unidad indivisible) que deben conservar toda su integridad sin el menor daño durante el tiempo que dure su traslado. Su uso es válido tanto para el mercado interno como para el internacional". [5]

Las dos modalidades más comunes de unitarización de la carga son la paletización y la contenerización. La paletización es uno de los primeros intentos de unitarización de la carga que consiste en colocar un cargamento (cajas básicamente) sobre una plataforma (pallet) construida en función de los requerimientos de cada empresa para sus productos. [6]

Formar un palet, requiere mantener las condiciones de unificación de cargas, necesarias, aprovechando el espacio disponible al máximo y respetando los normativos que limitan aspectos, como las dimensiones de las tarimas y la altura máxima recomendada para la formación de una estiba adecuada. [7]

Hellström y Nilsson (2011) señalan que está comprobado que el embalaje influye sobre una serie de áreas del negocio y de gestión relacionados, y afirman que en logística, el embalaje es reconocido por tener un impacto significativo en los costos y el desempeño del sistema logístico, en especial en el aprovechamiento de la capacidad de transporte y costo por unidad movilizada. [8]

Considerando que la unitarización agrupa y facilita la manipulación de mercancías. Además, mejora el aprovechamiento del espacio físico del almacén y del lugar de transporte. Se desarrolla la presente investigación en una empresa local dedicada a la fabricación de muebles de madera para baño.

El objetivo del proyecto es determinar el impacto logístico del cambio en unitarización del producto terminado, con el propósito de generar directrices para el mejor aprovechamiento de la capacidad de almacenaje mediante el correcto y eficiente manejo de materiales.

El proyecto consiste en mejorar la unitarización de lunas de madera utilizada actualmente, estudiando diversas formas de agruparlas y encontrando la mejor opción para aprovechar espacios, disminuir costos y mejorar la manipulación del producto sin descuidar la seguridad y protección con la que debe contar el mismo. Además, debe ajustarse a las reglamentaciones y cumplir con los requisitos de tamaño y peso de la carga durante el almacenamiento y transporte. Finalmente, se analiza el impacto logístico del diseño actual contra la propuesta de rediseño o modificación.

## II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

En esta sección se incluye la descripción del problema, las restricciones y especificaciones, la condición actual de unitarización de las lunas de madera y la propuesta de mejora.

### A. Descripción del problema.

Debido a estrategias corporativas de mercadotecnia, la compañía ha sacado a la venta un nuevo modelo de mueble para baño.

De tal forma que se tiene una demanda alta de este mueble de promoción que incluye lavabo y luna de madera.

El lavabo se manufactura en la empresa y la luna de madera, como producto terminado, es provista por una planta hermana de otra ciudad.

Una vez fabricado el lavabo, se arma el paquete para su envío a la matriz en Estados Unidos.

Derivado de esta promoción, la empresa requiere almacenar 3,420 lunas de madera en el almacén para contar con un CTB (Clear to Build) de 4.5 días. Con esta cantidad de lunas, se tiene ocupado el almacén al 237.5% y se tienen pasillos bloqueados que pueden desencadenar un problema de seguridad.

Por tal motivo, se requieren tomar acciones para que la operación de la cadena de suministro no se vea afectada, pues tiene como responsabilidad el manejo y administración de materias primas, producto en proceso y producto terminado.

Tomando en cuenta que la unitarización mejora el aprovechamiento del espacio del almacén, se busca modificar la unitarización actual con la finalidad de mejorar la capacidad de almacenaje en los racks.

### B. Restricciones y especificaciones

Dimensiones de la luna de madera: 68x82x2 cm (ancho, largo, alto).

Peso de la luna de madera: 6.8 kg.

Espacios en racks: 48 posiciones.

Máximo peso en racks: 530 kg. por posición

Altura del rack: Ajustable

Dimensiones de tarimas disponibles: Café= 79x102 cm., Amarilla= 132x122 cm., Morada= 132x102 cm., Verde=90x137 cm.

Peso de tarimas: Café=8.5 kg., Amarilla=15 Kg., Morada=13.5 Kg., Verde=12 kg.

Peso de materiales de embalaje: 5 Kg. aproximadamente

C. Condición actual de paletización

La tarima actualmente está agrupada por una estiba de 30 lunas de madera de 68x82x2 cm. en una tarima café de 79x102 cm. (Ver figura 1). El peso de la tarima con carga es de 217 kg., aproximadamente.



Figura 1. Paletización actual

La capacidad de almacenamiento en los racks es de 1,440 lunas considerando los 48 espacios disponibles. En la Figura 2, se muestran los racks configurados con la estiba actual. La altura de los racks es de: 1.03 m en nivel de abajo, 1.11 m en el segundo nivel y 1.26 m en el tercer nivel.



Figura 2. Racks configurados a estibas de 30 lunas

D. Propuesta de mejora- Paletización modificada

Para determinar cuántas lunas pueden ir en la base de la tarima, se divide el área de la tarima entre el área del producto, en este caso, el área de la luna.

$$\begin{aligned} \text{Área de la luna} &= 68 \times 82 \text{ cm} = 5,576 \text{ cm}^2 \\ \text{Área de la tarima Café} &= 79 \times 102 \text{ cm} = 8,058 \text{ cm}^2 \\ \text{Área de la tarima Amarilla} &= 132 \times 122 \text{ cm} = 16,104 \text{ cm}^2 \\ \text{Área de la tarima Morada} &= 132 \times 102 \text{ cm} = 13,464 \text{ cm}^2 \\ \text{Área de la tarima Verde} &= 90 \times 137 \text{ cm} = 12,330 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{No. de lunas en tarima Café} &= \frac{8,057}{5,576} = 1.44 \quad (1) \\ \text{No. de lunas en tarima Amarilla} &= \frac{16,104}{5,576} = 2.88(2) \\ \text{No. de lunas en tarima Morada} &= \frac{13,464}{5,576} = 2.41 \quad (3) \\ \text{No. de lunas en tarima Verde} &= \frac{12,330}{5,576} = 2.21 \quad (4) \end{aligned}$$

Como podemos observar, en la tarima café sólo cabe una luna en la base (1), que es la configuración actual. En la

tarima amarilla (2), morada (3) y verde (4) caben dos lunas. Para ahorrar espacio y costos, se elige para la nueva paletización la tarima más pequeña de las tres, que es la verde.

Para elegir el nivel de las estibas, es decir cuántas lunas vamos a apilar, se toma en cuenta el peso máximo en el rack, el cual es de 530 kg por cada posición. No se considera la altura, ya que el rack es ajustable.

Considerando que el peso máximo de la tarima con carga es de 530 kg., menos el peso de la tarima verde, que es de 12 kg, menos el peso del material de embalaje (empleye, esquineros, separadores de cartón, etc.), que es de aproximadamente 5 kg, quedan disponibles 513 kg para las lunas.

Se divide el peso disponible entre el peso de cada luna, que es de 6.8 kg y así se obtiene el número máximo de lunas a cargar (5).

$$\text{No. máximo de lunas en tarima} = \frac{513}{6.8} = 75.4 \quad (5)$$

Como son dos estibas, se divide 75 entre 2, obteniendo un total de 37 lunas por estiba.

La nueva unitarización de las lunas de madera, se muestra en la Figura 3. La tarima está conformada por dos estibas de 37 lunas cada una en una tarima de 90x137 cm, dando un total de 74 lunas por tarima. El peso de tarima con carga es de 520 kg aproximadamente.



Figura 3. Paletización modificada

La capacidad de almacenamiento en los racks con esta agrupación es de 48 tarimas con 74 lunas cada una, dando un total de 3,552 lunas. Con esta cantidad, se cumple el objetivo que es de 3,420 lunas para un CTB de 4.5 días.

Los racks se ajustan a la nueva estiba (Ver figura 4). La altura de los racks se modifica a: 1.18 m en nivel de abajo, 1.26 m en el segundo nivel y 1.26 m en el tercer nivel.



Figura 4. Racks configurados a nueva estiba

La distribución de carga, es la utilizada con este tipo de tarimas, en la cual se transportan 29 tarimas por camión. (Ver figura 5). El peso de la carga es de 15,080 kg, cumpliendo con lo establecido en la NOM-012-SCT-2-2014 para el peso bruto vehicular del tractocamión articulado T2-S3.

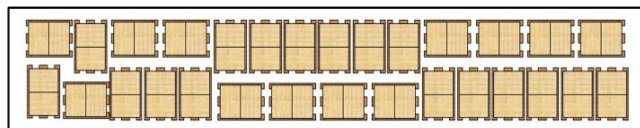


Figura 5. Distribución de carga

### III. RESULTADOS

Con el cambio en la unitarización de las lunas de madera se obtuvieron grandes beneficios para la empresa.

En la tabla I, se muestra el incremento en la capacidad de almacenaje en los racks y los camiones, teniendo un aumento del 146.67% y del 58.96% respectivamente.

TABLA I.  
PORCENTAJES DE INCREMENTO EN CAPACIDAD DE ALMACENAJE

	Paletización actual	Paletización modificada	Porcentaje de incremento
Capacidad de almacenaje en tarima	30 lunas	74 lunas	146.67%
Capacidad de almacenaje en racks	1,440 lunas	3,552 lunas	146.67%
Capacidad de almacenaje en camión	45 tarimas con 30 lunas= 1,350 lunas	29 tarimas con 74 tarimas= 2,146 lunas	58.96%

Debido al cambio en la unitarización de las lunas de madera, el porcentaje de ocupación de almacenaje que anteriormente era del 237.5%, es ahora del 96%.

Con la nueva configuración, se obtuvieron los siguientes beneficios:

- No se requiere hacer la inversión de dos bahías de racks adicionales (\$2,400 USD).
- No se necesita ocupar espacio de almacenaje de otros commodities.
- No hay necesidad de mandar materiales a bodega externa, lo que representa ahorro en traslados, administración de almacén, montacargas, operadores, etc.
- Se evita la generación de estadías y demoras generadas por retraso en descarga de contenedores.
- Reducción de riesgos por condiciones inseguras por la saturación de materiales.

En la tabla II, se muestra el ahorro en el transporte. Considerando que durante la promoción se deben transportar 48,259 lunas, el ahorro es de \$11,050 USD que representa el 36.11%. Cabe mencionar que únicamente se incluye el ahorro durante este periodo. Sin embargo, el ahorro anual con este nuevo standard pack es mucho mayor.

TABLA II.  
AHORRO EN TRANSPORTE

	Paletización actual	Paletización modificada
Número de camiones	36 camiones con 45 tarimas c/u	23 camiones con 29 tarimas c/u
Costo por camión	\$850 USD	
Costo total de transporte	\$30,600 USD	\$19,550 USD
Ahorro en transporte	\$11,050 USD	

Sumando los ahorros más representativos, el de almacenamiento de \$2,400 USD y el de transporte de \$11,050 USD, da un total de \$13,450 USD.

En lo que respecta a tiempos y movimientos, también se obtuvieron mejoras. Dado que con la nueva agrupación, se tienen 960 tarimas menos que mover o manipular (montacargas, operadores, embalaje) y 13 camiones menos que administrar (operación, documentación, seguimiento).

### IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Un buen sistema de unitarización es fundamental para el proceso logístico de las empresas y para obtener una mayor productividad, ya que es una herramienta imprescindible al momento de trasladar la mercancía.

La unitarización tiene las siguientes ventajas:

- Agrupa y facilita la manipulación de mercancías en almacenes, proceso productivo, andenes de carga, etc.
- Facilita la identificación y ubicación de los productos.
- Mejora el aprovechamiento del espacio del almacén y del lugar de transporte.

- Mejora el control de la recepción y entrega de mercancías (carga y descarga).
- Protege la mercancía y reduce los posibles daños que se pueden producir, consiguiendo mayor seguridad.
- Disminuye la incidencia de faltantes y robos.

Hay que considerar que para preparar la mercancía hay que utilizar un envase y/o empaque adecuado según sean sus características y necesidades, por lo que habrán sistemas de unitarización distintos para cada empresa y productos que se manejen. Las dimensiones de las tarimas van acordes con las dimensiones del producto y del lugar donde se realiza el transporte.

Se recomienda a la empresa revisar las otras agrupaciones (paletizaciones) de los principales productos que manejan, para ver si existe la posibilidad de mejorar la unitarización de otro ítem.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal del departamento de ingeniería y de cadena de suministro de la empresa por proporcionar la información y los recursos necesarios para la realización de este proyecto.

#### VI. REFERENCIAS

- [1] Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=NZJWMiV>
- [2] Chopra Sunil & Meindl Peter (2006). *Supply Chain Management*. 3<sup>o</sup> Edition. Pearson/Prentice Hall
- [3] Schönsleben Paul (2000). *Integral Logistics Management*. Auerbach Publications, Taylor & Francis Group.
- [4] Tompkins James, et al. (2003). *Facilities Planning*. 3<sup>a</sup> Edition. J. Wiley. P. 164
- [5] EAE Business School. (2017). *La unitarización de carga en logística*. Disponible en: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/la-unitarizacion-de-carga-en-logistica/>
- [6] Mondragón Víctor. *La unitarización de la carga: la paletización y la contenerización*. Disponible en: <https://www.diariodelexportador.com/2017/11/la-unitarizacion-de-la-carga-la.html>
- [7] González López Mario Alejandro. Propuesta para el diseño del proceso de paletización, en el almacenaje de productos de limpieza, de la empresa Henkel La Luz S.A. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1754\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1754_IN.pdf)
- [8] Nilsson Fredrik, (2011) "Logistics-driven packaging innovation: a case study at IKEA", *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 39 Issue: 9, pp.638-657

#### VII. BIOGRAFÍA



**Chiw Gramillo Esmeralda Daniela.** Torreón, Coahuila, 30 de septiembre de 1981. Ingeniero Industrial, Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, Coahuila, México. Titulación 2003. Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, Coahuila, México. Titulación 2005.

Actualmente labora en el Instituto Tecnológico de Torreón en la ciudad de Torreón, Coahuila, México, desempeñándose como docente de las materias de Investigación de Operaciones, Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional, Cadena de Suministro, entre otras. Es secretaria de la academia de Ingeniería en Logística. Es responsable de la oficina de proyectos de docencia de la carrera de Ingeniería en Logística. Cuenta con experiencia en el desarrollo, implantación y mejoramiento de Sistemas de gestión de calidad, sistemas de gestión de inocuidad alimentaria y sistemas para laboratorios de ensayo y calibración en empresas públicas y privadas. Las líneas de interés de la autora son: mejoramiento de la cadena de suministro, logística, gestión de la calidad y manufactura avanzada. M.C. Chiw, es miembro de la Asociación Mexicana de Logística.



**Herrera García Ramón Alberto.** Torreón Coah. México, 06 Agosto de 1984. Maestro en Administración y Alta Dirección de la Facultad de Contabilidad y Administración de la Universidad Autónoma de Coahuila (2010), Ingeniero Industrial egresado del Instituto Tecnológico de la Laguna (2006).

El actualmente labora en el Instituto Tecnológico de Torreón ubicado en carretera Torreón-San Pedro km 7.5, como Profesor de tiempo completo de la Carrera de Ingeniería Logística impartiendo materias como Programación de procesos productivos, Gestión de mejora de procesos e Investigación de operaciones, Higiene y seguridad, Ingeniería de procesos, administración de materiales, ha ocupado cargos administrativos dentro de la Institución como Jefe de departamento de Ingenierías (2012), Jefe de la División de Estudios Profesionales (2013), Jefe del departamento de Recursos Materiales y Servicios (2016) y actualmente es el presidente de academia de ingeniería en logística del Instituto Tecnológico de Torreón. Las líneas de investigación de interés están orientadas a la optimización de la producción, aseguramiento de la cadena de suministro, control de la calidad y análisis de tiempos y movimientos.



**Cháirez Acosta Luvianka Ivonett.** Torreón, Coah. México, 28 de febrero de 1976. Licenciada en Comercio Exterior y Aduanas por la Universidad Iberoamericana Plantel Laguna (2004), Certificada en Competencias de Enseñanza del Idioma Inglés como Segunda Lengua por la Universidad de Olds, Alberta, Canadá (2004) y Maestra en Innovación Educativa por la Universidad La Salle Laguna

(2015). De febrero de 2003 a la fecha, se desempeña como Docente del Área de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Torreón ubicado en Carretera Torreón-San Pedro km. 7.5 de esta misma ciudad. Ha sido Jefa de la División de Estudios Profesionales de 2007 a 2010, Coordinadora de las carreras de Ingeniería en Logística e Ingeniería en Gestión Empresarial de 2012 a 2014, y Presidenta de la Academia de Ingeniería en Logística de 2014 a 2017. Es responsable del Programa de Idiomas desde el 2003 a la fecha y de la Oficina de Servicios Externos perteneciente al Dpto. De Gestión Tecnológica y Vinculación. Las líneas de investigación de interés son los relacionados a la innovación educativa, la gestión de la cadena de suministro, la optimización del transporte; entre otros.