

# *DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BOLSA DE ESTIBA PARA EL TRANSPORTE SEGURO DE MERCANCIAS*

Claudia Zaldivar, Ingeniero Industrial y de Sistemas, Luis Zeron, Ingeniero Industrial y de Sistemas, María Elena Perdomo, Máster en Ingeniería Industrial

<sup>1</sup>Universidad tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras, [claudiaz@unitec.edu](mailto:claudiaz@unitec.edu), [luis.zeron@unitec.edu](mailto:luis.zeron@unitec.edu),  
[maria\\_perdomo@unitec.edu](mailto:maria_perdomo@unitec.edu)

*Resumen– En el rubro azucarero, las empresas presentan dificultades en el transporte de sus mercancías, ya que se generan reclamos por producto dañado. Para identificar los factores que impulsan esta problemática, en la presente investigación se elaboró un análisis de la etapa de transporte en este rubro, específicamente de las prácticas utilizadas para el transporte que existen actualmente para así poder determinar cuáles pueden ser las posibles causas por las cuales sucede esta problemática. Esta investigación se basa en la reevaluación de las prácticas actualmente utilizadas en el proceso de carga, brindando un método nuevo que es capaz de reducir y eliminar las pérdidas por producto dañado. Así mismo, se determinó la organización más óptima de las mercancías dentro del contenedor y se propuso la implementación de un prototipo de bolsas de estiba que es capaz de brindar estabilidad a las mercancías dentro del contenedor permitiendo, a las empresas un ahorro de tiempo en sus procesos de carga.*

*Palabras claves: aseguramiento de carga, métodos de carga, rubro azucarero, daños en el transporte.*

*Abstract- In the sugar sector, companies have difficulties in transporting their merchandise, since claims are generated for damaged products. To identify the factors that drive this problem, an analysis of the transportation stage in this area was elaborated, specifically of the practices that are currently used in the sector, to determine the possible causes for this problem. This research is based on the reevaluation of the practices currently used in the loading process, providing a new method that can reduce and eliminating losses due to damaged product. Likewise, the most optimal organization of the goods inside the container was determined and the implementation of a prototype of stowage bags was proposed, which is capable of providing stability to the goods inside the container, allowing companies to save time in their operations.*

*Keywords: safe cargo, cargo loading, sugar industry, damages during transportation.*

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), existe un enorme desperdicio dentro del rubro alimenticio. Se estima que a nivel mundial anualmente se desperdician aproximadamente 1.3 billones de libras de productos alimenticios, lo que representa 1/3 de la producción mundial. Dentro del desperdicio anual de alimentos se estima que el 39% es generado solamente en la etapa de distribución. Así mismo, se le atribuye la falta de adecuadas condiciones de almacenamiento como una de las principales causantes a la pérdida de alimentos dentro de las etapas de distribución.

En Honduras existen diversos problemas en cuanto a la logística de transporte de las empresas dentro del rubro alimenticio, en específico el azucarero. Esto se debe a que mensualmente miles de libras son desperdiciadas por la falta de métodos óptimos de carga. En consecuencia, la falta de prácticas óptimas le provoca elevados tiempos de carga, menor tiempo productivo, daños en la mercancía, atrasos en la entrega de los pedidos, insatisfacción en los clientes y principalmente considerables pérdidas monetarias al año las cuales representan un golpe duro para la rentabilidad de la empresa.

## II. ANTECEDENTES

Existen distintos tipos de mercancías y no siempre es fácil su traslado pues existen mercancías que contienen ciertas restricciones y requieren de un trato especializado, sobre todo lo que son mercancías perecederas cuya vida útil varía y es fuertemente influenciada por factores externos. Los principales factores característicos de los productos agrícolas son la variabilidad de sus propiedades mecánicas bajo la influencia de la humedad, la presión, la temperatura, y el tiempo de almacenamiento. Dependiendo del producto agrícola los métodos de transporte pueden variar más sin embargo no se puede garantizar la ausencia de daños ya que aspectos como la ubicación de los productos dentro del contenedor o la velocidad a la que estas son transportadas pueden ocasionar alteraciones en el producto final.

La logística de transporte es a veces subestimada más sin embargo la logística de transporte es la que se asegura de que las mercancías lleguen en el lugar y momento correcto.

El contenido del flujo de la mercancía, por regla general, refleja la eficiencia de la empresa. Hoy en día las empresas presentan problemas en su producto final. Esto se debe a que no

llevan a cabo la adecuada investigación de su mercancía para determinar distintos aspectos relevantes como ser:

- La metodología adecuada de manipulación de la mercancía a transportar tomando en cuenta factores como los procedimientos de carga y descarga, así como la velocidad y ruta a ser recorrida.
- El empaque tomando en cuenta factores externos como temperatura y humedad, costos, sustentabilidad, imagen entre otros.
- El método de empaque tomando en cuenta la textura de la superficie, peso por almacenamiento, exceso de peso etc.

Todos estos aspectos generan un gran impacto en la presentación y calidad del producto final y por ende genera un impacto directo con la eficiencia de la empresa [11].

Se ha determinado que mediante la aplicación de un enfoque científico a las mercancías se pueden identificar los factores relevantes para establecer indicadores de eficiencia para la logística de transporte. La identificación de estos indicadores permite a las empresas minimizar las pérdidas por productos dañados. Esto hace que las empresas tengan menos gastos por pérdidas y mejoren la calidad de sus productos permitiendo reflejar la eficiencia de estas [1].

### III. MARCO TEÓRICO

El papel del transporte es crucial dentro de las cadenas de suministro ya que se considera como “la columna vertebral de la distribución en la cadena logística” [2]. En el caso del sistema alimentario, el transporte es crucial para su desarrollo. Esto se debe a que el transporte es el único recurso por el cual los alimentos pueden ser distribuidos [3]. Adicionalmente en esta etapa es donde se mide su eficiencia, por lo tanto, es importante que se mantenga un alto nivel de rendimiento en este proceso.

No obstante, se ha observado que las cadenas de suministro en el rubro alimenticio presentan dificultades a nivel mundial para lograr la eficiencia ya que anualmente se desperdician alrededor de 1.3 billones de toneladas de productos alimenticios entre la etapa de producción y distribución [4].

Sin embargo, la mayoría de los desperdicios ocurren en la etapa de transporte. Estos se definen como las “pérdidas en productos sufridas a causa de daños mecánicos durante su almacenamiento y distribución” [5]. La eficiencia de este proceso es condicionada por diversos factores como el uso de empaques apropiados, tipo y condición del medio de transporte, ubicación y protección de la carga, medios de manejo de carga, e incluso las tácticas de distribución utilizadas para cada producto [6]. Es importante organizar el proceso de transporte para reducir las pérdidas en esta etapa, principalmente los procesos de carga, circulación de los medios de transporte y la descarga de la carga.

Se demuestra que el desperdicio en la etapa de transporte puede resultar hasta un 30% de los alimentos distribuidos. Así mismo, se establece que si se corrigen las debilidades dentro del transporte en las cadenas de suministro y si existe un buen manejo de esta es posible lograr una reducción en los precios de los productos, especialmente en aquellos de

origen agrícola. El manejo eficiente no solamente brinda un beneficio económico para las partes interesadas, sino también una cadena de suministros más sustentable que permite la reducción de los desperdicios [7].

Las vibraciones producidas en la etapa de transporte son una de las principales razones por las cuales los productos alimenticios sufren daños mecánicos en el transporte. Adicionalmente, se establece que estos daños también pueden variar según la intensidad de estas vibraciones, las cuales están sujetas al medio de transporte a utilizar, así como la ruta designada [8].

Así mismo, se considera que el factor humano está directamente vinculado a las pérdidas dentro de la etapa de transporte. La calidad de las prácticas utilizadas dentro del proceso de carga y descarga es un factor determinante. Por eso mismo, es necesario que el personal cuente con las calificaciones óptimas y el conocimiento necesario para que estos sean capaces de tomar decisiones complejas orientadas a la mejora continua, reducción de riesgos y en consecuencia el nivel de errores y pérdidas dentro de esta etapa. Sin embargo, el rendimiento de la calidad del trabajo depende de la calidad de entrenamiento proporcionado por parte de las empresas para estas actividades en específico [6].

Garantizar el cumplimiento de esta dentro las empresas del rubro es importante ya que de ella depende la calidad de los productos entregados. La producción de los alimentos en general requiere de una alta demanda de elementos esenciales como ser agua, energía y recursos agrícolas. Por lo tanto, el desperdicio en la etapa de transporte no solamente implica una pérdida en los productos alimenticios, sino también los antes mencionados [6].

Dentro de la etapa de transporte de productos alimenticios se han podido identificar diferentes motivos por los cuales se puede generar un riesgo de daños a la carga y generación desperdicios [9]. Las siguientes son las principales razones por las cuales se presentan problemas en el transporte de alimentos:

- Falta de seguridad para las unidades de transporte o las instalaciones de almacenamiento, incluida la falta o el uso inadecuado de precintos y falta de controles de seguridad o registros de los transportistas.
- Prácticas de sujeción inadecuadas para productos alimenticios que son transportados.
- Embalaje inadecuado de unidades de transporte o instalaciones de almacenamiento, incluido el uso incorrecto de materiales de embalaje y paleta de mala calidad.
- Manejo inadecuado de unidades de transporte o instalaciones de almacenamiento para evitar contaminación cruzada.
- Prácticas, condiciones o equipos de carga inadecuados, incluido el saneamiento inadecuado del equipo de carga, la falta de uso de unidades dedicadas cuando corresponda, patrones de carga inadecuados y el transporte de cargas mixtas que aumentan el riesgo de contaminación cruzada.

- Falta de capacitación del personal sobre la inocuidad y/o protección de los alimentos.
- Políticas inadecuadas para el transporte o almacenamiento seguro y/o protegido de los alimentos.
- Manejo y seguimiento inadecuados de cargas rechazadas.
- Falta de trazabilidad de los productos alimenticios durante el transporte y almacenamiento.

Actualmente en el mercado existen productos que son utilizados dentro de los contenedores que ayudan al aseguramiento de carga, esto con el fin de minimizar las pérdidas por producto dañado. Entre los productos se encuentran las que son las bolsas de estiba.

Se establece que el termino estiba se refiere a cualquier material utilizado para proteger bienes o embalajes de daños asociado con el transporte. La estiba llena los espaciosos vacíos que se encuentran entre la carga lo que evita el movimiento de los productos al momento de ser desplazados hacia su destino [10].

Las bolsas de estiba se encuentran en dos presentaciones las inflables que son bolsas de papel o de tela textil que se llenan con aire y las sólidas son también bolsas de papel o textil que son llenadas con distintos materiales sólidos. Para las bolsas de estiba, hay una muy gran diferencia en las dimensiones entre el largo y el ancho total de la bolsa, y el espesor del material, lo que lleva a suponer que el material puede tener una gran influencia en la eficiencia de la bolsa.

Los materiales de polipropileno utilizados en las bolsas de estiba están pre estirados para aumentar su rigidez y reducir su alargamiento a la rotura. Para las bolsas de estiba, hay una muy gran diferencia en las dimensiones entre el largo y el ancho total de la bolsa, y el espesor del material, lo que lleva a suponer que el material puede tener una gran influencia en la eficiencia de la bolsa [10].

#### IV. RESULTADOS

En el rubro azucarero hondureño se presenta una problemática debido a que se desperdician considerables cantidades de libras de azúcar al año durante la etapa de transporte. Para efectos de este estudio y con el objetivo de entender esta problemática en el rubro más a fondo, se decidió realizar un análisis de los procesos de transporte actualmente utilizados dentro de la empresa Central de Ingenios (CISA) la cual se encarga de la distribución de azúcar en diferentes presentaciones y a gran escala en todo el territorio nacional y adicionalmente ha sido afectada por esta problemática. Mensualmente, diversos reclamos han sido recibidos por parte de clientes quienes expresan que su producto llega en mal estado debido a la exposición a daños durante el transporte. Como se demuestra en la Figura 1 se ha utilizado la técnica de los 5 ¿Por qué? para determinar una posible causa raíz y encontrar un enfoque más preciso para este estudio.

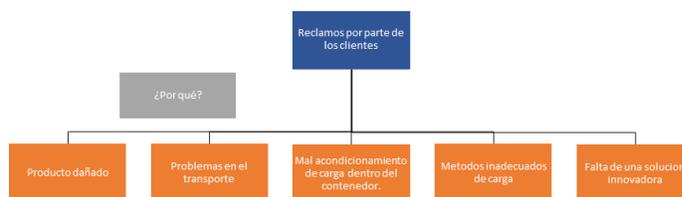


Figura 1. Diagrama de 5 ¿Por qué? con relación a los reclamos por parte de los clientes. Fuente: Elaboración propia

Tomando en consideración los elementos que integran el diagrama anterior, se determinó viable expandirse en el tema de problemas con el transporte de azúcar en específico por lo que se procede a realizar un diagrama de causa-efecto o Ishikawa para ampliar las posibles causas raíz a los problemas que se dan en esta etapa en general tal como se muestra la Figura 2.

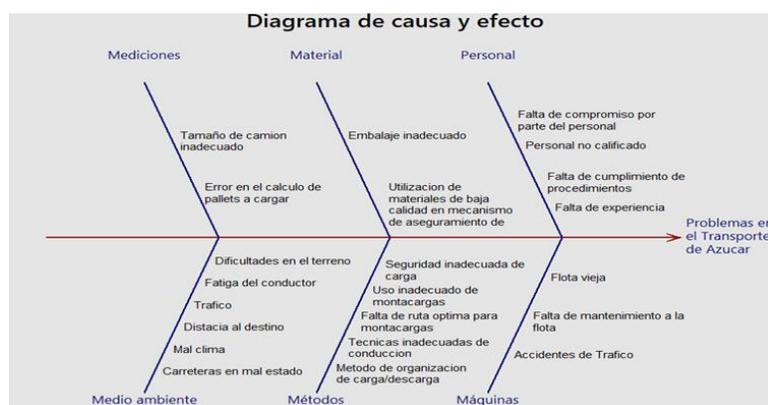


Figura 2. Diagrama de causa-efecto para problemas en el transporte de azúcar. Fuente: Elaboración propia

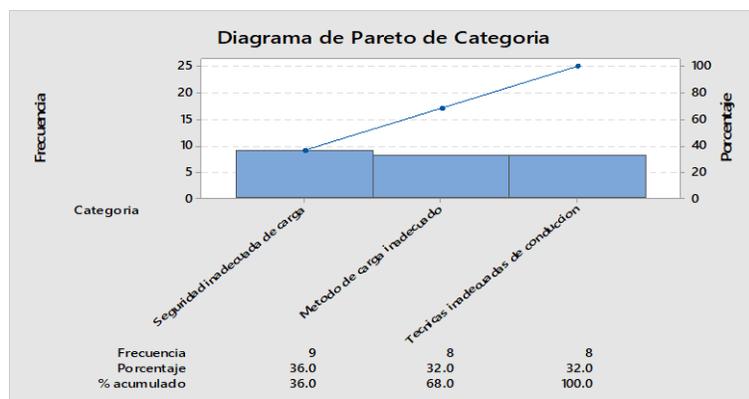


Figura 3. Diagrama de Pareto de Segundo Nivel con relación a las causas con mayor incidencia. Fuente: Elaboración Propia.

Considerando los resultados obtenidos en el Pareto de Segundo Nivel, el cual resalta las causas principales con más incidencias, se determinó que el problema es causado por las siguientes razones:

- Seguridad inadecuada de mercancía transportada
- Métodos de carga de mercancía inadecuados

- Técnicas inadecuadas de conducción

Sin embargo, debido a que las primeras dos razones comprenden el 80% del problema estudiado, se les dará un mayor enfoque mediante el análisis de los métodos actuales de seguridad y carga utilizados en el rubro con el fin de poder identificar sus oportunidades de mejora y así mismo brindar una solución al problema.

CISA actualmente distribuye 3 marcas distintas de azúcar: El Cañal, Matilde y Prieta. Cada una de ellas se puede encontrar en presentaciones de 1, 2 y 4 libras. Estas presentaciones son empacadas en bolsas de plástico con sus respectivas marcas y este es considerado el embalaje primario. Para hacer el proceso de carga más eficiente este embalaje primario es agrupado en grupos de 20 libras formando lo que ellos llaman como “Fardos” considerado como embalaje secundario y cuya cantidad de bolsas de azúcar puede variar según su presentación. Seguidamente el embalaje secundario se coloca en forma de pallet dentro de un saco jumbo elaborado de material de plástico PP y el cual se le denominara embalaje terciario. El objetivo del embalaje terciario radica en que este sirva como protector para el embalaje secundario y como apoyo para que los pallets permanezcan armados durante su traslado en el proceso de carga.

Actualmente CISA cuenta con dos procesos de carga al momento de realizar un despacho: el método “a piso” y el método “entarimado” o “paletizado”. El método de carga a utilizar dependerá completamente del cliente a quien se le realice el despacho. Esto se debe a que no todos los clientes cuentan con las instalaciones o el equipo para descargar el producto entarimado, por lo tanto, se despacha “a piso”. Sin embargo, a pesar de eso la empresa ha contemplado establecer un único proceso con el objetivo de reducir los tiempos de carga.

El método “A piso” es realizado mediante el personal de carga y consiste en su mayoría colocar fardo por fardo dentro del contenedor. Así mismo, este proceso toma un tiempo aproximado de 89.58min que equivalen a 1 hora con 29 min y 35 segundos. A continuación, se demuestra en la siguiente figura el diagrama flujo de este proceso.

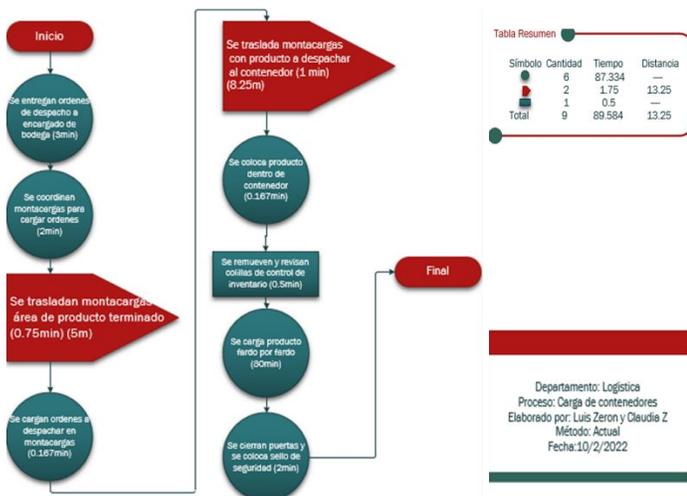


Figura 4. Diagrama de flujo de proceso para método de carga a piso. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 5, se presenta el proceso de carga paletizado actual. El método “Paletizado” es realizado mediante montacargas y consiste en su mayoría colocar los pallets dentro del contenedor. En contraste con el método anterior el método paletizado requiere un tiempo aproximado de 28.41 minutos para ser llevado a cabo.

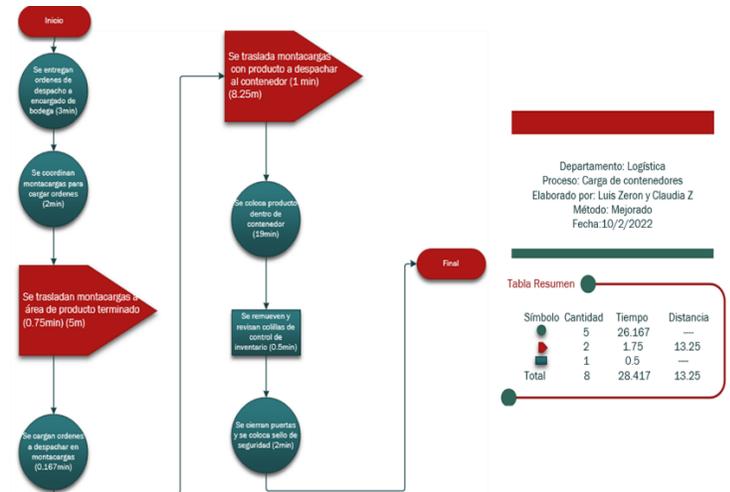


Figura 5. Diagrama de flujo de procesos mejorado para método paletizado. Fuente: Elaboración propia

En vista de los resultados obtenidos se puede determinar que el método Paletizado resulta más beneficioso para la empresa, ya que existe un ahorro en los tiempos de carga. Por esa razón, se desea estandarizar este proceso y adoptarlo como el único a utilizar. Sin embargo, este método presenta una problemática. Al despachar un contenedor paletizado, diversos factores como la vibración, movimiento, velocidad, y los espacios vacíos entre los pallets generan un ambiente en el cual estos se desestabilizan y choquen entre sí. Así mismo, esto provoca que se desarmen, lo que genera reclamos, daños y pérdidas en el producto transportado.

Partiendo desde la problemática dada en el transporte de azúcar utilizando el método paletizado, se ha determinado que el problema recae en los espacios vacíos que quedan dentro del contenedor. Como se mencionaba en la sección anterior, estos espacios junto con factores como velocidad, vibración y movimiento son las principales causas por las que se generan los reclamos. Actualmente en el mercado existen soluciones orientadas a la seguridad de mercancías dentro de los contenedores. Entre algunas de ellas se encuentran las Dunnage Bags, que son bolsas de estiba. Estas se utilizan dentro de los contenedores para proporcionar seguridad y estabilidad a las mercancías.

Con el propósito de erradicar esta problemática, se determinó llevar a cabo el desarrollo de dos tipos de prototipos: bolsas de estiba inflables y solidas. Estas con el fin de eliminar los espacios vacíos dentro del contenedor, así mismo éstas servirían como un soporte para brindar más estabilidad a los pallets durante el transporte.

Se llevo a cabo un análisis de los materiales que son desperdiciados en la empresa para evaluar si estos pueden ser utilizados en la elaboración del prototipo con el propósito de no

generar gastos adicionales para la empresa. CISA actualmente mantiene desperdicios de 3 plásticos diferentes: Stretch Film, Bolsas de LDPE, y sacos de PP. Estos desperdicios se generan en su mayoría por los insumos recibidos por parte de los distintos proveedores. La empresa ha sido capaz de encontrar una solución lucrativa para los primeros dos, ya que estos pueden ser reciclados sin ningún problema. En vista de eso, la empresa mantiene contratos con recicladoras locales a las cuales se les vende este material y por ende generan una ganancia. Sin embargo, en el caso de los sacos de PP, las empresas recicladoras no los reciben pues estos contienen residuos de azúcar que dificultan el proceso de reciclaje, por consiguiente la empresa solo ha conseguido quemarlos para eliminar el desperdicio generándoles un gasto adicional por la logística que conlleva.

Después de llevar a cabo un análisis de los sacos de PP desperdiciados se determinó que estos presentan rasgos similares a los de las Dunnage Bags y por ende es posible trabajar con ellos para la elaboración de los prototipos. Esto se debe a que las Dunnage Bags pueden ser elaboradas de plásticos como LDPE y PP.

El prototipo A se enfoca en la elaboración de una bolsa de estiba en la cual los mismos sacos de PP son utilizados para el contenido de la bolsa, por lo tanto se le denomina de tipo sólido. Debido a las propiedades de los sacos, estos pueden ser aplastados para formar un relleno para la bolsa que le permite amortiguar la carga. Para poder determinar la cantidad de sacos a granel que debían ser introducidos en la bolsa se obtuvieron las dimensiones del producto entarimado que es despachado por CISA. En consecuencia, se determinó que la bolsa debía tener una medida de 21 pulgadas (largo) x 28 pulgadas (alto), por consiguiente, cada prototipo debía contener 26 sacos a granel. Así mismo, estas deben ser colocadas en dos filas de manera vertical ya que de esta forma abarcan las dimensiones necesarias. Una vez finalizado el proceso de llenado, se procedía a costurar la misma. Para esto, se utilizó una cosedora industrial Hamer-Fischbein, la cual fue proveída por CISA. Finalmente, el proceso de elaboración de este prototipo es de aproximadamente 2 minutos por unidad. Tomando en consideración el área disponible dentro del contenedor y el área y volumen que las bolsas abarcan se determinó que es necesario colocar por lo menos 30 bolsas de estiba.

El objetivo del prototipo B es la elaboración de una bolsa de estiba inflable haciendo uso del desperdicio de material de plástico tipo LDPE. A diferencia de los sacos de PP, la composición y las propiedades de los sacos de LDPE permiten que estos puedan ser llenados con aire mediante el uso de una bomba sin que este se filtre. Así mismo, a diferencia del prototipo A, el prototipo B cuenta con las siguientes medidas: 21 pulgadas (largo) x 24 pulgadas (ancho). Para este tipo también se considera que deben ser colocados de manera vertical, con el objetivo de poder cubrir el área requerida. Se determinó acorde a las dimensiones que contiene el saco de LDPE se debían introducir 103kpa de aire por unidad. Una vez introducido el aire en el saco, se procedía a sellar el mismo con una resistencia de impulso. Seguidamente este era introducido en un saco a granel para brindar mayor protección al saco de

LDPE, y finalmente es costurado con la cosedora. Tomando en consideración el área disponible dentro del contenedor y el área y volumen que las bolsas abarcan se determinó que es necesario colocar por lo menos 45 bolsas de estiba.

Para determinar la eficacia de ambos prototipos fue necesario determinar la organización óptima de las bolsas de estiba dentro del contenedor. Para esto se llevaron a cabo diferentes viajes en los cuales se probaron los prototipos en distintas ubicaciones del contenedor en las que se pudiese generar algún riesgo de daño durante el movimiento. Utilizando los resultados obtenidos de la población y muestra, se determinaron realizar 33 viajes para probar los prototipos. Para las pruebas, se clasificaron los siguientes tipos de organización de las bolsas se clasificaron en tres: Tipo A, Tipo B, Tipo C.

La organización Tipo A consiste en colocar los prototipos de bolsa de estiba en la parte trasera del contenedor, esto con el objetivo de crear un soporte para el producto que es transportado de manera paletizada. Se determinó colocar los prototipos en esta posición ya que usualmente sobra un espacio de 48 pulgadas desde la última tarima cargada hasta las puertas del contenedor tal como se demuestra en la Ilustración 1. En consecuencia, este espacio sobrante provoca que la mercancía se mueva hacia atrás del contenedor causando desestabilidad en los pallets y derrame en el producto.

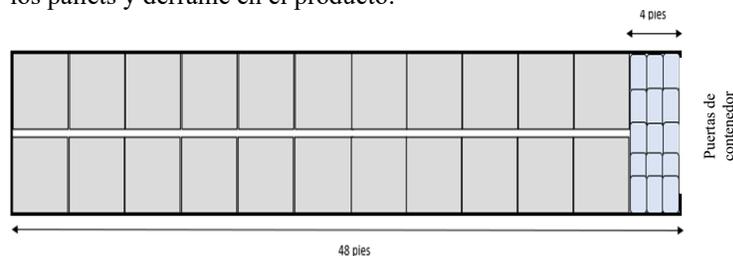


Ilustración 1. Método de organización utilizado en el Tipo A, la cual ubica los prototipos en la parte trasera del contenedor. Fuente: Elaboración propia

La organización Tipo B consiste en colocar los prototipos de bolsa de estiba en la parte frontal del contenedor, creando un soporte para el producto que está siendo transportado. Esto con el objetivo de rellenar las 48 pulgadas sobrantes de la parte trasera de manera que las últimas tarimas se apoyen en las paredes de las puertas del contenedor. Adicionalmente, de esta manera los prototipos no interfieren en el paso de los montacargas al realizarse el proceso de descarga.

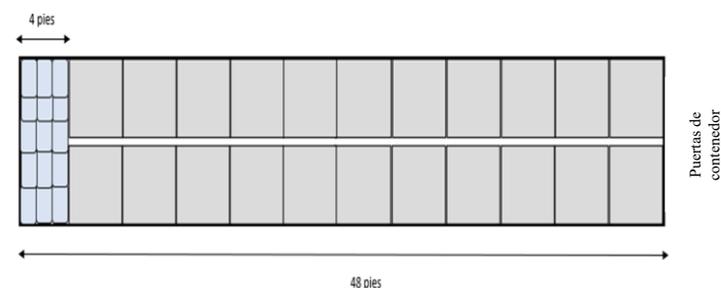


Ilustración 2. Método de organización utilizado en el Tipo B, la cual ubica los prototipos en la parte frontal del contenedor. Fuente: Elaboración propia

La organización Tipo C consiste en una combinación de organización de Tipo B y la adición de bolsas de estiba

ubicadas entre las tarimas, con el objetivo de erradicar un pequeño espacio de aproximadamente 8 pulgadas que existe entre ellas. Esto con el fin de evitar que los pallets sufran deformaciones durante su traslado.

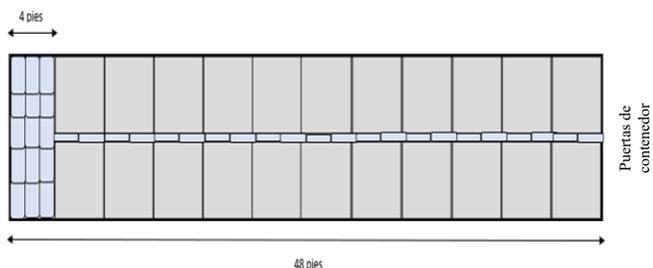


Ilustración 3. Método de organización utilizado en el Tipo C, la cual ubica los prototipos en la parte frontal del contenedor y en medio de las tarimas. Fuente: Elaboración propia

Considerando el resultado de la muestra obtenida, se determinó que se debían realizar 33 pruebas para cada prototipo para determinar su efectividad. Así mismo, dichas pruebas fueron realizadas utilizando los tres tipos de organización mencionados anteriormente en 17 rutas. A continuación, en la Tabla 1 se resumen la cantidad de viajes realizados según la ruta.

RUTA	PROTOTIPO					
	A			B		
	CANTIDAD DE VIAJES POR TIPO DE ORGANIZACIÓN			CANTIDAD DE VIAJES POR TIPO DE ORGANIZACIÓN		
TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO A	TIPO B	TIPO C	
Ocotepeque	1	1	1	1	1	1
Tequigalpa	2	2	1		3	1
La Ceiba	1	1			3	
La Entrada, Copán	1	1		2		1
Danlí		1		1	2	
Trinidad, SB		1		1	2	
Siguatopeque		2	1		1	
Comayagua		2	1		1	
Gracias, Lempira			1	1		1
Yoro		1			2	
Catacamas	1	1			1	
Choluteca	1	1			1	
La Esperanza		1			1	1
SRC	1	1	1		1	
Juticalpa		1			1	
Nacaome		1			1	
Peña Blanca		1			1	

Tabla 1. Tabla resumen de cantidad de viajes realizados por prototipo y organización. Fuente: Elaboración propia

De igual forma, en la Tabla 2 se clasifica el conteo de los viajes realizados según el tipo de prototipo y organización utilizada.

RESUMEN DE VIAJES POR TIPO DE ORGANIZACIÓN					
Prototipo A			Prototipo B		
TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO A	TIPO B	TIPO C
8	19	6	6	22	5
TOTAL DE VIAJES:	33		TOTAL DE VIAJES:	33	

Tabla 2. Tabla resumen de viajes realizados según el prototipo y organización utilizada dentro del contenedor. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, se cumplen los 33 viajes para cada prototipo. Así mismo, se observa que destaca la organización tipo B. A pesar de que los métodos de organización A y C fueron efectivos para el aseguramiento de la carga, estos representaron un tiempo adicional al proceso de descarga. Esto se debe a que, en la realización de las corridas, se presentaron ciertas inconformidades con su uso ya que, al realizar el proceso de descarga, estos provocaban obstrucciones en el paso de los montacargas al ingresar a los contenedores. Por esa razón, se determinó utilizar la organización de tipo B para el resto de las corridas.

A continuación, se demuestra en la Tabla 3 el resumen de los viajes realizados por ruta, así como los reclamos que se obtuvieron por pallet.

RUTA	VIAJES REALIZADOS	RECLAMOS POR PALLET DESARMADO	
		A	B
Ocotepeque	6	1	1
Tegucigalpa	9	0	0
La Ceiba	5	0	0
La Entrada, Copán	5	0	0
Danlí	4	0	0
Trinidad, SB	4	0	0
Siguatopeque	4	0	0
Comayagua	4	0	0
Gracias, Lempira	3	0	0
Yoro	3	0	0
Catacamas	3	0	0
Choluteca	3	0	0
La Esperanza	3	0	0
SRC	4	0	1
Juticalpa	2	0	0
Nacaome	2	0	0
Peña Blanca	2	0	0
TOTAL DE RECLAMOS POR PROTOTIPO		1	2

Tabla 3. Tabla resumen de viajes realizados por ruta y reclamos obtenidos por pallet desarmado. Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que para ambos prototipos se obtuvieron resultados bajos de reclamos. En el caso del tipo A, se obtuvo un reclamo en la ruta hacia Ocotepeque, en la cual se utilizó la organización de tipo A. Así mismo, para el prototipo B, se obtuvieron 2 reclamos por pallet desarmado en las rutas de Ocotepeque y Santa Rosa de Copán utilizando las

organizaciones B y C. Cabe mencionar que, para los reclamos de ambos prototipos, los pallets no fueron desarmados completamente, si no que sufrieron una deformación leve. A pesar de esta deformación, estos pudieron ser recibidos y descargados sin ningún problema.

Después de analizar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas con los diferentes prototipos se ha determinado que ambos cumplen con la función de aseguramiento de la carga, sin embargo, el prototipo solido resulto ser más eficiente que el inflable ya que el prototipo inflable se dañó en algunas de las rutas lo que provocó la deformación de algunos pallets. Por otro lado, las bolsas de estiba solidas demostraron tener una alta durabilidad y más resistencia a la presión de los pallets.

En cuanto a los tipos de organización probados en los distintos viajes, los tres métodos de organización dentro del contenedor cumplen con los objetivos planteados, principalmente el de aseguramiento de la carga, ya que en su mayoría no se presentaron mayores reclamos por producto dañado, más que la deformación de ciertos pallets. Sin embargo, a pesar de que todos los tres tipos de organización probados cumplieron con los objetivos establecidos se determinó que el método más eficiente es el tipo B, ya que este no interfiere con el montacargas, cuando este está descargando los pallets del camión. Así mismo, con el uso de este tipo de organización no se generan tiempos adicionales en los procesos de descarga. A continuación, en la siguiente página, se muestra en la Figura 6 el diagrama de flujo utilizando el método de organización tipo B.

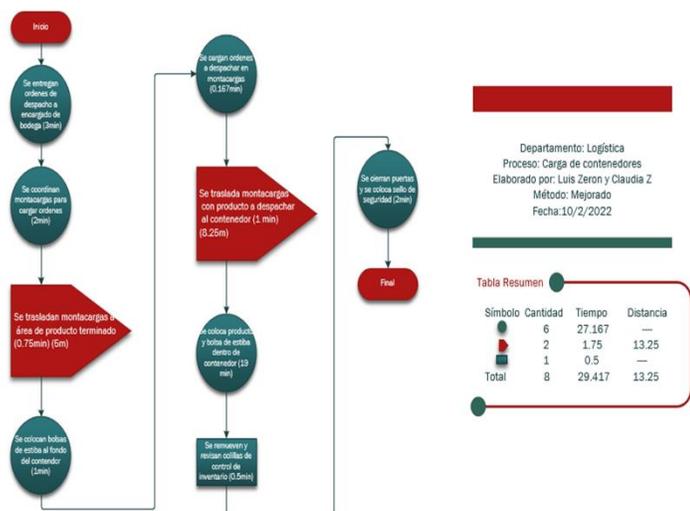


Figura 6. Diagrama de flujo de proceso de método de carga mejorado que ha sido propuesto. Fuente: Elaboración propia

Como fue antes mencionado CISA cuenta con dos procesos de carga: “A Piso” y “Paletizado”. Así mismo, actualmente el método “A Piso” es el proceso con más demanda debido a que la mayoría de los clientes no cuentan con la maquinaria para descargar producto entarimado, sin embargo, la

empresa considera que es posible enviar toda su carga paletizada.

No obstante, el uso de este proceso de carga/descarga “A Piso” genera más costos para la empresa ya que se le debe pagar a los cargadores L1.40 por cada fardo cargado o descargado. A continuación, se presenta una tabla detallando los costos generados por el método “A Piso”.

COSTO DE PROCESO DE CARGA A PISO						
CANTIDAD DE VIAJES AL DIA (A PISO)	SACOS CARGADOS	PRECIO POR SACO CARGADO	COSTO DIARIO	COSTO SEMANAL	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
5	2640	L1.40	L18,480.00	L110,880.00	L443,520.00	L5,322,240.00

Tabla 4. Tabla de costo del proceso a piso por día, semana, mes y año. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4 el costo anual del proceso de carga “A Piso” resulta en L5,322,240.00 al año. Mediante la implementación de la estandarización del método “Paletizado” para proceso de carga, ya no será necesario que la empresa incurra en este costo adicional.

## V. CONCLUSIONES

- Mediante la utilización de herramientas de calidad se determinaron que las principales causas por las cuales se generan incidencias en el transporte de mercancías son seguridad inadecuada de mercancía transportada, métodos de carga de mercancía inadecuados, y técnicas inadecuadas de conducción.
- Se analizaron los procesos de carga utilizados en la empresa para poder determinar el método de organización más eficiente. Concluyendo que el método de tipo B proporciona más beneficios.
- Se definieron dos tipos de materiales para la realización de los prototipos, los cuales provienen de los desperdicios generados por la empresa. Así mismo se determinó que el prototipo de bolsas de estiba solido es el más eficiente debido a su calidad.
- Mediante la utilización del método de organización tipo B y la implementación del prototipo de bolsa solida es posible la estandarización del proceso de carga “Paletizado”, permitiendo a la empresa ahorrar tiempo y dinero.

## VI. REFERENCIAS

- [1]. Borychev, S. N., Uspensky, I. A., A Yukhin, I., Golikov, A. A., & Kosorukov, D. I. (2022). Intra-farm transportation of easily damaged agro food products for sustainable development of agricultures.
- [2]. Ramírez, A. C. (2009). Manual de la gestión logística del transporte y distribución de mercancías. Universidad del Norte.
- [3]. Tunde, A., & Adeniyi, E. (2012). Impact of Road Transport on Agricultural Development: A Nigerian Example. Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management, 5(3), 232-238. <https://doi.org/10.4314/ejesm.v5i3.3>

- [4]. Lopez Milan, E., Miquel Fernandez, S., & Pla Aragonés, L. M. (2006). Sugar cane transportation in Cuba, a case study. *European Journal of Operational Research*, 174(1), 374-386. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.01.028>
- [5]. Alexander, P., Brown, C., Arneeth, A., Finnigan, J., Moran, D., & Rounsevell, M. D. A. (2017). Losses, inefficiencies and waste in the global food system. *Agricultural Systems*, 153, 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.014>
- [6]. Lipińska, M., Tomaszewska, M., & Kołożyn-Krajewska, D. (2019). Identifying Factors Associated with Food Losses during Transportation: Potentials for Social Purposes. *Sustainability*, 11(7), 2046. <https://doi.org/10.3390/su11072046>
- [7]. Kresnanto, N. C., Putri, W. H., Lantarsih, R., & Harjiyatni, F. R. (2021). Efficient agri food supply chain in a sustainable transportation perspective. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 892(1), 012105. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/892/1/012105>
- [8]. Ríos-Mesa, A. F., Zuluaga Gallego, R., Osorio, M., Ciro-Velásquez, H. J., & Márquez Cardozo, C. J. (2020). Effect of vehicle vibration on the mechanical and sensory properties of avocado (*Persea Americana* Mill. Cv. Hass) during road transportation. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S1904-S1919. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1835602>
- [9]. Verghese, K., Lewis, H., Lockrey, S., & Williams, H. (2015). Packaging's Role in Minimizing Food Loss and Waste Across the Supply Chain: PACKAGING'S ROLE IN MINIMIZING FOOD WASTE ACROSS THE SUPPLY CHAIN. *Packaging Technology and Science*, 28(7), 603-620. <https://doi.org/10.1002/pts.2127>
- [10]. Venter, M. P., & Venter, G. (2012). Overview of the Development of a Numerical Model for an Inflatable Paper Dunnage Bag: Developing a Numerical Model for an Inflatable Paper Dunnage Bag. *Packaging Technology and Science*, 25(8), 467-483. <https://doi.org/10.1002/pts.991>
- [11]. Singh, J., & Singh, S. P. (2019). Chapter 28— Damage Reduction to Food Products During Transportation and Handling. En M. Kutz (Ed.), *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering* (Third Edition) (pp. 741-770). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814803-7.00028-2>