



## Economía Circular Sostenible en una Empresa alquiladora en Ciudad Juárez Chihuahua, México.

Maria Lizeth López Rivera 1  
Enlace ORCID: /0000-0001-8039-6395

Marling Carolina Cordero Díaz 2  
Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2913-5588>

Guillermo Marín Balcázar 3  
Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7033-5189>

Fecha de Recepción: 14 de septiembre, 2024

Fecha de Aprobación: 15 de Noviembre, 2024

### Resumen

El objetivo del presente estudio tiene es analizar el estado actual de una empresa maquiladora ubicada en Cd. Juárez Chihuahua México, específicamente en el área de costos de envío para posteriormente determinar la factibilidad de implementar un esquema de economía circular que reduzca los costos mediante el retorno de tarimas de madera para su uso de segunda. La investigación que se ha desarrollado es mediante la metodología de investigación aplicada, realizado en una sola planta maquiladora, en el área de empaque y embalaje. Como técnica principal se utilizó la observación y el análisis de los costos, así como procesos sustentables. De acuerdo al estudio practicado, los procesos sustentables de recuperación y uso de segunda vida en el embalaje de un producto, pueden arrojar, si son implementados de manera correcta, un ahorro que va desde los \$2,000,000.00 pesos a los \$3,000,000.00, dependiendo de la productividad de la empresa, y hasta casi 40,000 metros cúbicos de madera, siendo esta cantidad un gran aporte sustentable en los bosques a nivel mundial. Este proyecto puede ser implementado en todas las maquiladoras que estén interesadas en su aplicación y que cuenten con los beneficios del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX), ya que el modelo a seguir es el mismo.

**Palabras Claves:** Procesos sostenibles, reducción de costes, economía circular, gestión empresarial, palet de madera.

[1] Maestra en Logística y negocios sustentables Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. México. [al21330015@utcj.edu.mx](mailto:al21330015@utcj.edu.mx), México.

[2] Magister en Gerencia candidato a Doctor Contabilidad y Finanzas. Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC. Colombia [marlingcarolinacd@ufps.edu.co](mailto:marlingcarolinacd@ufps.edu.co),

[3] Doctor en Ciencias de la Administración, Postdoctorado en Administración Gerencial. Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, México. [guillermo\\_marin@utcj.edu.mx](mailto:guillermo_marin@utcj.edu.mx).

## Sustainable Circular Economy in a maquiladora company in Ciudad Juárez Chihuahua, Mexico

### Abstract:

The objective of this study is to analyze the current state of a maquiladora located in Ciudad Juárez, specifically in the shipping cost area, in order to subsequently determine the feasibility of implementing a circular economy scheme that reduces costs through the return of wooden pallets for their reuse. The research that has been developed is through the applied research methodology, carried out in a single maquiladora plant, in the packaging and packing area. The main technique used was observation and cost analysis, as well as sustainable processes. According to the study, sustainable processes of recovery and reuse in product packaging can yield, if implemented correctly, savings ranging from \$2,000,000.00 to \$3,000,000.00 pesos, depending on the company's productivity, and up to almost 40,000 cubic meters of wood, this amount being a great sustainable contribution to the world's forests. This project can be implemented in all maquiladoras that are interested in its application and that have the benefits of the Manufacturing, Maquiladora, and Export Services Industry Program (IMMEX), since the model to follow is the same.

**Keywords.** Sustainable processes, cost reduction, circular economy, business management, wooden pallet.

## Economia Circular Sustentável em uma empresa maquiladora em Ciudad Juárez Chihuahua, México

### Resumo:

O objetivo deste estudo é analisar o estado atual de uma empresa maquiladora localizada em Cd. Juárez Chihuahua, México, especificamente na área de custos de envio para posteriormente determinar a viabilidade de implementar um esquema de economia circular que reduza custos através da devolução de madeira. paletes para segundo uso. A pesquisa que vem sendo desenvolvida é através de metodologia de pesquisa aplicada, realizada em uma única planta maquiladora, na área de embalagens e embalagens. A principal técnica foi a observação e análise de custos, além de processos sustentáveis. Segundo o estudo realizado, os processos sustentáveis de recuperação e segunda vida na embalagem de um produto podem render, se implementados corretamente, economias que variam de \$ 2.000.000,00 pesos a \$ 3.000.000,00, dependendo da produtividade da empresa, e até quase 40.000 metros cúbicos de madeira, sendo esta quantidade uma grande contribuição sustentável para as florestas em todo o mundo. Este projeto pode ser implementado em todas as maquiladoras que tenham interesse em sua aplicação e que tenham os benefícios do Programa da Indústria de Manufatura, Maquiladora e Serviços de Exportação (IMMEX), desde que o modelo a seguir seja o mesmo.

**Palabras chave.** Processos sustentáveis, redução de custos, economia circular, gestão empresarial, palete de madeira.

## 1. INTRODUCCIÓN

Existe gran cantidad de información sobre los procesos de sustentabilidad que existen en apoyo al medio ambiente, sin embargo, gran cantidad de estos no son aplicados en el sector maquilador, esto se debe en gran parte a la falta de conocimiento acerca de los beneficios. En el presente documento se pretende analizar los procesos de sustentabilidad, así como los beneficios que estos ofrecen para determinar la factibilidad de implementar la logística inversa y/o economía circular con el fin de obtener una reducción en los costos de envío, a partir de la recuperación y reúso de las tarimas de madera utilizados en el área de empaque y embalaje.

## 2. MARCO TEÓRICO

### Reducción de costos

Cruz et. al (2020) afirman que la reducción de costos está enfocada no solo a causas internas como lo son la maximización de utilidades, sino también a cuestiones externas que tienen que ver con la competitividad que muestra la empresa frente a otras. Al manejar un margen de utilidad, las empresas están obligadas a la reducción de costos, esto con el fin de mejorar la rentabilidad financiera de la misma. Los métodos arcaicos de reducción de costos, se basaban en el control de los costos internos de la organización, explotando al máximo la capacidad instalada de todo lo que conllevaban los costos fijos. Una parte muy importante para reducir costos son los colaboradores, por eso se busca hacerlo controlando las horas extraordinarias realizadas, verificación si fuera requerido, entre otras acciones que elevan los costos. Algunas acciones que son recomendadas para evitar la acumulación de costos; delegar responsabilidades entre todos los empleados de acuerdo con sus competencias, conocimientos y habilidades, asignándoles tareas para las que están preparados el tiempo para esta actividad también será menor (Oettel, 2019).

Jimenez (2020) menciona que la reducción de costos en una organización, no solo mejoran la competitividad de una empresa frente a otras en el mercado, sino que también son una fuerte ventaja frente a los impactos económicos negativos y recesiones. Esto pues se puede conseguir mediante la eficiencia en los recursos organizacionales, optimizándolos de manera responsable, así como la búsqueda de nuevas técnicas productivas, el enfoque en los cambios organizacionales, entre otros.

### Procesos sustentables

La gestión ambiental, se ha convertido en una herramienta que se propone implementar actividades, cuyo enfoque sea la preservación del medio ambiente y la calidad de vida de la sociedad, por medio de normas, políticas y herramientas que permitan a las empresas una afiliación efectiva hacia una sustentabilidad empresarial. La sustentabilidad se ha tratado de inmiscuir en las estrategias empresariales mediante acciones ambiental y socialmente responsables por parte de estas. La palabra "Sustentabilidad" indica una relación y acciones coherentes que incluyan el presente y el futuro, que no comprometan la vida actual y que permitan tener una calidad de vida digna, pero que también se le ofrezca lo mismo a las futuras generaciones (Panceri, 2021).

Cohen (2020) argumenta que la sustentabilidad tiene como principal objetivo, la proyección a futuro de todos los procesos que sostienen la vida en el planeta, la permanencia de las sociedades y de nuestra propia especie. Los autores, mencionan como ejemplo la minería a cielo abierto, actividad a la cual le queda menos de una década, debido a que es catalogada como una actividad altamente destructiva del medio ambiente. La Comisión Brundtland de las Naciones Unidas de 1987 delimitó la sostenibilidad como el proceso que permite "satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias." (p. 39). En Este sentido, la Comisión Brundtland menciona que la sostenibilidad debe tener una

profundidad mayor, incluyendo los aspectos humanos y ecológicos. García-Arce, J. G., Pérez-Ramírez, C. A., & Gutiérrez Barba, B. E. (2021) definen sustentabilidad, como el “estado de condición (vinculado al uso y estilo) del sistema ambiental en el momento de producción, renovación y movilización de sustancias o elementos de la naturaleza, minimizando la generación de procesos de degradación del sistema (presentes o futuros).” (p.2) Garcia-Arce et. Al, mencionan que la sustentabilidad se mueve en cuatro dimensiones: Físico-Biológico (preservar y potenciar la diversidad), social (acceso ecuaníme a los bienes de la naturaleza), económica (conjunto de actividades humanas relacionadas con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios) y dimensión política (participación directa de las personas en la toma de decisiones, en la definición de los futuros colectivos y posibles). Inquietados por el cuidado y preservación del medio ambiente, el estado de México efectuó el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) que fue creada en 1992, y se le conoció como Industria Limpia, por medio de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) el cual consiste en una serie ordenada de acciones enfocadas a fomentar la realización de auditorías ambientales, siendo el ingreso al programa de manera voluntaria con el fin de, no solo de avalar el cumplimiento de este régimen, sino también de acrecentar la eficiencia de los procesos de producción, el desempeño ambiental y la competitividad, además de obtener una certificación de Industria limpia, Calidad ambiental turística o Calidad ambiental (SEMARNAT, 2024).

### **Gestión empresarial**

Díaz y Salazar (2021), la gestión cualquier actividad dirigida a obtener y asignar los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos de la organización. En El Sistema de Gestión en las normas ISO (2005), gestión se define como: "un conjunto de elementos y actividades relacionados y coordinados que interactúan, y que, estableciendo Políticas y Objetivos, dirigen y controlan la organización con el fin de lograr dichas metas". La Ley Federal del Trabajo

LFT (2024) en su artículo 16, se entiende como “la unidad económica de producción o distribución de bienes o servicios y por establecimiento la unidad técnica que como sucursal, agencia u otra forma semejante, sea parte integrante y contribuya a la realización de los fines de la empresa”. El Código Fiscal de la Federación CFF (2024) en el artículo número 16 define la empresa como la “Persona física o moral que realice las actividades a que se refiere este artículo, ya sea directamente o a través de fideicomiso o por conducto de terceros”. Las actividades que se mencionan en el desarrollo del artículo, incluyen toda actividad comercial, industrial, agrícola, ganadera, de pesca y silvícola. En el mismo artículo, se aclara la diferencia entre empresa y establecimiento, dejando en claro que el establecimiento solamente es cualquier lugar físico donde se desarrollan las actividades empresariales descritas en el presente. De esta manera, Camargo (2021) afirma que la gestión empresarial es la acción y efecto de la búsqueda del éxito comercial, mediante la exploración de mejores ofertas y productos, así como a la mejor calidad, además procura emplazar a la empresa dentro de la sociedad donde se relaciona, actuando de conformidad con los principios, valores, doctrinas y costumbres, que prevalecen en ese entorno, con el fin de que siendo posicionar a la empresa como elemental. Muñoz et al., (2015) por su parte, expresan que para el desarrollo de la gestión empresarial, es de vital importancia la aparición de las tecnologías y la innovación, puesto que la globalización es un factor que permite e impulsa el cambio de casi todo lo que vemos alrededor, lo que hace que las organizaciones se vean obligadas a modificar sus acciones tanto al interior como al exterior de esta, esto con el fin de mostrar una competitividad ante el mercado, que cada día es más exigente y demanda mayores cosas a las empresas.

Actualmente, en la maquiladora donde se lleva a cabo el análisis, se obtiene desperdicio excesivo de las tarimas de madera debido a que no se encuentran bajo ningún esquema de recuperación de las mismas y por ende no se explota al máximo su utilidad. Esto por su parte, implica un gran impacto negativo hacia el medio

ambiente y a su vez genera un severo conflicto directamente en la rentabilidad de la planta maquiladora, al realizar compras al mayoreo de este producto diariamente, en lugar de reutilizar de manera adecuada y responsable las tarimas ya enviadas en pedidos anteriores. Como se ha mencionado a lo largo de todo el documento, el objetivo principal es la búsqueda de la minimización de costos en el área de embalaje de una planta maquiladora de giro eléctrico, ubicada en Cd. Juárez, Chihuahua. Este proyecto es basado en la implementación de un proceso sustentable de recuperación y uso de segunda vida. Se planea adoptar la economía circular en el área de embalaje, específicamente en las tarimas de madera de las tres medidas más utilizadas dentro de esta planta. Una de las tareas más importantes del proyecto, es la identificación de los costos en los que se incurre para la compra de tarimas de manera diaria, esto con el fin de tener un margen de acción ante el proceso de economía circular, es decir, si al aplicar este proyecto la ganancia es mínima, entonces no sería viable su aplicación. En la tabla No. 1 que se muestra a continuación, se desglosan las medidas de las tres tarimas más utilizadas en la empresa manufacturera, así como se incluye el costo unitario y el costo diario y el acumulado anual proyectado en pesos MXN:

Tabla 1: . Costos diarios de tarimas de madera proyectados en pesos MXN.

Tarima	Medida "	Costo unitario	Moneda	Frecuencia diaria de uso	Costo	Costo anual
Chico	40X40	\$40.00	MXN	150	\$6,000.00	\$2,190,000.00
Mediano	40X48	\$50.00	MXN	150	\$7,500.00	\$2,737,500.00
Grande	52X49	\$60.00	MXN	150	\$9,000.00	\$3,285,000.00
<b>Totales</b>		<b>450</b>			<b>\$22,500.00</b>	<b>\$8,212,500.00</b>

*Fuente: elaboración propia*

La tabla 1 contiene las tres tarimas más utilizadas en la industria maquiladora, en este proyecto se denominan como

chico, mediano y grande respectivamente. La razón por la que son las más utilizadas, es porque el tipo de producto que más se vende, demandan tarimas con características que son mejor obtenidas con tarimas de estas medidas, por razones como la resistencia, las dimensiones y el mejor acomodo de las cajas que contienen el producto terminado. El proveedor, por su parte, maneja los precios con la oferta de mayoreo, es decir, les hace un descuento a las tarimas, a comparación de cómo se venden al público en general. El uso de la tarima en promedio es de 150 tarimas diarias, de cada uno, el promedio se obtiene a la semana, contando de lunes a domingo, ya que el fin de semana se laboran son horas extras. El precio ofertado por el proveedor varía según el tamaño de la tarima, por esta razón se hace el cálculo por individual. El total diario del uso de estas tres diferentes medidas de tarimas, arroja en \$22,500.00 pesos, es el costo que se tomara como base para el estudio y aplicación de este caso.

Antes de que se elija implementar un nuevo proceso, es necesario que se realicen pruebas, de cualquiera que sea el tipo de cambio que se quiera realizar. En

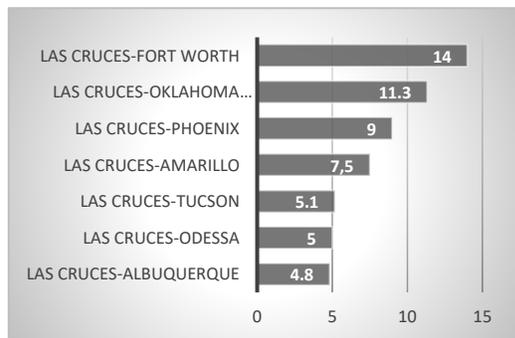
este caso, los cambios que se desean implementar, demandan una evaluación financiera. Para esto, primero se describe el plan de acción a seguir. Luego de dejar plasmado el plan, se procede a evaluar los costos para determinar si para esta empresa maquiladora es viable la implementación del proceso sustentable de recuperación y uso de segunda vida de las tarimas de madera. La primera ruta a seguir, es Ciudad Juárez-El Paso Texas cerca de Las Cruces, donde se ubica la bodega central de la planta maquiladora. De ahí se distribuye la mercancía a los demás estados. Los tiempos de entrega, varían dependiendo de la distancia de cada ciudad. La información fue proporcionada por los choferes, mediante una entrevista vía telefónica y se muestran en la siguiente tabla No. 2:

**Tabla II. Resultados de entrevista a choferes.**

Pregunta	Respuesta (En horas).		
	Chofer 1	Chofer 2	Chofer 3
Cuanto tiempo hace desde la bodega de Estados Unidos hasta Tucson	4.5	5	6
Cuanto tiempo hace desde la bodega de Estados Unidos hasta Phoenix	9	9	9
Cuanto tiempo hace desde la bodega de Estados Unidos hasta Albuquerque	4.5	5	5
Cuanto tiempo hace desde la bodega de Estados Unidos hasta Amarillo	7	7.5	8
Cuanto tiempo hace desde la bodega de Estados Unidos hasta Oklahoma City	11	11.5	11.5
Cuanto tiempo hace desde la bodega de Estados Unidos hasta Fort Worth	14	14	14
Cuanto tiempo hace desde la bodega de Estados Unidos hasta Odessa	12	13	12.5

*Fuente: elaboración propia*

Luego de recabar estos datos con tres choferes que laboran dentro del primer turno, se procedió a promediar las horas que hace cada uno a las distintas ciudades más frecuentes de entrega en Estados Unidos, y se obtiene los siguientes resultados (Véase tabla 3) posteriormente, se grafican los resultados para una mejor apreciación (figura 1):



**Fig. 1. Horas de recorrido**

*Fuente: elaboración propia.*

Si bien lo importante aquí, radica en cuantas tarimas pueden ser devueltos por el cliente, debido a que los costos para su recolección no afectan de ninguna manera a los que la empresa incurre en este momento, mejor dicho, se está busca conseguir el uso completo

de los servicios que se están contratados hasta el momento (Mano de obra, transporte, maquinaria etc.).

### 3. METODOLOGÍA

Este proyecto de investigación se considera un proyecto de investigación experimental, debido a que este tipo de investigación se basa en tres actividades principales: Observar, controlar y manipular. En este proyecto de investigación, se pretende observar y analizar el comportamiento de los costos de embalaje, así como implementar un uso de segunda vida, lo cual entra en las actividades de manipulación y control. Dicho proyecto, puede ser aplicado en la industria de la manufactura y todo aquel giro que requiera una minimización de costos mediante el uso segunda vida de algún material de uso relevante, en este caso, será aplicado a una empresa maquiladora.

Se considera investigación de tipo mixta: cuantitativa por el uso de herramientas que permiten recabar y analizar datos que ayudan a la toma de decisiones en la gestión empresarial, además de que analiza la realidad social distribuyéndola en variables. Otra de las razones por la cual, la presente investigación se considera cuantitativa, es porque se emplean métodos estadísticos para analizar los datos y se planea inferir más allá de ellos. De igual manera se considera cualitativa por que se incluye el método de la observación.

### 4. RESULTADOS

Para la implementación del proceso mencionado en el apartado anterior, se solicitó a la empresa se hiciera una corrida piloto del proyecto para ver el funcionamiento del mismo y se observa en la siguiente Tabla, que esta corrida piloto se realizó en dos meses consecutivos y se obtuvieron los siguientes resultados.

En la figura 2, se muestran los resultados obtenidos, ilustrados de manera semanal.

**Tabla III Prueba piloto**

Tarima	Medida	Costo unitario	Frecuencia diaria de uso	Costo	Costo anual
Chico	40X40	\$40.00	150	\$6,000.00	\$2,190,000.00
Mediano	40X48	\$50.00	150	\$7,500.00	\$2,737,500.00
Grande	52X49	\$60.00	150	\$9,000.00	\$3,285,000.00
Totales			450	\$22,500.00	\$8,212,500.00

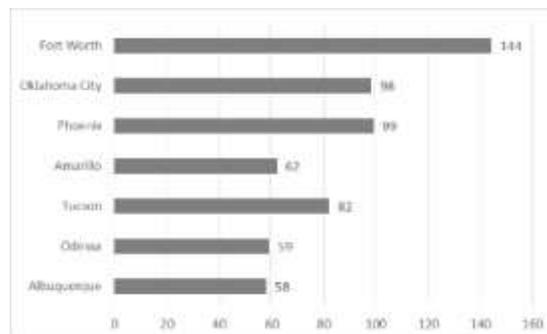
*Fuente: elaboración propia*

Para la primera fase, se utilizó el método de observación, ya que, en primera instancia, se tomó un conteo diario, de las tarimas que iban directamente a cliente con clientes estadounidenses, los resultados obtenidos, se desglosan en las siguientes tablas, divididas según la medida de las tres tarimas más utilizadas en la planta, por ejemplo, la tabla No. 4, muestra el uso de las tarimas de medida 40X40 pulgadas. Se puede observar la cantidad de tarimas de 40X40" que se envían a cada ciudad. En promedio, hay 120 tarimas que se envían a territorio estadounidense.

**Tabla IV. Envío diario de tarimas 40X40"**

40X40"									
Tarimas semanales	Ciudad de destino	Lun es	Mart es	Miércoles	Juev es	Viernes	Total	Promedio	
	Albuquerque	11	12	11	14	10	58	11.6	
	Odessa	10	12	15	10	12	59	11.8	
	Tucson	20	18	18	11	15	82	16.4	
	Amarillo	12	12	10	15	13	62	12.4	
	Phoenix	25	20	23	13	18	99	19.8	
	Oklahoma City	15	17	20	21	25	98	19.6	
	Fort Worth	30	32	25	27	30	144	28.8	
	Totales		123	123	122	111	123	602	120.4

*Fuente: elaboración propia*



**Fig. 2. Envío semanal de tarimas 40X40"**

*Fuente: elaboración propia.*

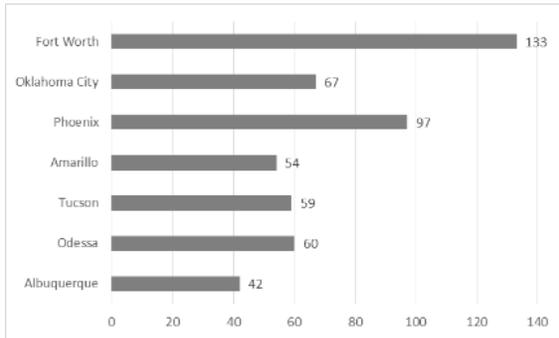
De 150 tarimas diarias utilizados en la planta maquiladora, en promedio 120 se van a distintas partes de Estados Unidos, los otros 30 se van a centros de distribución donde en ocasiones son vendidos unitariamente o a tiendas mayoristas. En la tabla 5, se muestra el uso de las tarimas de medida 40X48":

**Tabla V Envío diario de tarimas 40X48"**

40x48"								
Tarimas semanales	Ciudad de destino	Lun es	Mart es	Miércoles	Juev es	Viernes	Total	Promedio
	Albuquerque	8	9	7	10	8	42	8.4
	Odessa	10	10	13	15	12	60	12
	Tucson	13	10	12	11	13	59	11.8
	Amarillo	8	10	10	13	13	54	10.8
	Phoenix	18	20	19	20	20	97	19.4
	Oklahoma City	13	12	15	14	13	67	13.4
	Fort Worth	29	25	26	27	26	133	26.6
Totales		99	96	102	110	105	512	102.4

*Fuente: elaboración propia*

En la tabla 5, se muestra la cantidad de tarimas de medida 40X48" que son enviados a los clientes potenciales ubicados en Estados Unidos. En promedio, hay 102 tarimas que se envían a territorio estadounidense. En la figura 3, se muestran los resultados obtenidos, ilustrados de manera semanal.



**Fig. 3. Envío semanal de tarimas 40x48"**

Fuente: elaboración propia.

En la figura 3 se observa que la mayor cantidad de tarimas son enviadas a Fort Worth, Texas, con 133 tarimas semanales de 150 que son empleados. El contraste es contra Albuquerque, siendo esta la ciudad a la que se envían menos tarimas semanales.

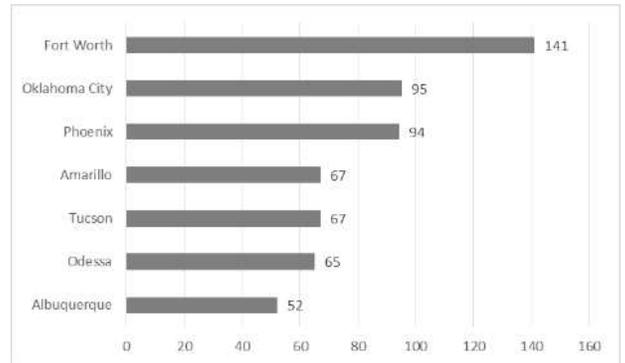
Por último, en la tabla número 6, se muestra el envío de tarimas de medida 52X49" de manera diaria.

**Tabla VI. Envío diario de tarimas 52X49"**

		52x49"							
Tarimas semanales	Ciudad de destino	Lu nes	Mar tes	Miérc oles	Jue ves	Vier nes	To tal	Prom edio	
	Albuquerque	10	11	11	10	10	52	10.4	
	Odessa	12	15	12	13	13	65	13	
	Tucson	15	14	11	13	14	67	13.4	
	Amarillo	13	12	13	14	15	67	13.4	
	Phoenix	18	19	20	19	18	94	18.8	
	Oklahoma City	18	17	19	20	21	95	19	
	Fort Worth	25	28	32	28	28	141	28.2	
Totales		111	116	118	117	119	581	116.2	

Fuente: elaboración propia

En la figura 4 se grafican los resultados de manera semanal de tarimas 52x49"

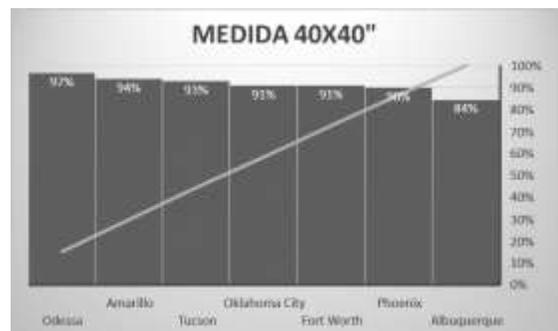


**Fig. 4. Envío semanal de tarimas 52x49"**

Fuente: elaboración propia

En la tabla 6, se muestra la cantidad de tarimas de medida 52X49" que son enviados a los clientes potenciales ubicados en Estados Unidos. Mientras que la Figura No. 3, indica que Fort Worth Texas, sigue siendo la ciudad a la que se exporta mayor cantidad de producto terminado.

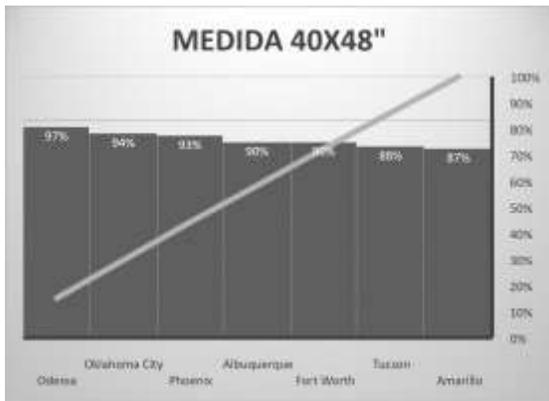
Luego de obtener la anticipada aprobación del cliente para la recuperación de las tarimas, la segunda fase fue verificar cuantas tarimas se recolectaban de cada entrega, en base a los datos del apartado anterior. Los datos obtenidos se distribuyeron en las siguientes tablas, posteriormente graficadas. De la misma manera, los datos se tomaron dependiendo de la medida de las tarimas. La medida 40X40, arrojo los resultados que se observan en la Figura 5, que se muestra a continuación y de la misma manera son graficados para una mejor comprensión lectora, esto en la Figura 5:



**Fig. 5. Tarimas recuperadas de 40X40"**

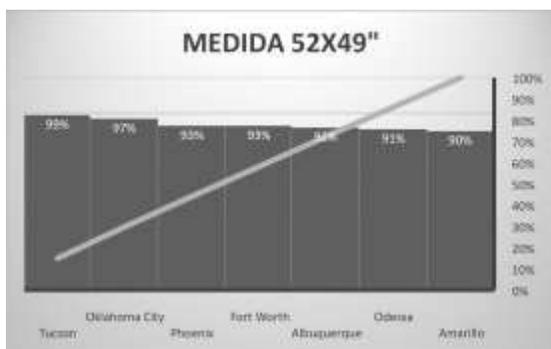
*Fuente: elaboración propia*

Los resultados obtenidos se consideran aceptables, debido a que, como se observa en la Figura 5, los porcentajes de recuperación rondan entre los 84% hasta los 97%. La medida 40X48, arrojo los resultados que se observan en la Figura No. 6, que se muestra a continuación y de la misma manera son graficados.



**Fig. 6. Tarimas recuperadas de 40X48"**

En esta medida de tarima se observó una mayor recuperación del producto en estudio, ya que los niveles están entre los 87% y 97%. Esto indica que el cliente si entrego la mayoría de las tarimas que le fueron entregados. Luego de analizar cuantas tarimas se retornan a la planta. Por ultimo y de la misma manera, se muestran los resultados obtenidos de los pallets de 52X49" mostrados a continuación, en la Figura 7.



**Fig. 7. Tarimas recuperadas de 52X49"**

En esta medida de 52x49 se observa una mayor recuperación que va del 90% al 99% de devolución del cliente.

**Implementar procesos sustentables para la reutilización de tarimas de madera.**

La tercera y última fase del proyecto, consta de recibir en la planta todas las tarimas que se recolectaron con los distintos clientes de Estados

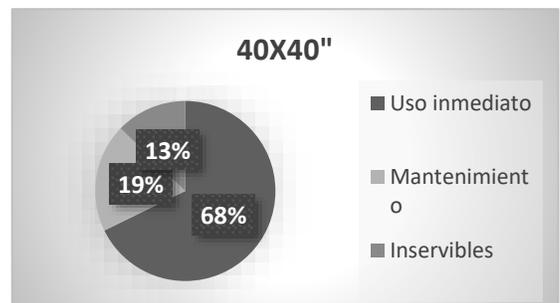
Unidos, y determinar cuántos de estos están listos para un uso inmediato, cuantos de ellos requieren mantenimiento y cuantos definitivamente no pueden ser reutilizados. Los resultados se observan mediante una tabla que incluye las tarimas recuperadas de las tres medidas establecidas y graficas individuales por cada medida de tarimas estudiado. Los resultados generales de las tarimas de recuperados se muestran en la tabla 8 y posteriormente los gráficos 1,2 y 3 muestran los resultados individuales de cada medida de las tarimas, estos se muestran a continuación:

**Tabla VIII. Resultado de tarimas recuperadas**

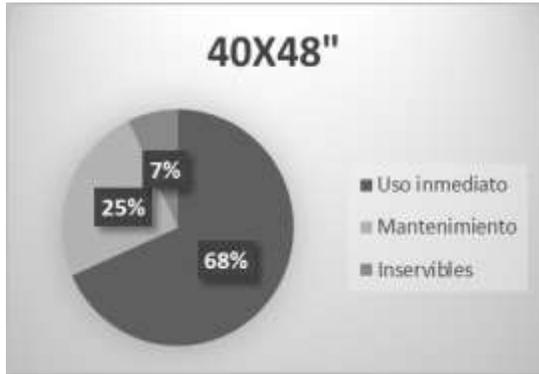
Medida "	Cantidad recuperada	Uso inmediato	Mantenimiento	Inservibles
40X40"	549	372	107	70
40X48"	468	320	115	33
52X49"	544	402	123	19

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se observa en la Tabla 8, la tarima que tuvo más recuperación es el de medida más chica (40X40"), sin embargo, el que arrojo más tarimas de uso inmediato fue el de medida grande (52X49"). Las gráficas individuales se muestran debajo.

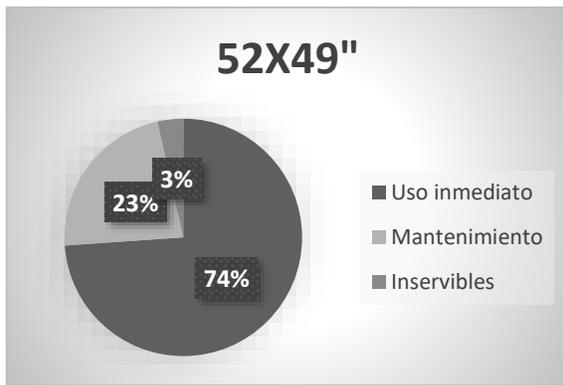


**Grafico 1. Tarimas recuperadas de 40x40"** Fuente: *Elaboracion propia.*



**Grafico 2. Tarimas recuperadas de 40x48"**

Fuente: *Elaboración propia.*



**Grafico 3. Tarimas recuperadas de 52x49"**

Fuente: *Elaboración propia.*

Las gráficas aportan un apoyo visual que ayudan a que la comprensión sea de manera más rápida. Como se explicó en la interpretación de resultados, la medida de tarima que más ofrece para uso inmediato, es la medida grande, esto por la resistencia de las medidas que maneja, sin embargo, los resultados obtenidos son niveles con mucho peso para una recuperación y uso de segunda vida para este material.

A partir de los análisis hechos en el apartado anterior, el impacto económico que se evaluó, se muestra en las tablas y graficas que se muestran a continuación con una breve descripción posterior a cada una de ellas, tomando como referencia cuatro semanas, que es lo que dura el proceso de recuperación de tarimas:

En la tabla No. 9, se muestra la cantidad de tarimas recuperadas y los costos que representa esta cantidad de producto, proyectado en pesos MXN:

**Tabla IX. Minimización de costos semanales, proyectados en pesos MXN.**

Medida "	Tarimas compradas	Costos efectuados	Tarimas recuperadas	Minimización de costos	Ahorro Neto
40X40	1050	\$ 42,000.00	549	\$ 21,960.00	\$ 20,040.00
40X48	1050	\$ 52,500.00	468	\$ 23,400.00	\$ 29,100.00
52X49	1050	\$ 63,000.00	544	\$ 32,640.00	\$ 30,360.00
Totales	3150	\$ 157,500.00	1561	\$ 78,000.00	\$ 79,500.00

Fuente: *Elaboración propia.*

De manera general, y tomando en cuenta las tres medidas que se están tomando como referencia, la empresa de manera mensual compra 3,150 tarimas en promedio, los costos que genera esta compra, rondan entre los 157,000.00 pesos mexicanos semanales. La recuperación de tarimas promete minimizar estos costos hasta en un 30%, lo que corresponde a la cantidad de \$79,000.00 pesos mexicanos semanales neta, lo que según los cálculos efectuados está cerca de tres millones anuales de ahorro neto en costos de embalaje. En la siguiente grafica 4 se detalla de manera visual dicha información.



**Grafica 4: Minimización de costos.**

Fuente: *Elaboración propia.*

De esta manera, se observa el porcentaje real de minimización de costos tras este proceso. Los resultados muestran la mejora de forma general.

## **5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

La economía circular, como se definió en el contenido de este documento, se considera restauradora y regenerativa por naturaleza, debido a que se esfuerza por mantener los productos, componentes y materiales en sus niveles más altos de uso en todo momento. En proyectos ya aplicados anteriormente, tal como en la industria alimentaria, específicamente para la producción de refrescos. En este caso, el empresario utiliza recursos hídricos de origen natural para lavar, preparar, cocinar, embotellar y comercializar sus productos y subcontrata agua contaminada, así como residuos gaseosos y sólidos. El enfoque de economía circular define la reutilización o tratamiento en el caso del agua -tratamiento residual para poder utilizarla en agricultura donde sólo se exige el cumplimiento de estándares de calidad ambiental y en el caso del plástico- a la trituradora de plástico para su fabricación de otros productos como ladrillo.

Otro ejemplo que se puede mencionar acerca de procesos de economía circular, es una empresa australiana que aprovechó los viejos cartuchos de impresora y el plástico blando y los convirtió en materiales de construcción de carreteras. Los productos se mezclan con asfalto y vidrio reciclado para crear una superficie de carretera de mayor calidad que dura hasta un 65% más que el asfalto tradicional. Por cada kilómetro de carretera construido se utilizan el equivalente a 530.000 bolsas de plástico, 168.000 botellas de vidrio y 12.500 cartuchos de tóner usados.

Lehigh Technologies, con sede en Atlanta, es otro ejemplo destacable de la economía circular, ya que es una empresa ganadora del premio de economía circular para Pequeñas y Medianas Empresas, convierte neumáticos viejos y otros residuos de caucho en lo que se llama polvo de caucho micronizado, que luego se puede utilizar en una variedad de aplicaciones

que van desde neumáticos y plásticos. hasta asfalto y construcción. material. Con su producto se han producido 500 millones de neumáticos nuevos. (Thornton, 2019).

De esta manera, se puede comprobar que hay empresas que ya ejecutan un procedimiento de recuperación y uso de segunda vida, siendo esto una muestra de que es posible y factible implementar dichos procesos.

En el proceso, hay puntos trascendentales a recalcar. A continuación, son nombrados:

- Uno de ellos es la constancia de este procedimiento, ya que, si no se implementa de manera constante, los resultados no se verán reflejados con el impacto que este tiene en sí. Además de que se puede perder la cooperación que el cliente ha mostrado al no recibir la atención de la maquiladora al recolectar las tarimas.
- Otro de los puntos de gran relevancia, es el uso del transporte de manera completa. Como se describía en capítulos anteriores, la renta de un equipo de transporte es para un recorrido completo, sin embargo, las empresas actualmente solamente lo utilizan para transportar mercancía a cierto lugar, y de regreso el vehículo viene sin carga, el proyecto promete hacer uso completo de los vehículos en renta.
- Es importante señalar, que los datos que se obtuvieron en la primera corrida piloto del proyecto, pueden variar, debido al uso que se le dé a la tarima. Pueden obtenerse mayor cantidad de tarimas obsoletas, o mayor cantidad de tarimas que requieran reparación, así como pueden obtenerse menor cantidad de estos, si se les da una manipulación correcta.

- En relación al punto anterior, la utilidad de este proyecto puede ser muy variable dependiendo de los factores ya expuestos, sin embargo, lo bueno del proyecto es que no se pide una inversión inicial, no se incurre en más gastos al realizar las mismas rutas de manera frecuente, y se obtiene minimización de costos, como principal objetivo.
- El proyecto realizado, se puede implementar en otras empresas maquiladoras o de sector privado.
- Por último, en el impacto ambiental, que es otro de los objetivos principales, como dato inicial, y en base a una investigación realizada con anterioridad, se requieren 2 metros cúbicos para realizar cada tarima. Al año, se utilizan 321,000 metros cúbicos de madera y con la implementación del proyecto, se dejarían de utilizar aproximadamente 3,122 metros cúbicos al mes, corresponde aproximadamente a 37,500 metros cúbicos al año.

## 6. REFERENCIAS

---

- Camargo, Y. B. (2021). Hacia la responsabilidad social como estrategia de sostenibilidad en la gestión empresarial. *Revista de ciencias sociales*, 27(2), 130-146.
- Cohen, F. M. (2020). Sustentabilidad y ergonomía. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 2(2), 7-10.
- Cruz et al (2020) Pistas Educativas Vol. 44 - ISSN: 2448-847X Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-120613261600-203 <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas>
- Código Fiscal de la Federación [C.F.F.] Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 12 de noviembre de 2021, (México).
- Díaz Muñoz, G. A., & Salazar Duque, D. A. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *Podium*, (39), 19-36. <https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.2>
- García-Arce, J. G., Pérez-Ramírez, C. A., & Gutiérrez Barba, B. E. (2021). Objetivos de Desarrollo Sustentable y funciones sustantivas en las Instituciones de Educación Superior. *Actualidades Investigativas en Educación*, 21(3), 516-551.
- ISO. (2005). Sistemas de gestión de la calidad (ISO 9000:2005). <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es>
- Muñoz Dueñas, M. D., Cabrita, M. D., Ribeiro da Silva, M. L., & Diéguez Rincón, G. (2015). Técnicas de gestión empresarial en la globalización. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 21(3), 346-357.
- Panceri, J. (2021). Sustentabilidad: Economía, desarrollo y medioambiente. Editorial Biblos.
- Jiménez, J. A. F. (2020). La implementación de un sistema automatizado reduce los tiempos de atención en los procesos aplicables a la ventanilla única de turismo en la Municipalidad Provincial del Callao. *Industrial Data*, 23(2), 31-37.
- Oettel, C. (2019, May 17). Cómo reducir costos en una empresa de servicios. *Semana*. <https://esemanal.mx/2019/05/cómo-reducir-costos-en-una-empresa-de-servicios/>

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). Compendio de estadísticas ambientales. Edición 2014.

[http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/compendio\\_2014/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/ibi\\_apps/WFServlet7726.html](http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/compendio_2014/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet7726.html)

Thornton, A. (2019, March 11). Estas 11 empresas están liderando el camino de la economía circular. World Economic Forum. <https://es.weforum.org/agenda/2019/03/estas-11-empresas-estan-liderando-elcamino-de-la-economia-circular/>