

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR



Tesis / Proyecto de Ingeniería e Innovación
**Optimización Económica en los procesos de Detalle y Empaque de
Honeywell Aerospace.**

para obtener el grado de
Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta
Irma Lizeth Nava Fonseca

Director de proyecto: Dra. Dania Licea Verduzco

Codirector de proyecto: Dra. Karla Garduño Palomino

Asesor Industria: LIA. Armando Montoya Rodríguez

Mexicali, Baja California, a diciembre del 2020.

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR



Tesis / Proyecto de Ingeniería e Innovación
**Optimización Económica en los procesos de Detalle y Empaque de
Honeywell Aerospace.**

para obtener el grado de
Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta
Irma Lizeth Nava Fonseca

Director de proyecto: Dra. Dania Licea Verduzco

Codirector de proyecto: Dra. Karla Garduño Palomino

Asesor Industria: LIA. Armando Montoya Rodríguez

Comité evaluador:



Dr. Juan Ferrazas G.

Dr. Dr. Miguel Salinas

Dra. Karla Garduño P.

Mexicali, Baja California, a diciembre del 2020.

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecer a mi asesora académica la Dra. Dania Licea, quien, con su paciencia y conocimiento, me oriento hacia la correcta realización de mi proyecto y presentación. También agradezco a la Dra. Karla Garduño por ser la primera persona en introducirme a el desarrollo de una investigación; les agradezco a ambas su honestidad hacia sus alumnos y la dedicación hacia sus profesiones.

A mi colega y gran amiga Lic. Diana Arballo quien me acompañó en los recorridos guiados y me dirigió con el personal correcto para las entrevistas; a mi asesor industrial el Lic. Armando Montoya quien, con su experiencia, me motivo a entregar mi máximo en la realización de este proyecto; ellos en conjunto con mi supervisora la Lic. Marcela Ugalde, me han enseñado lo que realmente significa trabajar en equipo y a crecer en mi área de estudio no solo como profesionista, sino como persona.

Dedicatorias

Esta investigación la dedico con mucho cariño a mis padres, quienes me han apoyado y alentado a seguir mis sueños y cumplir todas las metas que me proponga, espero enorgullecerlos siempre; a mi novio, por estar a mi lado incondicionalmente y por motivarme mediante la dedicación que él tiene hacia sus propios estudios; y, por último, a mis amistades por inspirarme a superarme como profesionista, porque gracias a su ejemplo es que quiero continuar preparándome.

Carta Institucional



PROVEEDORA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DEL GOLFO SA DE CV
BLVD ADOLFO LOPEZ MATEOS NO. 4000
UNIVERSIDAD PONIENTE
TAMPICO, TAMALIPAS, C.P. 85398

Mexicali, B.C. A 30 de septiembre del 2020.

Apreciable Colegio de Ingeniería

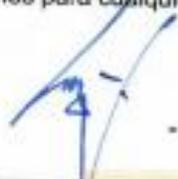
Dirección de Posgrado
Campus Mexicali

Por medio de la presenta hacemos constar que el proyecto "Optimización Económica en los Procesos de Detalle y Empaque de Honeywell Aerospace", el cual fue desarrollado por la C. Irma Lizeth Nava Fonseca con matrícula: **m037310**, quien cursa la Maestría de Ingeniería e Innovación en CETYS Universidad Campus Mexicali, ha sido satisfactorio.

A petición de la interesada y para los fines que considere pertinentes, se extiende la presente carta notificando que ella ha estado trabajando directamente en el desarrollo del proyecto, en conjunto con el Lic. Armando Montoya, el cual fue implementado en la empresa Honeywell Aerospace de México Planta Mexicali.

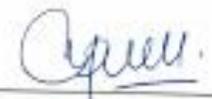
Este proyecto implementó una nueva solución de empaquetado cumpliendo la finalidad de disminuir gastos en los departamentos involucrados y en el volumen de desperdicio, así como la generación de ahorros.

Sin más por el momento agradecemos su atención y nos mantenemos a sus órdenes para cualquier información adicional.



Lic. Armando Montoya
Gerente de Sitio
(Asesor Industrial)

Atentamente



Lic. Marcela Ugalde
Gerente Regional

Tabla de Contenido

Agradecimientos	i
Dedicatorias	i
Carta Institucional	ii
Índice de Figuras	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Anexos	v
Resumen	vi
Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Contexto	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación	5
1.4 Planteamiento del problema	5
1.5 Pregunta general de investigación	18
1.5.1 Problemática	18
1.6 Objetivos de investigación	19
1.6.1 Objetivos específicos	19
1.7 Hipótesis	19
Capítulo 2. Marco Teórico Referencial	20
Capítulo 3. Metodología	30
3.1 Tipo de investigación	30
3.2 Metodología y procedimiento	30
3.2.1 Entregables	33
3.3 Planeación	33
3.3.1 Cronograma	34
Capítulo 4. Resultados	36
4.1 Fase 1: Revisión del proceso actual y áreas de oportunidad.	36
4.2 Fase 2: Propuestas.	39
4.2.1 NewAir I.B. Express	39
4.2.2 Instapak Simple / Foam Packaging	41
4.3 Fase 3: Situación Actual VS Propuestas.	43
4.4 Fase 4: Propuesta del nuevo proceso productivo.	45
4.4.1. Beneficios generales de la propuesta del nuevo proceso.	48
	iii

Capítulo 5. Conclusiones, discusiones y recomendaciones.	50
5.1 Conclusiones y discusiones.	50
5.2 Recomendaciones y líneas de investigación futuras.	54
Referencias	55
Anexos	64

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa Honeywell Aerospace Planta II.	4
Figura 2. Proceso productivo del área de Detalle en Planta II.	6
Figuras 3. Máquinas de conversión de fins con rollos de aluminio.	8
Figuras 4. Pasos 4 y 5 en el proceso de área de Detalle.	9
Figura 5. Mesa de trabajo para acomodo de fins en cajas o bins.	9
Figuras 6. Rollos de fleje de plástico y de papel Kraft almacenados en Planta I.	10
Figuras 7. Esponja gris de poliuretano y tijeras de titanio para corte de esponja.	10
Figuras 8. Ejemplo de caja y bin rellenos con esponja.	11
Figura 9. Área 2D Inspección.	12
Figura 10. Ejemplo de caja húmeda a causa del aceite lubricante de fins.	12
Figura 11. Empaquetado de pieza listo para destino final.	13
Figura 12. Almacenamiento de la esponja 160113 de poliuretano.	14
Figura 13. Base de datos de consumo de esponja durante el año 2019.	15
Figura 14. Consumos mensuales de esponja durante el año 2019.	16
Figura 15. Consumos mensuales de esponja del área de Detalle y Empaque.	17
Figura 16. Resumen de actividades del procedimiento.	32
Figura 17. Cronograma de actividades.	34
Figuras 18. Máquina configuradora marca Sealed Air con rollo de burbuja.	40
Figura 19. Rollos de burbuja listos en área de almacenaje.	41
Figuras 20. Componentes protegidos con burbuja en bin y caja para transporte.	41
Figuras 21. Pieza protegida con Instapak Foam en la caja para transporte.	42
Figura 22. Foam cubierto con bolsa de plástico.	43
Figura 22. Visualización de los cambios en el proceso productivo, original VS propuesta.	45
Figura 23. Visualización de los cambios en el Paso 8.	46
Figura 24. Visualización de los cambios en el Paso 9.	47

Figura 25. Visualización de los cambios en el Paso 11.	47
Figura 26. Proceso de área de Detalle en Planta II con propuesta implementada.	49
Figura 27. Base de datos de consumo de esponja durante el año 2020.	52
Figura 28. Comparativa de consumos 2019 vs 2020.	53

Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla de datos de consumo de esponja gris poliuretano en 2019.	15
Tabla 2. Tabla de datos del consumo monetario de esponja gris poliuretano en 2019 en área de Detalle y empaquetado.	16
Tabla 3. Porcentaje de desperdicio representado en valor monetario de acuerdo con el consumo de esponja gris poliuretano en 2019 en áreas de Detalle y empaquetado.	18
Tabla 4. Tabla de actividades con fechas compromiso.	35
Tabla 5. Lista de materiales con precios.	37
Tabla 6. Tabla de análisis de proceso, materiales y hallazgos.	38
Tabla 7. Tabla de estimación del desperdicio generado anualmente en las áreas de Detalle y empaque.	39
Tabla 8. Tabla comparativa de características Esponja VS Propuestas.	43
Tablas 9. Consumo mensual actual VS consumo mensual estimado de burbuja NewAir I.B. Express.	44
Tabla 10. Tabla comparativa de tiempo ejercido utilizando la Esponja poliuretano VS burbuja NewAir I.B. Express.	45
Tabla 11. Tabla comparativa entre la Esponja poliuretano VS Burbuja NewAir I.B. Express.	48
Tabla 12. Tabla de gastos mensuales por consumo de esponja gris poliuretano en 2019 y 2020 en áreas de Detalle y empaquetado.	52

Índice de Anexos

Anexo 1. Ficha Técnica De La Esponja Pf-44 Larga Gris De Poliuretano.	64
Anexo 2. Ficha Técnica De La Burbuja Newair I.B. Express.....	65
Anexo 3. Ficha Técnica Del Foam Instapak Simple.	66

Resumen

Actualmente, la empresa Honeywell Aerospace de México cuenta con dos plantas en el Parque El Vigía II de Mexicali, Baja California; la segunda planta, inaugurada en el 2014 llamada Planta II, se encarga de la manufactura de componentes de aluminio para la industria aeroespacial.

Durante la revisión de los procesos en esta planta, se identificó que dentro de los gastos en el área de Detalle se encontraba un alto costo en materiales utilizados para el transporte y empaquetado del producto; entre los materiales enlistados, la esponja larga gris de poliuretano presento un significativo volumen de consumo tanto en el área de Detalle como en el proceso de empaquetado.

A causa de lo anterior, la investigación comenzó con la extracción del consumo anual del 2019 de la esponja gris de poliuretano en las áreas de Detalle y empaque. Se realizó una visita a las áreas en cuestión para visualizar y analizar el proceso completo, así como, preguntar si los empleados contaban con otras observaciones. Al igual, se calculó la cantidad aproximada de uso diario de este material, el costo por almacenaje, el volumen de desperdicio, y los precios de otros materiales involucrados.

Con el objetivo de proponer una solución que disminuya el alto gasto de las áreas en cuestión, se buscaron propuestas de materiales de mejor calidad, reutilizables y de menor precio; aun así, es indispensable realizar una investigación de propuestas, pruebas de calidad y evaluar la satisfacción del cliente convirtiendo esta investigación en una investigación mixta.

Capítulo 1. Introducción

1.1 Contexto

Considerado el comienzo oficial de la empresa que se convirtió en Honeywell, en 1885, el inventor Albert Butz patentó el regulador y la alarma del horno. Luego formó *Butz Thermo-Electric Regulator Co.* en Minneapolis, EE. UU. y pronto creó un dispositivo que llamó "amortiguador de aleta". Ese inventor fue un predecesor del termostato moderno. En 1898, la empresa fue comprada por W. R. Sweatt, quien, en 1916, nombró a la empresa *Minneapolis Heat Regulator Company*, expandió su línea de productos y patentó el primer motor eléctrico aprobado por *Underwriters Laboratories*.

Motivado, en 1906, el joven ingeniero Mark Honeywell formó *Honeywell Heating Specialty Co. Incorporated*. La empresa se especializó en la fabricación de generadores de calor de agua caliente, luego de perfeccionarlos como parte del negocio de plomería y calefacción.

En 1927, *Minneapolis Heat Regulator Company* y *Honeywell Heating Specialty Co. Incorporated* se fusionaron para formar *Minneapolis-Honeywell Regulator Co.* La compañía creció rápidamente a medida que comenzó a abordar más desafíos, incluidos controles e indicadores industriales.

Es importante mencionar el impacto de la empresa en el mercado, por ejemplo; el 20 de julio de 1969, los astronautas Neil Armstrong y Buzz Aldrin caminaron sobre la luna durante la misión del *Apollo 11* y Honeywell fue fundamental para esa misión, ya que 16,000 piezas de marca Honeywell se colocaron en los 14 dispositivos electrónicos separados que componían los Sistemas de Estabilización y Control (SCS).

En 1985, la empresa *Allied* se fusionó con *Signal Companies*, aumentando su negocio aeroespacial, automotriz y de materiales de ingeniería. Después, en 1999, Honeywell fue adquirida por *AlliedSignal*, quien eligió conservar el nombre de Honeywell por su reconocimiento de marca. Juntas, las empresas compartían enormes intereses comerciales en el sector aeroespacial, automotriz, productos químicos, y controles de construcción.

Durante el siglo XXI, Honeywell continúa creciendo mediante la adquisición de negocios en otras industrias, como son Universal Oil Products, Metrologic Instruments e Intelligrated; y, en 2019, Honeywell lanzó su software Enterprise Performance Management llamado "*Honeywell Forge*".

Aun perdiendo los negocios de sistema de trasportes y hogar, Honeywell es una empresa *Fortune 100* líder en manufactura y de tecnología diversa.

En 1936, Honeywell estableció operaciones en México atendiendo a clientes en todo el mundo con productos y servicios aeroespaciales; tecnologías de control para edificaciones, hogares e industria; turbos cargadores; y material de rendimiento, actualmente tiene más de 12,000 empleados en el país.

Honeywell Aerospace de México, S. de R.L. C.V. está ubicada en Mexicali, en el estado de Baja California, en el Circuito Aeroespacial Lote No. 2 el Parque el Vigía No. 2, fue constituida en 1979 y es parte de la industria de fabricación de piezas y productos aeroespaciales. Tiene un total de 2,200 empleados en todas sus ubicaciones y en el 2017 generó 607,67 millones en ventas (USD). Actualmente, hay alrededor de 2,187 compañías en la familia corporativa de Honeywell Aerospace de México, S. de R.L. C.V.

En el 2014, Honeywell Aerospace presentó una nueva planta de manufactura de 118,000 pies cuadrados en el mismo parque industrial de Mexicali. La compañía empleó este nuevo espacio para la manufactura de intercambiadores de calor y otros componentes mecánicos esenciales de aluminio para la industria aeroespacial, conocida como Planta II, las nuevas instalaciones son una extensión de Planta I del sitio Mexicali Aerospace.

Dentro de esta planta se encuentra el proceso de Detalle, este proceso conlleva el corte de rollos de aluminio que después se convierten en piezas llamadas "Fins", estas piezas contienen aceite y son colocadas en cajas de cartón con una base de fleje de plástico y papel Kraft, después las cajas son rellenas con esponja de poliuretano para evitar que los fins tengan movimiento durante su traslado; continúan siendo trasladados al área de inspección, y finalmente se entregan en el área de almacén de CEVA para ser empaquetadas correctamente con envío directo a cliente o para entrega en Planta I.

Durante este proceso se ha identificado un alto gasto monetario el cual ha sido la principal razón de esta investigación. Después de revisar el listado de materiales que son utilizados, la esponja de poliuretano presentó un alto volumen de piezas utilizadas, una presentación ostentosa al momento de revisar el material en el almacén, y un porcentaje de desperdicio entre 10% a 15% mensual que es desechado en los residuos de manejo especial y el cual se envía a confinamiento. Así mismo, se confirmó que es un material que no se encuentra en la hoja de trabajo por lo que presenta una oportunidad de cambio mientras se mantenga la calidad y eficiencia en el proceso, y el producto este correctamente protegido.

En la Figura 1 pueden encontrar un mapa de ubicación del edificio, el cual muestra en color verde las áreas de Detalle y almacén, en donde se está trabajando la presente investigación.

1.2 Antecedentes

Durante el recorrido de las áreas en la planta, la Supervisora Jr. Beatriz Quintana, quien ha laborado en la empresa por 10 años, aseguró que la esponja de poliuretano se ha utilizado durante el mismo periodo de tiempo y que no cuenta con evidencia del uso de otro material en las áreas de la investigación.

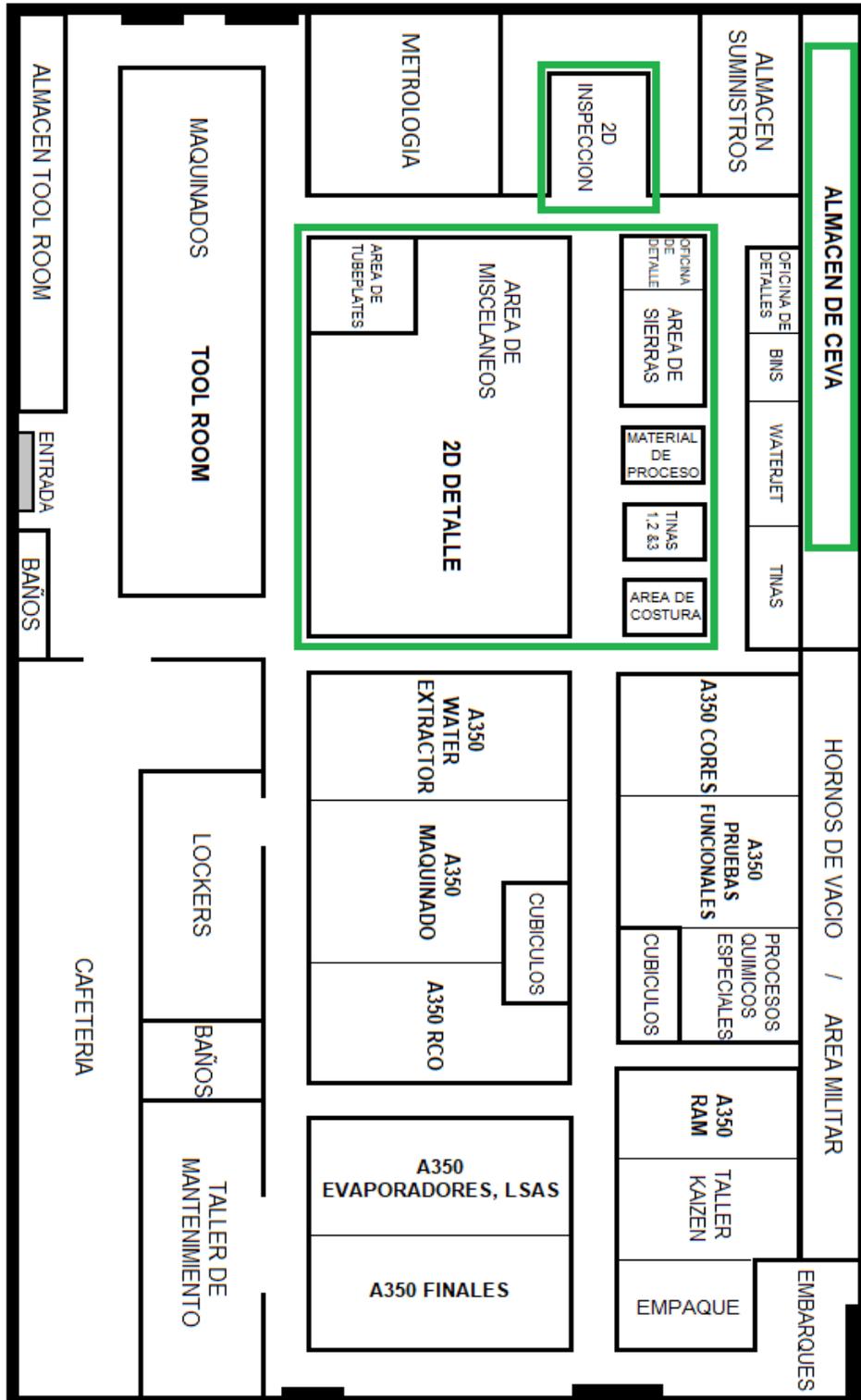


Figura 1. Mapa Honeywell Aerospace Planta II.

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Justificación

Este proyecto propone reducir los gastos en procesos de Detalle de Planta II y empaquetado de componentes de aluminio producidos en ambas plantas; con los resultados obtenidos se pretende que la empresa obtenga un ahorro significativo y disminuya el desperdicio en material de empaque.

Como proveedor de Honeywell Aerospace, es una responsabilidad buscar continuamente áreas de oportunidad para que el cliente siga mejorando en sus procesos y el usuario final reciba mejor calidad.

Personalmente, he tenido la oportunidad de ejercer mis carreras administrativas en las áreas de compras y servicio al cliente e involucrarme en proyectos de ahorro, principalmente en el reemplazo de materiales homogéneos; sin embargo, después de trabajar en el campo industrial, identifique un mayor alcance de oportunidades en piso de producción, esto implica tener un poco más de conocimiento en ingeniería, lo cual me pareció un reto y una oportunidad para ampliar mis áreas de conocimiento.

El contar con la responsabilidad de buscar mejoras y la formación académica que he recibido durante este último año y medio, fueron el punto de partida para desarrollar investigaciones con mayor ímpetu hacia soluciones alternas.

1.4 Planteamiento del problema

Dentro de los procesos que se realizan en Honeywell Aerospace, se encuentra el área de Detalle y empaquetado del producto. En Planta II, el área de Detalle cuenta con el proceso productivo que se observa en la Figura 2.



Figura 2. Proceso productivo del área de Detalle en Planta II.

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como referencia el proceso en la Figura 2, el primero paso referente a la Colocación de Ordenes en SAP **(1)**, es la primera acción que debe realizar el cliente y el seguimiento recae bajo la supervisión del departamento de Servicio al Cliente. Este departamento monitorea que las ordenes que se cargaron por EDI y las que fueron recibidas por correo sean procesadas en tiempo y forma para después compartir la fecha estima de envió al cliente. Las ordenes son clasificadas de dos formas: 1) OTTR (*On Time To Request*) las cuales no cuentan con especificaciones de empaquetado en la instrucción de trabajo y, 2) las ordenes de Clientes Externos, las cuales son minoría y necesitan aprobación del cliente para poder realizar un cambio en su forma de empaque.

El segundo paso, Envío de Ordenes de Fabricación a Producción **(2)**, se refiere a la acción de transferir instrucciones a las áreas de producción que indican cuanto producir, que rollos utilizar, que fins fabricar y las cantidades de piezas a empaquetar por cada orden. Estas instrucciones se programan mensualmente, sin embargo, son compartidas cada semana y es común que se realicen cambios durante estos días, ya sea por satisfacer un cambio en la demanda, falta de material, entre otras razones.

La Conversión de Componentes **(3)**, es el tercer paso del proceso y en el cual los rollos de material aluminio son colocados en las maquinas convertidoras, el material entra de forma lisa y sale con diferente espesor y con un líquido lubricante impregnado. Las maquinas convertidoras realizan los componentes de acuerdo con el tamaño de los rollos y la demanda de fins. Actualmente, Planta II cuenta con 2 tipos de máquinas, 3 similares y una moderna como se puede observar en las Figuras 3.

Una vez que el aluminio sale de la máquina, continua el cuarto paso que se refiere al Corte de componentes **(4)** en el cual el operador recibe el componente ya cubierto en aceite lubricante y corta en piezas que serán identificadas como “fins”; estos fins tiene medidas específicas, por lo que la maquina realiza el proceso de conversión lentamente a un ritmo que le permita al operador medir correctamente la longitud del componente antes de realizar el corte.



Figuras 3. Máquinas de conversión de fins con rollos de aluminio.

Fuente: Elaboración propia.

El quinto paso se refiere a la Separación de Fins **(5)**, de acuerdo con la demanda requerida los fins se van colocando uno sobre el otro, separados en secciones por papel Kraft dentro de una caja temporal que será transportada a la mesa de trabajo; los pasos 4 y 5 se observan con mayor claridad en las Figuras 4.

Se continua con el sexto paso, la Asignación de fins en cajas o bins **(6)**; esta selección varía de acuerdo con el destino de los fins, cuando son colocados en cajas de cartón están listos para ser enviados al cliente final de esa forma; sin embargo, cuando se colocan en bins de plástico, estos son solo para uso interno y para transportar los componentes hacia otro proceso en donde serán utilizados.



Figuras 4. Pasos 4 y 5 en el proceso de área de Detalle.

Fuente: Elaboración propia.

La Colocación de fleje de plástico y papel Kraft **(7)** es el séptimo paso, aquí es donde a las cajas de cartón o bins se les coloca una base de fleje de plástico y, posterior, una de papel Kraft, esto es para evitar que el aceite con el que cuentan las piezas moje los bins o dañe las cajas de cartón. En la Figura 5 se observa el área de trabajo y en las Figuras 6 se observa cómo se almacenan los rollos, estos al igual que la esponja, se encuentran en almacén de suministros de Planta I.



Figura 5. Mesa de trabajo para acomodo de fins en cajas o bins.

Fuente: Elaboración propia.

En el octavo paso, se realiza el Corte de Esponja gris de poliuretano **(8)** la cual mide 1" x 10" x 78"; se corta de acuerdo con el tamaño de la caja y el volumen del pedido.

En las Figuras 7 se observa el área donde se coloca la esponja y las tijeras de titanio que se utilizan.



Figuras 6. Rollos de fleje de plástico y de papel Kraft almacenados en Planta I.

Fuente: Elaboración propia.



Figuras 7. Esponja gris de poliuretano y tijeras de titanio para corte de esponja.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el corte de esponja, se continua con el Relleno en cajas o bins **(9)**, esta función se realiza con la finalidad de evitar que los fins se muevan y/o se humedezcan más al momento de ser trasladados, ya sea al cliente o a otra área. En las Figuras 8 se pueden observar los ejemplos de relleno en una caja y en bin.



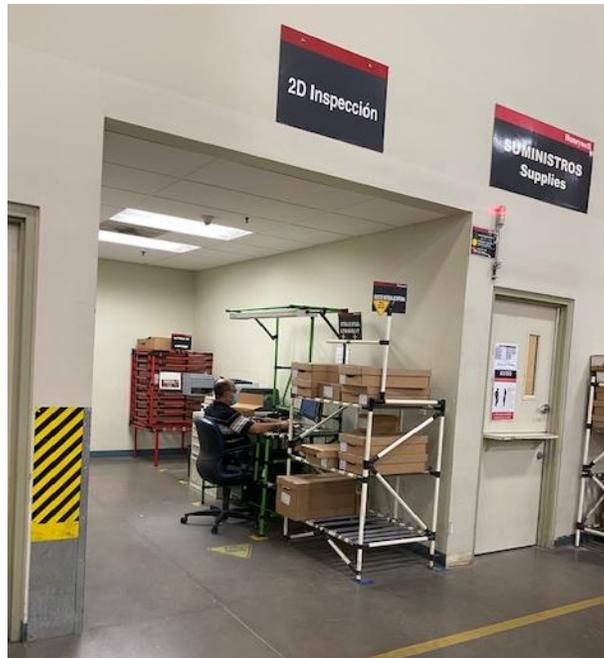
Figuras 8. Ejemplo de caja y bin rellenos con esponja.

Fuente: Elaboración propia.

Después de que las cajas y bins están listos, se llevan al área de Inspección **(10)** en donde se revisa aleatoriamente que los lotes cumplan con las especificaciones de calidad. En la Figura 9 se observa el área de inspección llamada “2D Inspección”.

Una vez realizada la inspección se continua con el Cambio de esponjas o cajas húmedas **(11)**, las esponjas se humedecen a causa del aceite lubricante que absorben, estas se contaminan y su rigidez disminuye; al igual las cajas, si el aceite llega a la base y esta se humedece, como se observa en la Figura 10, debe ser cambiada por una caja nueva, ya que no pueden ser enviadas de esa forma al cliente final.

Finalmente, el siguiente paso es el Traslado **(12)**, las cajas y bins son trasladados al área de almacén de CEVA, es ahí en donde se dividen cajas y bins de acuerdo con su destino, ya sea final o continuar su traslado interno hacia Planta I de la empresa, es ahí donde son colocados como componentes en partes como intercambiadores de calor, cores, o motores.



*Figura 9. Área 2D Inspección.
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 10. Ejemplo de caja húmeda a causa del aceite lubricante de fins.
Fuente: Elaboración propia.*

Una vez terminado el proceso de Detalle, los fins que fueron transferidos a Planta I son parte de las piezas finales que también tienen que ser empaquetadas. Estas piezas también son protegidas con esponja de poliuretano y, como varían en tamaño y peso, los cortes de esponja también son variados. Un ejemplo de empaquetado final es el que pueden observar en la Figura 11, en donde colocan una base, paredes, y tapa de esponja para que el movimiento de la pieza sea limitado.



*Figura 11. Empaquetado de pieza listo para destino final.
Fuente: Elaboración propia.*

Después de la revisión de procesos, se comenzó el análisis en volumen y costos de los productos involucrados, siendo las cajas y la esponja de poliuretano los dos artículos que se utilizan en mayor volumen. Cabe mencionar que las cajas de cartón son adquiridas tras licitación, lo que significa que el análisis de este material se realiza antes de ser comprado; la única observación referente a este artículo es el cuidado que se debe de tener al colocar las bases de fleje de plástico y papel Kraft ya que, si el aceite de los fins traspasa las bases, este humedece las cajas de cartón y estas deben ser reemplazadas inevitablemente.

Por consiguiente, se revisó el consumo de esponja que se utiliza, no solo para rellenar adecuadamente la caja, pero también lo que se desperdicia. El principal objetivo de la esponja es el de proteger el producto durante su traslado; sin embargo, una vez realizadas las observaciones de los procedimientos, el gasto significativo que muestran las áreas fue lo que motivó a realizar un análisis detallado.

Similar a la situación de las cajas, pero con mucha mayor frecuencia, las esponjas se humedecen a causa del aceite lubricante y deben ser cambiadas. La razón de esto es porque una vez que absorben el aceite estas se contaminan y su firmeza disminuye, además de que no pueden ser enviadas de esa forma al cliente final. Se debe realizar el cambio por unas esponjas nuevas y limpias y, aun cuando esto se realiza solo con los fins que son dirigidos al cliente, el volumen de desperdicio en este cambio de esponja ha presentado un porcentaje entre 10 a 15% del su consumo mensual el cual termina siendo confinado por considerarse residuo de manejo especial, esto también representa un gasto para la empresa y se presentara monetariamente en las siguientes páginas.

En la Figura 12, se observa la forma de almacenamiento de la esponja; a simple vista, el material es ostentoso sin practicidad y se encuentra almacenado en Planta I de la empresa, lo que significa que los operadores de Planta II deben transportarse a la otra planta para recoger el requerimiento del material.



Figura 12. Almacenamiento de la esponja 160113 de poliuretano.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura 13 se puede observar la base de datos referente al consumo anual de la esponja de poliuretano, esto se extrajo desde el sistema ERP “Storeroom”. Después se presenta en la Tabla 1 el consumo del año 2019 en toda la planta y se presenta graficado en la Figura 14 mes con mes.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
CustPartNum	EmployeeNum	EmployeeName	Departm	PartDescription1	SellU	OrderInu	IssuedQuar	SellP	ExtendedP	GLAcct	ERPPartNumber	PartDescrip	DateIssu
1	HMM160113	E451090	Victor De la Cruz Ag	210075303	160113 ESPONJA LARGA	EA	14008050-0	20	\$63.32	\$1,266.49	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-02-19
2	HMM160113	E588958	Castro Jose	210085001	160113 ESPONJA LARGA	EA	14008079-0	200	\$63.32	\$12,664.92	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-02-19
3	HMM160113	E818287	Rodrigo Bernal	210075024	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001040-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-02-19
4	HMM160113	E507463	Beatriz Quintana	210075021	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001302-0	20	\$63.27	\$1,265.44	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-03-19
5	HMM160113	E166498	Raymundo Hidalgo	210075303	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001344-0	20	\$63.32	\$1,266.49	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-03-19
6	HMM160113	E529909	Pablo Quintero	210075025	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001398-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-03-19
7	HMM160113	E818287	Rodrigo Bernal	210075024	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001511-0	10	\$63.32	\$633.25	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-03-19
8	HMM160113	E818287	Rodrigo Bernal	210075024	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001528-0	10	\$63.32	\$633.25	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-03-19
9	HMM160113	E564226	Fernando Flores Arv	210075026	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001552-0	20	\$63.32	\$1,266.49	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-03-19
10	HMM160113	E451090	Victor De la Cruz Ag	210075303	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001698-0	20	\$63.32	\$1,266.49	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-04-19
11	HMM160113	E563991	Jose Angel Arias	210075033	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001701-0	20	\$63.27	\$1,265.44	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-04-19
12	HMM160113	E529909	Pablo Quintero	210075025	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001716-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-04-19
13	HMM160113	E507463	Beatriz Quintana	210075021	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001730-0	20	\$63.27	\$1,265.44	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-04-19
14	HMM160113	E133497	Isabel Medina	210075001	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001807-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-04-19
15	HMM160113	E529909	Pablo Quintero	210075025	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001820-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-04-19
16	HMM160113	E812493	Nenci Rendón	210075013	160113 ESPONJA LARGA	EA	14001859-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-04-19
17	HMM160113	E812493	Nenci Rendón	210075013	160113 ESPONJA LARGA	EA	14002308-0	20	\$63.32	\$1,266.49	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-07-19
18	HMM160113	E507463	Beatriz Quintana	210075021	160113 ESPONJA LARGA	EA	14002467-0	40	\$63.31	\$2,532.29	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-07-19
19	HMM160113	E564226	Fernando Flores Arv	210075024	160113 ESPONJA LARGA	EA	14002669-0	20	\$63.32	\$1,266.49	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-07-19
20	HMM160113	E166498	Raymundo Hidalgo	210075303	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003077-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-08-19
21	HMM160113	E507463	Beatriz Quintana	210075021	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003243-0	20	\$63.32	\$1,266.42	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-08-19
22	HMM160113	H227632	Minerva Garcia	210085001	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003248-0	80	\$63.32	\$5,065.97	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-08-19
23	HMM160113	E529909	Pablo Quintero	210075025	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003255-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-08-19
24	HMM160113	E996294	Maya Aguilar Perez	210075029	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003263-0	40	\$63.32	\$2,532.98	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-08-19
25	HMM160113	E436040	Marco Felix Lopez	210075307	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003815-0	20	\$63.32	\$1,266.42	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-09-19
26	HMM160113	E507463	Beatriz Quintana	210075021	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003854-0	20	\$63.32	\$1,266.42	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-09-19
27	HMM160113	H227632	Minerva Garcia	210085001	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003922-0	100	\$63.47	\$6,346.69	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-09-19
28	HMM160113	E133497	Isabel Medina	210075001	160113 ESPONJA LARGA	EA	14003998-0	20	\$63.47	\$1,269.34	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-09-19
29	HMM160113	E812493	Nenci Rendón	210075013	160113 ESPONJA LARGA	EA	14004091-0	20	\$63.47	\$1,269.34	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-09-19
30	HMM160113	H227632	Minerva Garcia	210085001	160113 ESPONJA LARGA	EA	14004232-0	80	\$63.47	\$5,077.35	7422000020	301543160113ESPONJAL GRIS 1X10X78	01-09-19
31	HMM160113												

Figura 13. Base de datos de consumo de esponja durante el año 2019.

Fuente: Sistema ERP Storeroom.

Tabla 1. Tabla de datos de consumo de esponja gris poliuretano en 2019.

Mes	Cantidad	Monto (USD)
ENERO	3799	\$12,156.80
FEBRERO	3561	\$11,395.20
MARZO	4100	\$13,120.00
ABRIL	3740	\$11,968.00
MAYO	4606	\$14,739.20
JUNIO	4304	\$13,772.80
JULIO	3845	\$12,304.00
AGOSTO	4211	\$13,475.20
SEPTIEMBRE	3230	\$10,336.00
OCTUBRE	3706	\$11,859.20
NOVIEMBRE	3005	\$9,616.00
DICIEMBRE	1500	\$4,800.00
TOTAL	43607	\$139,542.40

Fuente: Elaboración propia

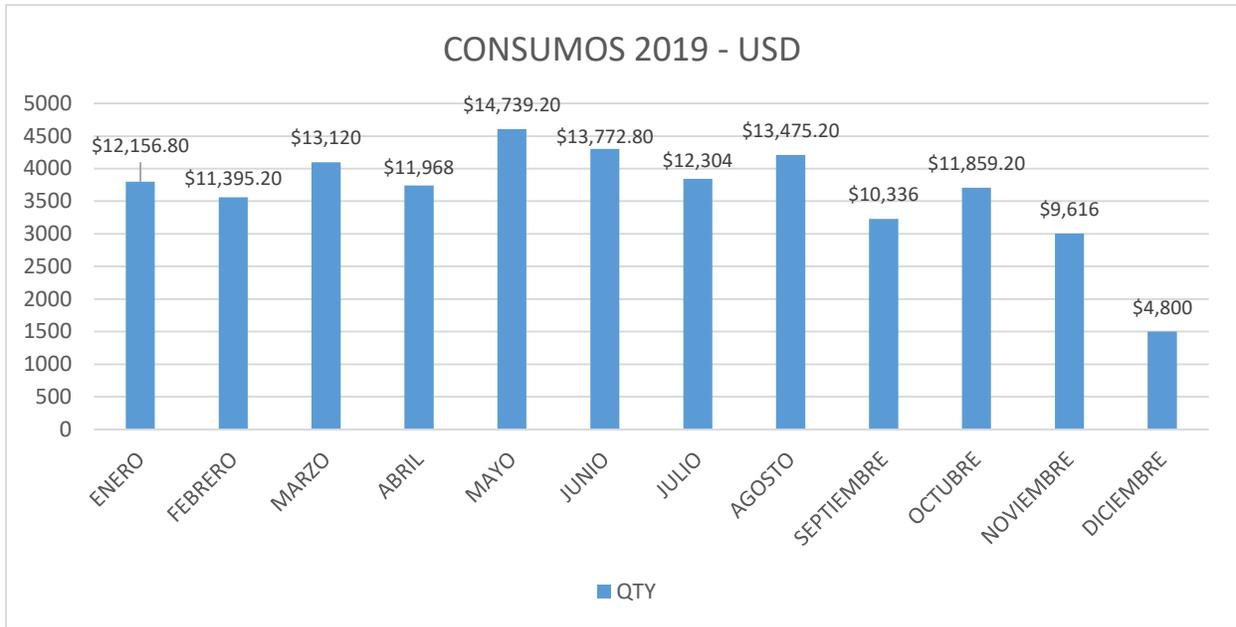


Figura 14. Consumos mensuales de esponja durante el año 2019.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica, el consumo de la esponja se mantiene constante hasta los últimos meses del año, noviembre y diciembre; siendo estos meses, esta variación puede depender del volumen de requerimientos, el inventario anual o el cierre de planta al fin de año.

Se obtuvo el precio por hoja de esponja, \$3.20 USD y el gasto anual del año 2019 en los Departamentos de Detalle y empaque fue de \$24,511.93 USD; en la Tabla 2 y Figura 15, se muestra el desglose mensual con las cantidades. Este monto dio oportunidad a la búsqueda de soluciones alternas.

Tabla 2. Tabla de datos del consumo monetario de esponja gris poliuretano en 2019 en área de Detalle y empaquetado.

Mes	Cantidad	Monto (USD)
ENERO	623	\$1,994.64
FEBRERO	758	\$2,424.27
MARZO	658	\$2,106.87
ABRIL	743	\$2,379.07
MAYO	839	\$2,684.81
JUNIO	689	\$2,203.41
JULIO	679	\$2,173.07
AGOSTO	770	\$2,465.30
SEPTIEMBRE	685	\$2,190.93
OCTUBRE	581	\$1,860.57
NOVIEMBRE	494	\$1,579.78
DICIEMBRE	140	\$449.21
TOTAL	7660	\$24,511.93

Fuente: Elaboración propia

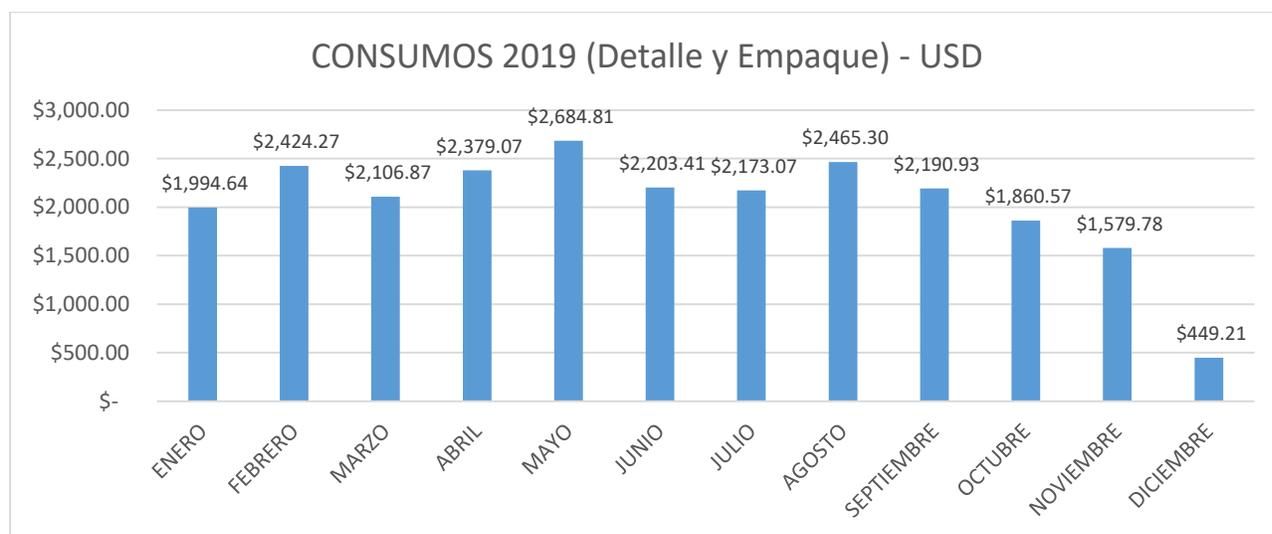


Figura 15. Consumos mensuales de esponja del área de Detalle y Empaque.

Fuente: Elaboración propia

Referente a estos montos, durante la revisión del proyecto, se calculó un desperdicio del 10 a 15% mensual de esponja lo cual, retomando los datos de la Tabla 2, esto significa una pérdida entre \$2,451.19 a \$3,676.79 USD anual, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Porcentaje de desperdicio representado en valor monetario de acuerdo con el consumo de esponja gris poliuretano en 2019 en áreas de Detalle y empaquetado.

Valor monetario de los consumos 2019 (USD)	Porcentaje
\$24,511.93	100%
\$3,676.79	15%
\$2,451.19	10%

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, durante el recorrido por el área de Low Bay, los ingenieros en piso, Ing. Carlos López e Ing. Juan Jaime, hicieron hincapié en el costo elevado de la esponja y que preferirían un material más práctico que no se necesitara cortar.

1.5 Pregunta general de investigación

¿Cómo mejorar el proceso de empaquetado del producto de forma que se generen ahorros y se disminuyan los desperdicios en el área de Detalle y Empaque?

1.5.1 Problemática

- ¿Cuáles son los factores críticos que más afectan e impactan en el costo durante el proceso de detalle y empaque?
- ¿Qué características se buscan eliminar respecto al producto actual?
- ¿Cuáles son los beneficios del cambio de producto?
- ¿Cómo se implementará la propuesta en el proceso productivo?

1.6 Objetivos de investigación

Implementar una nueva solución de empaquetado de producto que sea económico, manejable, eficiente y que se pueda reutilizar, con la finalidad de disminuir gastos de compra, horas hombre y desperdicio.

1.6.1 Objetivos específicos

- Comprobar las áreas de oportunidad en el proceso actual mediante la revisión detallada de los procedimientos, los materiales utilizados, sus costos, y los consumos.
- Encontrar y ofrecer una propuesta de igual o mayor calidad que sustituya completamente la esponja gris #160113 a un precio más económico.
- Evidenciar la eficiencia de la esponja VS la nueva propuesta.
- Describir las mejoras incorporadas en el proceso productivo.

1.7 Hipótesis

Existen materiales de empaque alternos con mejor o similar calidad, a menor costo, que permitirán generar un ahorro en el gasto de empaque y desperdicio, e incluso permitirán la eliminación total del uso de esponja de poliuretano gris.

Capítulo 2. Marco Teórico Referencial

En este apartado se presentan términos relacionados a Logística, Cadena de Suministros, Empaque y los tipos de esponjas, así como sus ventajas y desventajas; después se continúa con los términos sustentables como es la Economía Circular, el Ambientalismo Empresarial, los tipos de plásticos y la importancia de su reciclaje postventa.

De acuerdo con Rice, B. et al. (2017) “la logística es la técnica del cálculo correcto” (p.809). Un concepto más a detalle se puede encontrar con Servera-Francés (2010) quien señaló que durante muchos años el concepto de logística se limitaba sólo a la ejecución de actividades operativas en la empresa, es decir, los empresarios tenían la concepción que los procesos logísticos eran necesarios por el simple hecho de que era a través de estos procesos que se entregaban los productos al cliente desde los puntos de producción (citado por Fontalvo, T. et al., 2019, p.104).

Fontalvo, T. et al (2019) comentan que existe mucha confusión acerca del uso de los términos “Logística” y “Administración de la Cadena de Suministro”; Ballesteros y Ballesteros (2004) ofrecieron una definición clara de cada uno de los términos, estos autores señalaron que la logística se limita a la forma cómo los productos son llevados hasta el consumidor final, mientras que la administración de la cadena de suministro es aquella que integra y gestiona los procesos necesarios para poder elaborar un producto o prestar un servicio, con el objetivo de obtener el máximo valor agregado en cada una de ellas. Torres y García (2008) definieron la cadena de suministros como aquel conjunto de procesos, datos y flujos de recursos que abarcan desde la materia prima hasta el consumidor final (citado por Fontalvo, T. et al., 2019, p.105).

La administración de la cadena de suministros (SCM por sus siglas en inglés) se ha convertido en una herramienta valiosa para garantizar la ventaja competitiva y mejorar el desempeño de la organización. Este enfoque se realiza con el propósito de brindar mayor servicio y mejor calidad del producto a los clientes (Li et al, 2006, citado por Fontalvo, T. et al., 2019, p.105).

Christopher, M. (2016) afirma que para lograr los mejores resultados se deben tener en cuenta cinco procesos básicos:

1. Gestión de la demanda: incluye actividades relacionadas con el mercado tales como: métodos de pronósticos, servicio al cliente, procesamiento de las órdenes de los clientes y ventas.

2. Distribución: constituye el proceso de unión entre la producción y el mercado, esta tiene influencia sobre las operaciones logísticas a través de los requerimientos del mercado.

3. Producción: la producción y todos los procesos relacionados agregan valor en el flujo de los productos, afecta el inventario, el transporte y los tiempos de entrega.

4. Compras: constituye el enlace de adquisición de los materiales para la producción.

5. Devoluciones: cierra el ciclo de la cadena de suministro, recibe los productos que necesitan ser remanufacturados, reusados o reciclados en el proceso de producción.

De acuerdo con lo trabajado en este proyecto, se hará referencia principalmente al proceso de producción. La planificación de la producción en la cadena de suministro es una actividad de suma importancia, pues permite un mejor funcionamiento de las operaciones de producción con el fin de satisfacer los pedidos que realizan los clientes en un tiempo óptimo y a un costo considerable. Las decisiones tendientes para determinar qué producir, cómo producir y cuánto producir, son bastante complejas ya que se deben balancear todos los recursos necesarios para cumplir con la demanda de los clientes y la misión de la empresa (Garza y González, 2004). En los procesos de producción, la planificación de producción y los problemas de programación son críticos para la rentabilidad de las empresas, el uso correcto de los recursos y para cumplir los plazos (Menezes et al, 2016).

El contexto de las organizaciones y la globalización de la economía hoy le ha dado una dinámica a la evolución del conocimiento asociado con el estudio, análisis y comprensión de los procesos logísticos y la administración de la cadena de suministro (Fontalvo, T., De La Hoz, E. & Mendoza, A.,2019). Por lo observado anteriormente, se hace hincapié en la importancia de entender los términos de logística y cadena de suministros, y en cómo se ve afectado el proceso productivo por estos factores.

Ahora bien, debido a los impactos ambientales causados por el desarrollo económico, el tema de la logística verde está ganando notoriedad y ha exigido la atención de las empresas. Verificar el nivel de madurez y el nivel de comprensión de las prácticas de logística verde proporciona subsidios para un mejor desempeño (Hoshi, E. et al, 2020).

La logística, y especialmente las mejores soluciones para la logística sostenible, han atraído una mayor atención de los socios de la industria y la academia en este sector no tradicional, así como de los tomadores de decisiones. El término logística que se utiliza aquí se refiere a la logística tradicional y a la gestión de la cadena de suministro completa y, por lo tanto, no se limita a su interpretación estricta de solo transporte de carga (Clausen, U. et al, 2016). Desde las perspectivas social (personas), medioambiental (planeta) y económica (beneficios), la logística y las cadenas de suministro sostenibles son el motor de un mercado más competitivo y unificado, y un requisito previo para un mayor crecimiento del comercio internacional.

Clausen, U. et al (2016) continúa afirma que la logística debe ser altamente eficiente, confiable, segura, respetuosa con el medio ambiente y rentable. Para ello, son importantes los siguientes aspectos:

1. Mejor aprovechamiento de las infraestructuras existentes.
2. Una sociedad altamente desarrollada.

Se continua ahora con términos relacionados con el empaque de los productos. Los primeros prototipos de empaques identificados por nuestros ancestros fueron productos naturales como conchas y hojas de árboles con los que se construyeron

recipientes adecuados y el uso de animales para el transporte. Más tarde, fueron descubiertos los minerales, químicos compuestos, los metales y la cerámica, dando lugar a otras formas de envasado (Cámara de Comercio, 2017).

De acuerdo con la escritora J. Velásquez (2012), el propósito del sistema de empaque es facilitar el acopio, empackado y clasificación de mercancías para su envío, protegiéndolas de riesgos físicos y ambientales durante su almacenamiento y transporte, y finalmente, motivar al consumidor para que lo adquiriera garantizándole que éste se encuentra en las mismas condiciones de calidad que tenía en el momento de su recolección o fabricación.

A su vez, debido a la globalización existe una mayor demanda de bienes que, junto con el incremento poblacional en los mercados emergentes, plantean nuevos retos que han vuelto más compleja la operación de la logística tradicional de la cadena de valor y el manejo de los empaques (Mejía, C. et al., 2015).

Las funciones de los empaques se dividen en dos: Estructurales y Modernas. Las funciones modernas se relacionan con la presentación y exhibición, lo que implican que el aspecto del producto debe estimular su compra (Almaguer, E. 2018).

Hughes (1996) y Herard & Robson (1992), (citado por Mejía, C. et al. (2015) sostiene que los empaques entre sus principales funciones tienen:

1. Protección contra daños y preservación.
2. Consolidación y transporte de carga.
3. Información y visibilidad del producto.

Las estructurales se refieren a la parte física del producto con las siguientes características, (Énfasis Packaging, 2012):

1. **Contener:** El empaque debe tener una capacidad específica para que el producto se encuentre bien distribuido.

2. **Compatibilidad:** El empaque debe ser compatible con el producto para evitar que se transmitan aromas o microorganismos que contaminen el producto.
3. **Retener:** El empaque debe conservar todos los atributos del producto.
4. **Práctico:** El empaque debe poder armarse, llenarse y cerrarse fácilmente.
5. Ser cómodo para el manejo por parte del comerciante y el transportista.

En México la normalización de etiquetados y empaques está reflejado en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que tienen un carácter obligatorio, las cuales son elaboradas por Dependencias del Gobierno Federal y las Normas Mexicanas (NMX), promovidas por la Secretaría de Economía. La Norma Oficial Mexicana es obligatoria: todos los empaques de productos fabricados para su consumo en México, incluyendo los de procedencia extranjera, estarán regidos por la Norma 050 (NOM-050-SCFI-2004). De manera general ésta norma describe la reglamentación aplicable para todos los productos, entre los cuales se encuentran:

- Denominación Genérica
- Denominación Específica
- Caducidad
- Código de Barras
- Responsable del Proceso (qué entidad o persona física lo elaboró ó importó)
- País de Origen
- Indicación de Cantidad
- Tabla Nutricional (para el caso de alimentos)
- Instrucciones (en los productos que aplique)
- Advertencias de Riesgos

Referente al sector aeroespacial, Rajapack (2017) explica que la espuma de foam puede ser de polietileno o poliuretano, se obtiene a base de espumar estos materiales con un gas que se inyecta a presión durante su fabricación. Sus principales ventajas y la

razón por la que se utiliza tan a menudo son porque es ligero y se puede fabricar en diferentes densidades y calibres. Se utiliza sobre todo como relleno de embalaje debido a que envuelve los productos y los protege, amortigua muy bien los golpes que puedan sufrir. Además, fija los productos porque rellena el interior de la caja que los contenga.

Por su parte, Grupo BASF (2014) comenta que los ingenieros aeroespaciales y los profesionales del diseño buscan continuamente más allá de los materiales tradicionales con el fin de reducir peso, mejorar el desempeño mecánico y disminuir los costos, por esas razones es la utilización de las espumas rígidas de poliuretano.

Otra empresa experta en empaque, EMBAMAT (2014) expone que el uso de espuma de protección para embalaje es perfecto como sistema de bloqueo en el interior del embalaje; como embalaje envolvente y de anclaje o bloqueo, como separador, esquinera, protección de ángulos, entre otros. Sin límite de forma, las espumas son una protección más fiable frente choques y vibraciones, no deja residuos y asegura el transporte seguro de sus bienes. EMBAMAT (2014) comparte las tipologías:

- Espumas De Polietileno (PE)

Excelente amortiguación de sus productos frente choque y vibraciones, reutilizable y resistente a la humedad. Presenta una elasticidad y flexibilidad óptima para aplicarse a una variedad de sectores.

1. Ideal para la protección de objetos de alto valor y relativamente frágiles.
2. Excelente amortiguación de vibraciones.
3. Alta resistencia a los productos químicos y a la humedad.

- Espumas De Poliuretano (PU)

Ideal para el interior del embalaje y para cargas ligeras. Es más rígida y presenta mayor memoria elástica, perfecta como aislante y para mantener la temperatura de sus productos.

1. Ideal para la protección de objetos de alto valor y relativamente frágiles.
2. Excelente amortiguación de vibraciones.
3. Alta resistencia a los productos químicos y a la humedad.

- Espumas Antiestáticas

La espuma antiestática es un material ligero y no abrasivo para proteger productos electrónicos en general sensibles a la electricidad estática durante el transporte y la manipulación. Protege equipos electrónicos y sus componentes, piezas frágiles, equipos ópticos, dispositivos médicos, herramientas de precisión, e iluminación.

1. Ideal para usar en los circuitos de envasado.
2. Color rosado.
3. Disponible en poliuretano y polietileno.

Sin embargo, la espuma de poliuretano, material sintético, duro plástico y no fusible, que se obtiene de la mezcla entre isocianato y polioliol, dos componentes generados en procesos químicos a partir de petróleo y azúcar (Clavijo, A. 2012; Papa, 1972, citado por Bidleman, T. & Melymuk, L., 2019). Se comenta que hay dos maneras de obtener una espuma de poliuretano; la primera de ellas es proyectando al mismo tiempo, sus dos precursores en una superficie y la segunda es por colada, es decir mezclando previamente ambos materiales (Seymour, 1967; Muñoz, 2012, citado por Bidleman, T. & Melymuk, L., 2019).

De acuerdo con Torvi, D. & Weckman, B. (2014), las espumas de poliuretano rígidas y flexibles se pueden formular con una amplia variedad de propiedades mecánicas, térmicas, químicas y físicas; ya que son ligeros y pueden diseñarse para propósitos específicos, se encuentran cada vez más aplicaciones en el mundo que nos rodea: la construcción, el aislamiento, el mobiliario, la industria, y el transporte. Sin embargo, las espumas a base de hidrocarburos son muy inflamables, por lo que la seguridad contra incendios y el comportamiento frente al fuego son factores clave para muchas aplicaciones, así como para su larga duración. Se están realizando

investigaciones multifacéticas en muchos países con especial atención al comportamiento del fuego de la espuma, la aplicación y la escala de la prueba de fuego resultados y seguridad del producto de espumas de poliuretano y productos relacionados.

Es de suma importancia comentar que, de acuerdo con Kim, Ha et al (2017), la producción mundial de poliuretano (PU) en 2010 fue de 12 millones de toneladas, que fue la sexta producción de polímeros más grande, y se espera que alcance los 18 millones de toneladas en 2016. Por tanto, el reciclaje y la eliminación de residuos de poliuretano presentan serios problemas ambientales y de salud por resolver.

Lo anterior sirve como llamado de atención a generar un cambio en nuestros procesos hacia un camino sustentable. Blázquez, N. (2020) afirma que el modelo de economía lineal basado en el carácter ilimitado de los recursos naturales ha llegado a su fin y ha sido remplazado por el de la economía circular que exige un consumo responsable protector con el medio ambiente y con la prolongación de la vida útil de sus recursos.

Entre finales de la década de 1980 y principios de la de 1990, el ambientalismo empresarial se convirtió en un tema de preocupación estratégica (Hoffman y Bansal, 2012, citado por De Angelis, R, 2020). Michael Porter, el académico destacado en el campo de la estrategia competitiva, argumentó que la responsabilidad ambiental no es tanto una amenaza para los resultados de la empresa, sino más bien una oportunidad que podría conducir a una mejor ventaja competitiva a través de una mayor eficiencia de recursos (Porter y Van de Linde 1995, citado por De Angelis, R, 2020).

Observado lo anterior y continuando con el tema de empaque se puede comenzar a hablar sobre los plásticos uno de los materiales más utilizados en la industria de empaque. Los plásticos se han convertido en uno de los materiales más prolíficos del planeta: en 2015 producimos alrededor de 380 millones de toneladas de plásticos a nivel mundial, frente a los 2 millones de toneladas de la década de 1950. Sin embargo, hoy en

día, solo el 15% de estos desechos plásticos se recolecta y recicla en plásticos secundarios a nivel mundial cada año (OECD, 2018).

El reciclaje de residuos plásticos surgió a principios de la década de 1990; desde ese momento, el mundo del reciclaje ha aumentado aproximadamente un 0,7% anual hasta la tasa actual del 20% (Geyer, Jambeck & Law, 2017). Las tasas de reciclaje de residuos plásticos difieren significativamente entre diferentes polímeros, aplicaciones y regiones. Los polímeros y plásticos comúnmente utilizados en envases (por ejemplo, PET, HDPE y LDPE), representan la mayoría de los plásticos que se recogen para su reciclaje (Geyer, Jambeck & Law, 2017, citado por OECD, 2018).

La burbuja NewAir I.B. Express es un plástico de empaque, LDPE, categorizado como termoplásticos; estos representan aproximadamente el 91% de la masa de plásticos producidos (CISIÓN, 2015). Se diferencian de los termoestables en que permanecen químicamente estables, en un amplio rango de temperaturas y se puede fundir y remodelar en nuevos objetos. Los principales procesos utilizados en la fabricación son el moldeo por inyección, el moldeo por compresión, calandrado y extrusión (CISIÓN, 2015).

Si continúan las tendencias recientes, se estima que se producirán 26 mil millones de toneladas de plásticos durante los próximos 30 años (Geyer, Jambeck & Law, 2017). La carga ambiental asociados con la producción, uso y eventual eliminación de estos plásticos tenderán a aumentar en paralelo. Reducir estas cargas requerirá una mayor eficiencia de los plásticos utilizar. Esto requerirá un cambio en el pensamiento de los modelos económicos lineales tradicionales, es decir “fabricar-usar-eliminar”, a modelos económicos más circulares, por lo que el uso de los plásticos se optimiza (por ejemplo, mediante el rediseño del producto y su aligeramiento), y plásticos se mantienen dentro del ciclo de uso durante más tiempo, mediante la reutilización y el reciclaje.

Los niveles insostenibles de actividad humana son una de las principales causas de la emergencia ambiental que enfrenta el mundo (Furukawa et al. 2019). Las crecientes necesidades de consumo en los países avanzados, así como en las economías

emergentes y de rápido crecimiento, están perjudicando a todo el planeta. Se necesita con urgencia un cambio global hacia paradigmas de producción y consumo más sostenibles (Bengtsson et al. 2018).

En un contexto de una crisis planetaria (Bybee, 1991), la comunidad empresarial ha debido gestionar responsablemente los impactos ambientales de sus actividades sin afectar la competitividad de sus negocios (Esty & Winston, 2006, citado por Echazarreta-Cousté, C. & Flores-Méndez, J. 2015). Por su parte, los científicos han sido confrontados con dos retos: el de integrar conocimiento proveniente de distintas disciplinas y el de producir conocimiento orientado a la acción para gestionar y reducir los efectos de los procesos de transformación global (Lüdeke, Petschel-Held, & Schellnhuber, 2004, citado por Echazarreta-Cousté, C. & Flores-Méndez, J. 2015).

La economía circular, definida como “una economía industrial que es restauradora o regenerativa por intención y diseño” (Fundación Ellen MacArthur 2013, p. 14), es reconocida por académicos de muchas disciplinas científicas como un camino factible hacia la implementación de modos de producción y consumo sostenibles (Ghisellini et al. 2016; Murray et al. 2017).

De acuerdo con la revisión de la literatura realizada para el período 1990 – 20126, las fuerzas motivadoras del “enverdecimiento” organizacional se vinculan con características organizacionales y de las prácticas verdes, la expectativa de obtener beneficios económicos, las regulaciones y motivaciones éticas, así como con diferentes grupos de interés, los que incluyen a la gerencia y los trabajadores no gerenciales, los proveedores, la industria y los competidores, los clientes, el gobierno, los grupos de presión social, y los socios, propietarios, accionistas e instituciones externas (Echazarreta-Cousté, C. & Flores-Méndez, J. 2015).

Capítulo 3. Metodología

3.1 Tipo de investigación

De acuerdo con las mediciones que se realizaran respecto a gastos en precio, consumo, y horas hombre, se puede considerar como una investigación cuantitativa; sin embargo, el objetivo de esta investigación es proponer una solución que elimine el consumo la esponja de poliuretano gris de manera que el nuevo material sea de mejor calidad, reutilizable y a menor precio, lo que hace indispensable realizar una investigación de propuestas, pruebas de calidad y evaluar la satisfacción del cliente convirtiendo esta investigación en una investigación mixta.

3.2 Metodología y procedimiento

Con el objetivo principal de implementar una nueva solución de empaque de producto que sea económico, manejable, eficiente y reutilizable, este proyecto tiene como finalidad disminuir gastos de compra, horas hombre y desperdicio; es decir, busca generar ahorros sin arriesgar calidad. Se comienza por extraer el consumo del año 2019 de la esponja gris de poliuretano, después se realizará una visita a las áreas en cuestión para analizar el proceso completo y el objetivo de cada procedimiento desempeñado. Al igual, se calculará el porcentaje de desperdicio que actualmente se tiene por la esponja gris y, se revisara si el material debe ser desechado o puede ser reutilizado.

El resumen de actividades del procedimiento presenta enlistadas 9 actividades, las cuales se dividen en: 6 actividades en las primeras dos fases; 2 actividades la tercera fase; y 1 actividad la última fase de resultados, como se observan en la Figura 16.

De acuerdo con nuestro primer objetivo específico, la Fase 1 busca la comprobación de áreas de oportunidad en el proceso actual realizando las siguientes actividades:

- **Observación y análisis del proceso actual:** Se realizarán visitas a la planta para revisar al momento el proceso que se realiza actualmente.

- **Recolección de datos:** Se tomarán notas y fotos de cada procedimiento, y se extraerá el reporte de consumos del año anterior como referencia.
- **Calculo referente a desperdicios y tiempos:** Se realizará el cálculo del desperdicio generado por esponjas húmedas de aceite, y se cronometrará el tiempo que el usuario emplea para realizar un pedido.

Continuando con la Fase 2, esta se enfoca en la búsqueda de propuestas de igual o mayor calidad con un precio más económico por lo cual es que se realizarán las siguientes 3 actividades:

- **Identificación de características deseadas:** Es importante identificar qué características del producto actual son funcionales para estos procesos, cuales no son necesaria, y cuales podría presentar alguna mejora.
- **Investigación de propuestas:** Contactar a los proveedores especialistas en empaquetado para revisar si cuentan con alguna propuesta alterna.
- **Presentación de propuestas:** Una vez obtenidas las propuestas con precios, fichas técnicas, y el análisis de pros y contras, se solicitarán las muestras para ser probadas.

En la Fase 3, se presentarán los resultados obtenidos del proceso actual comparado con los resultados de las pruebas realizadas con las propuestas, de esta forma se busca evidenciar la efectividad del nuevo producto; con esto se realizarán las siguientes 2 actividades:

- **Realización de pruebas y presentación de resultados:** Las muestras se entregarán en las áreas de investigación, se instruirá a los usuarios como utilizarlas y se tomará nota de los cambios observados.

- **Cálculo de gastos y ahorros VS el proceso actual:** Después de obtener los resultados durante el uso de las propuestas, se realizarán los cálculos pertinentes para presentar la comparativa del producto actual VS la propuesta.

Finalmente, una vez aprobada la propuesta, en la Fase 4 se describirán los cambios necesarios en el área de producción y se explicará el nuevo proceso y las actividades de los operadores; con esto se concluirá la última actividad:

- **Sustitución de material en los procesos:** Se deberá programar la compra del nuevo producto y realizar los cambios necesarios en el proceso de producción, además de disminuir los puntos de mínimo/ máximo y reorden de este producto.



Figura 16. Resumen de actividades del procedimiento.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Entregables

De igual forma esta sección se presentará de acuerdo con las fases de la investigación, entregando por lo menos un entregable en cada fase. Comenzando con la Fase 1, se presentarán las imágenes del proceso actual utilizando la esponja de poliuretano gris, el listado del material utilizado y sus precios, así como la evidencia de lo consumible mensualmente. También se presentará el cálculo monetario del desperdicio y cuanto equivale en volumen.

Durante la Fase 2, se entregarán las fichas técnicas del material propuesto y la descripción de como cambiaría el procedimiento actual con el nuevo producto; una vez revisado, se entregarán las muestras de los materiales propuestos y la evidencia de su uso en las áreas.

En la Fase 3, se presentará la tabla comparativa de características y una proyección de gastos y consumos de acuerdo con la muestra de la mejor propuesta recibida, así como el ahorro que el cambio puede generar tanto en precio del producto como en porcentaje de confinamiento.

Finalmente, en la Fase 4 se presentarán los cambios necesarios a realizar en el proceso productivo actual, con descripción y visualización de la propuesta implementada, así como la tabla comparativa de los beneficios.

3.3 Planeación

La base de datos será obtenida del ERP Software que se utilizó durante el año 2019 llamado STOREROOM, el seguimiento de los consumos para este año 2020 se extraerán del ERP Software MAPS (Management and Planning System) el cual se comenzó a utilizar a inicios de año.

Además de la base de datos cuantitativos, una vez obtenidas las propuestas de cambio, se realizarán pruebas de calidad en el proceso de Detalle y del empaque final. De nuevo, se calculará si el material propuesto genera desperdicios, cuanta cantidad se

necesita para proteger el producto final en el empaque, genera ahorros, y, sobre todo, si el cliente está satisfecho con la protección y presentación del empaque del producto.

3.3.1 Cronograma

El cronograma que se observa en la Figura 17 presenta las tareas que se realizarán durante el desarrollo de esta investigación. El listado detallado de actividades con fechas se puede observar en la Tabla 4, de las cuales la búsqueda de propuestas, la presentación y entrega de muestras, y el análisis de resultados son las que tomarán un poco más de tiempo en finalizar.

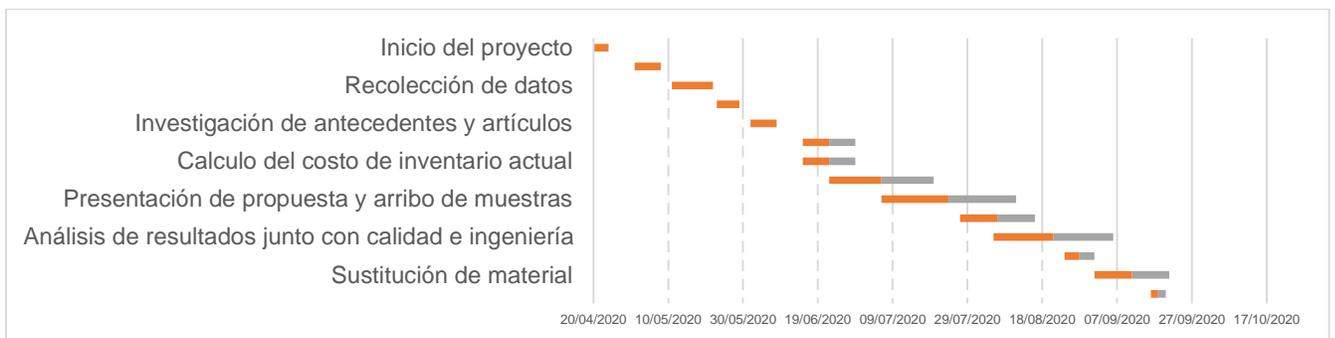


Figura 17. Cronograma de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez concretadas las actividades, se debe de obtener evidencias suficientes para implementar una nueva solución de empaquetado de producto que sea manejable, eficiente, reutilizable y, adicionalmente, cree un ahorro para la empresa.

Tabla 4. Tabla de actividades con fechas compromiso.

ACTIVIDAD	COMIENZO	DURACION (Días)	FIN
Inicio del proyecto	20/04/2020	4	24/04/2020
Observaciones del proceso actual	01/05/2020	7	08/05/2020
Recolección de datos	11/05/2020	11	22/05/2020
Análisis y desarrollo de gráficos	23/05/2020	6	29/05/2020
Investigación de antecedentes y artículos	01/06/2020	7	08/06/2020
Calculo referente a desperdicios y horas hombre	15/06/2020	7	22/06/2020
Calculo del costo de inventario actual	15/06/2020	7	22/06/2020
Investigación de propuestas	22/06/2020	14	06/07/2020
Presentación de propuesta y arribo de muestras	06/07/2020	18	24/07/2020
Realización de pruebas	27/07/2020	10	07/08/2020
Análisis de resultados junto con calidad e ingeniería	05/08/2020	16	21/08/2020
Presentación final de propuesta	24/08/2020	4	28/08/2020
Sustitución de material	01/09/2020	10	11/09/2020
Finalización del proyecto	16/09/2020	2	18/09/2020

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4. Resultados

En este apartado se presentan los resultados del proyecto el cual tiene como objetivo implementar una nueva solución de empaquetado de producto que sea económico, manejable, eficiente y que se pueda reutilizar, con la finalidad de disminuir gastos de compra, horas hombre y desperdicio.

Esta sección se ha organizado en 4 fases las cuales demuestran los factores que impactan el elevado gasto de las áreas de Detalle y empaque del producto, y brindan una propuesta con ahorro económico sin arriesgar calidad. En la primera fase, se hace referencia a las áreas de oportunidad del proceso actual; en la segunda fase se muestran las pruebas que se realizaron con los materiales propuestos; en la tercera fase, se analizan las características y los costos de acuerdo con el material utilizado actualmente VS las propuestas; y en la cuarta fase se describe la propuesta del nuevo proceso productivo incorporando el nuevo material.

4.1 Fase 1: Revisión del proceso actual y áreas de oportunidad.

En esta fase se busca comprobar las áreas de oportunidad en el proceso actual mediante la revisión detallada de los procedimientos, los materiales utilizados, sus costos, y los consumos. Primero se visitó el área de Detalle en Planta II, ahí, con el apoyo de la Supervisora Jr. Beatriz Quintana y mi compañera Diana Arballo, se realizó el listado de los materiales utilizados en el proceso y se calculó el consumo mensual de estos.

En el listado se colocaron cajas de cartón #160135, 160136, 160142, tijeras de titanio, esponja PF-44 gris de poliuretano, fleje de plásticos, y papel Kraft. También se encontró que hay materiales que no se solicitan regularmente como son el fleje de plásticos, el cual 1 rollo dura de 3 a 4 meses, y las tijeras, las cuales son costosas y se mantienen en una caja bajo llave. Como resultado de esta actividad se enlistan los precios de los materiales en la Tabla 5.

Al igual, se comentó que por caja se utiliza un mínimo de 45cm de esponja cortada en pedazos, y como se mencionó en el Capítulo 1, si la esponja se contamina con aceite esta debe ser reemplazada, ocasionando desperdicio.

Tabla 5. Lista de materiales con precios.

MATERIAL	UDM	PRECIO (USD)
ESPONJA	PIE	\$ 0.49
TIJERAS	PIEZA	\$ 80.00
CAJA #160135	PIEZA	\$ 0.67
CAJA #160136	PIEZA	\$ 1.32
CAJA #160142	PIEZA	\$ 0.42
FLEJE TRANSPARENTE	ROLLO	\$ 144.00
PAPEL KRAFT	ROLLO	\$ 26.00

Fuente: Elaboración propia

Con la información recopilada de esta actividad se realizó la Tabla 6 donde se presenta la relación de los pasos del proceso de producción ligados a los materiales, las cantidades utilizadas mensualmente y se mencionan los hallazgos que fueron encontrados. En total se encontraron 5 hallazgos en el proceso y estos hacen referencia a los Pasos 7, 8 y 11.

Paso 7. Colocación de flejes de plástico y papel Kraft:

- **Hallazgo #1:** Si las bases de fleje o papel no son colocadas correctamente, el aceite lubricante que contienen los fins traspasara las bases y llegara a las paredes de la caja, humedeciéndolas.

Paso 8. Cortes de esponja de poliuretano:

- **Hallazgo #2:** Las tijeras que se utilizan para el corte de la esponja son de titanio, importadas de E.E.U.U. y su precio es elevado, además su uso es exclusivo para el corte de este material.
- **Hallazgo #3:** No se cuenta con una medida exacta o molde para el corte de esta esponja. El tamaño de los pedazos que se recortan depende de lo que el operador considere necesario para rellenar la caja o bin del pedido.

Paso 11. Cambio de cajas o esponjas húmedas:

- **Hallazgo #4:** Es en este paso donde las cajas de pedidos para clientes finales son separadas y revisadas, si las esponjas se encuentran húmedas deberán ser cambiadas por nuevas.
- **Hallazgo #5:** Al igual, si las cajas de cartón se ven húmedas de la base o paredes, estas también deben ser cambiadas por nuevas y colocarles la base de fleje y papel Kraft correctamente.

Tabla 6. Tabla de análisis de proceso, materiales y hallazgos.

Pasos	Materiales	Cantidades mensuales	Hallazgos
1. Colocación de ordenes en SAP.	N/A	N/A	Sin hallazgo
2. Enviar ordenes de fabricación a producción.	N/A	N/A	Sin hallazgo
3. Conversión de componentes.	N/A	N/A	Sin hallazgo
4. Corte de componentes.	N/A	N/A	Sin hallazgo
5. Separación de fins.	Cajas Papel Kraft	10 cjs aprox. 10 rollos	Sin hallazgo
6. Asignación de cajas/bins.	Cajas & bins	30 pzs aprox.	Sin hallazgo
7. Colocación de flejes de plástico y papel Kraft.	Fleje transparente Papel Kraft	1/4 de rollo 35 rollos	• Si las bases de fleje o papel no están colocadas correctamente, estas se humedecerán y tendrán que ser cambiadas.
8. Cortes de esponja de poliuretano.	Esponja poliuretano Tijeras	635 pzs aprox. 1 pieza	• Las tijeras son costosas y solo se utilizan para el corte de esponja. • La esponja debe ser cortada de acuerdo con cada pedido.
9. Relleno de esponja en cajas o bins.	Esponja poliuretano		Sin hallazgo
10. Inspección	N/A	N/A	Sin hallazgo
11. Cambio de cajas o esponjas húmedas.	Esponja poliuretano Cajas Fleje transparente Papel Kraft	64-95 pzs aprox. *No se cuenta con el dato de las cajas, fleje transparente y papel Kraft.	• Es aquí en donde se realiza el cambio de esponja en caso de que la actual ya este contaminada con aceite. • También se realiza el cambio de cajas en caso de estar húmedas.
12. Traslado	N/A	N/A	Sin hallazgo

Fuente: Elaboración propia

Continuando con el análisis de desperdicio, como se mencionó en el Capítulo 1, se confirmó un desperdicio de entre 10% a 15% mensual en la esponja de poliuretano, esta esponja como se encuentra cubierta de aceite lubricante debe ser separada con los residuos de manejo especial, los cuales después serán enviados a confinamiento. Retomando los datos de la Tabla 3 observada en el Capítulo 1, en la Tabla 7 se observa el equivalente en toneladas por metro cubico de lo que se desperdicia anualmente en las áreas de Detalle y empaque considerando ambos porcentajes de desperdicio.

Tabla 7. Tabla de estimación del desperdicio generado anualmente en las áreas de Detalle y empaque.

Valor monetario de los consumos 2019 (USD)	Porcentaje	Cantidad (piezas)	Toneladas por metro cubico (t/m³)
\$3,676.79	15%	1149	20.11
\$2,451.19	10%	766	13.40

Fuente: Elaboración propia

4.2 Fase 2: Propuestas.

En la Fase 2, se busca encontrar y ofrecer una propuesta de igual o mayor calidad que sustituya completamente la esponja gris de poliuretano #160113 a un precio más económico. Las dos propuestas que fueron recibidas son por parte del proveedor Sealed Air, una es la burbuja NewAir I.B. Express y la otra son cojines moldeados de espuma Instapak Simple, ambos fueron considerados para pruebas.

4.2.1 NewAir I.B. Express

Esta burbuja es un material de amortiguación inflable que protege a velocidades de hasta 55 pies lineales por minuto. El rollo iguala a 5000 pies de burbuja tradicional de ½" y puede ser configurada de acuerdo con el grosor, largo, y puntos de corte de preferencia. Con la máquina de configuración Roll Winder, se puede inflar un rollo de burbuja de 36" en 3 minutos.

Con el apoyo de la Supervisora Jr. Beatriz Quintana y el Ing. Rogelio Vázquez, primeramente, se realizaron pruebas con la burbuja NewAir I.B. Express la cual se recibe en rollo tipo fleje, de tamaño compacto menor a 6 pies cuadrados, para después ser configurada de acuerdo con las necesidades del producto o área. Una vez que es inflada, parte de la configuración es conocer cuántos pies o centímetros se necesitan para agregar las líneas punteadas de corte, con esto, el usuario no necesita recortar, solo tiene que separar las hojas de burbujas ya establecidas.

En las Figuras 18 pueden observar como el rollo está colocado en una maquina Roll Winder para inflar las burbujas al tamaño que se requiera. Después en la Figura 19 se muestran los rollos de burbuja en su área de almacenamiento. Mientras que en las Figuras 20 se pueden observar ejemplos de cómo la burbuja protege las piezas para transporte y envío siendo 30 pulgadas menos ancha que la esponja.



Figuras 18. Maquina configuradora marca Sealed Air con rollo de burbuja.

Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Rollos de burbuja listos en área de almacenaje.

Fuente: Elaboración propia



Figuras 20. Componentes protegidos con burbuja en bin y caja para transporte.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Instapak Simple / Foam Packaging

Además de la burbuja, Sealed Air propuso cojines moldeados de espuma que son flexibles y fáciles de usar. La espuma Instapak puede ser entregada ya inflada/activada,

o puede ser activada hasta su uso, requiriendo de mínimo entrenamiento, pero con las siguientes características:

- La máquina para realizar la mezcla de espuma debe estar conectada a una corriente eléctrica.
- Se deben colocar 2 botellas con los químicos de 2.5 galones los cuales se rellenan una vez que se terminen.
- Requiere de un servicio mínimo.
- Una vez inflada la bolsa con espuma, esta es de un solo uso.

En las Figuras 21 pueden observar la forma que obtiene la espuma al momento de colocar la pieza, se amolda y queda ajustada exactamente a la medida, y en la Figura 22, pueden observar cómo se ve la espuma sin la bolsa quedando en estado sólido, sin embargo, no se puede utilizar de esa forma porque puede romperse y dejar partículas en las piezas.



Figuras 21. Pieza protegida con Instapak Foam en la caja para transporte.

Fuente: Elaboración propia

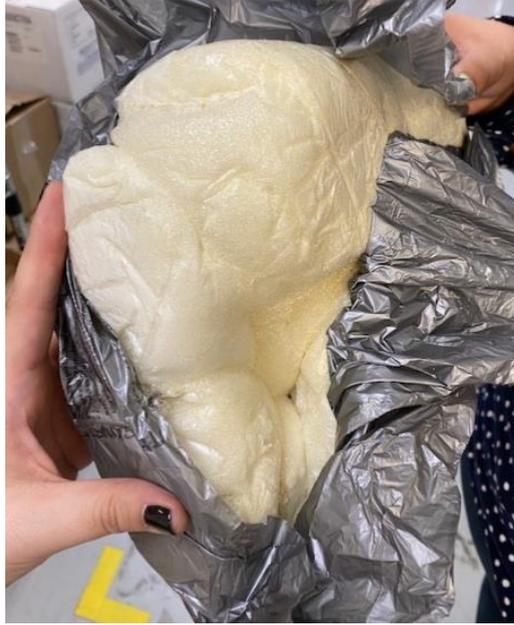


Figura 22. Foam cubierto con bolsa de plástico.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Fase 3: Situación Actual VS Propuestas.

Esta fase busca evidenciar la eficiencia de la esponja VS las nuevas propuestas con la finalidad de resaltar los beneficios que generaría el cambio de material. Respecto a las pruebas que se realizaron con las propuestas y, sin dejar atrás las características que el cliente busca, se realizó la siguiente tabla comparativa Tabla 8 donde se muestran las características de los productos propuestos VS el actual.

Tabla 8. Tabla comparativa de características Esponja VS Propuestas.

Material	NECESITA CORTE	REUTILIZABLE	PRECIO	FLAMABLE	DURABILIDAD	SUSTENTABLE	NECESITA MAQUINA	TAMAÑO AJUSTABLE	PESO	VOLUMEN ALMACENAJE
ESPONJA PF-44	✓		↑	✓	↓			✓	↓	↑
NEWAIR I.B. EXP		✓	↓		↑	✓	✓	✓	↓	↓
INSTAPAK FOAM			↑		↓		✓	✓	↓	↓

Fuente: Elaboración propia

Siendo la burbuja NewAir I.B. Express la propuesta con mayor número de características favorables y cumpliendo con el principal objetivo de esta investigación que es disminuir los gastos sin arriesgar la calidad del proceso, a continuación, se puede observar en las Tablas 9 los cálculos del consumo mensual actual VS el consumo estimado de la propuesta de burbuja NewAir I.B. Express, donde se encontró que los gastos mensuales previstos con la propuesta presentan un ahorro aproximado de \$1,672.76 USD.

Tablas 9. Consumo mensual actual VS consumo mensual estimado de burbuja NewAir I.B. Express.

GASTOS MENSUALES - AREA DETALLE Y EMPAQUE

Gasto Mensual Actual

MATERIAL	CONSUMO (USD)
ESPONJA	\$ 2,187.52
TIJERAS (2 piezas)	\$ 160.00
CAJA #160135	\$ 703.50
CAJA #160136	\$ 1,386.00
CAJA #160142	\$ 441.00
FLEJE TRANSPARENTE	\$ 39.27
PAPEL KRAFT	\$ 1,170.00
TOTAL	\$ 6,087.29

Gasto Mensual con Propuesta Burbuja

MATERIAL	CONSUMO (USD)
BURBUJA	\$ 669.60
CAJA #160135	\$ 703.50
CAJA #160136	\$ 1,386.00
CAJA #160142	\$ 441.00
FLEJE TRANSPARENTE	\$ 39.27
PAPEL KRAFT	\$ 1,170.00
TAPE (2 piezas)	\$ 5.16
TOTAL	\$ 4,414.53

*Un rollo de fleje se consume entre 3-4 meses.

*Diariamente se utilizan 1.5 rollos de papel Kraft.

*En promedio se utilizan 35 cajas diarias.

Fuente: Elaboración propia

Durante las pruebas también se realizó el cálculo del tiempo que los operadores tardaron trabajando con ambos materiales; en la Tabla 10 se observa la referencia en horas hombre diarias, mensuales y anuales reflejando en esta última la diferencia en producción de pedidos. Los resultados arrojados muestran un ahorro en tiempo de 30min por pedido y reflejando un aumento anual de aproximadamente 13 pedidos utilizando la propuesta burbuja NewAir I.B. Express.

Tabla 10. Tabla comparativa de tiempo ejercido utilizando la Esponja poliuretano VS burbuja NewAir I.B. Express.

Empaquetado con:	Tiempo por pedido	Horas hombre diarias	Horas hombre mensuales	Hora hombre anuales	Cantidad de pedidos anuales
Esponja de poliuretano	05:26 min	3h 51min	105h 30min	1263h 60min	14,400
Burbuja Newair I.B. Exp	04:56 min	3h 04min	91h 20min	1094h 40min	14,413

Fuente: Elaboración propia

4.4 Fase 4: Propuesta del nuevo proceso productivo.

Esta fase buscó definir e implementar el material propuesto y presentar el nuevo proceso productivo, el cual cuenta con la misma cantidad de pasos, pero con impacto en los siguientes 3 cambios.

Retomando el proceso original del Capítulo 1, la Figura 22 resalta los pasos que cambian los cuales son el 8, 9 y 11.



Figura 22. Visualización de los cambios en el proceso productivo, original VS propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

El principal cambio del proceso recae en el **Paso 8**, este paso es el Corte de la esponja de poliuretano; el corte se realiza con tijeras de titanio y no cuenta con una estandarización en el tamaño de los pedazos cortados, si no que cae bajo consideración del operador. Como se observa en la Figura 23, a cambio de esta acción, el operador solo tendría que configurar la maquina Sealed Air para crear la burbuja del tamaño y grosor necesarios.

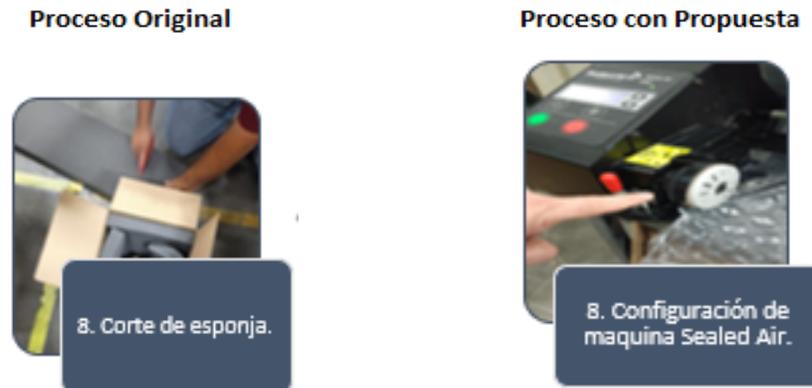


Figura 23. Visualización de los cambios en el Paso 8.

Fuente: Elaboración propia.

El beneficio de este cambio es que la configuración de la maquina solo se tendrá que realizar cada que se termine un rollo de NewAir I.B. Express, ocasionando que el tiempo por pedido de disminuya, y no será necesario utilizar las tijeras de titanio ya que la maquina configura también las líneas de corte fácil para separar los pedazos de burbuja manualmente.

En el **Paso 9**, el Relleno que se le colocará a los bins o cajas no tendrá que ser de esponja como lo era originalmente, si no de burbuja. Su beneficio es el disminuir la cantidad de material utilizado para proteger los fins y evitar su movimiento dentro de la caja o bin. En la Figura 24 se observa cada bin, uno relleno con esponja y otro con la burbuja propuesta.

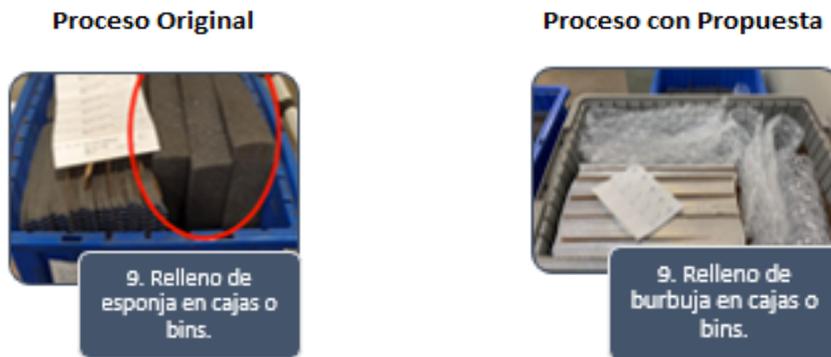


Figura 24. Visualización de los cambios en el Paso 9.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en el **Paso 11**, el cual se encarga del Cambio de esponjas y cajas húmedas, será reducido a solo las cajas que estén húmedas por la incorrecta colocación de bases, como se observa en la Figura 25. Esta acción de poner el fleje plástico y papel Kraft incorrectamente, es un factor independiente de cualquier cambio que se realice en el material de relleno.

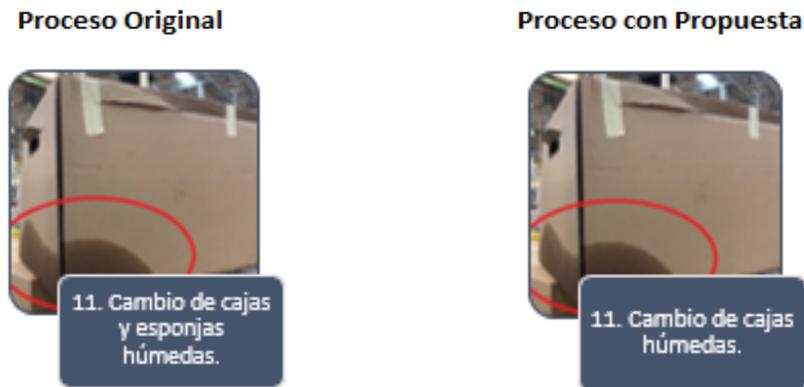


Figura 25. Visualización de los cambios en el Paso 11.
Fuente: Elaboración propia.

El beneficio del cambio de esponja a burbuja se verá reflejado en la eliminación del 10-15% de desperdicio por esponja contaminada con aceite, ya que la burbuja no se impregna y desde su colocación en el Paso 9, puede ser enviada al cliente final.

4.4.1. Beneficios generales de la propuesta del nuevo proceso.

En la Tabla 11 se resumen los beneficios del nuevo proceso con respecto al proceso original. Se utilizaron 4 parámetros para comparar los resultados anuales de ambos procesos de producción, el original y el nuevo.

Tabla 11. Tabla comparativa entre la Esponja poliuretano VS Burbuja NewAir I.B. Express.

Factores	Proceso con Esponja	Proceso con Burbuja
TIEMPO	1263h 60min	1094h 40min
COSTO	\$73,047.48 USD	\$52,974.36 USD
DESPERDICIO	10-15%	0%
IMPACTO AMBIENTAL	13-20 (t/m ³)	0 (t/m ³)

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los parámetros enlistados en la Tabla 11, se encontraron beneficios en las 4 categorías, observando una reducción significativa en todos los factores. En cuanto al tiempo, lo que se observa en la tabla son las horas hombre anuales, la reducción en este parámetro permitirá a los operadores producir mayor número de pedidos beneficiando a la demanda y tiempo de entrega.

En el costo, se suman los gastos mensuales presentados en la Tabla 9, dando como resultado un ahorro anual de \$20,073.12 USD por cambio de material, además del ahorro generado por reducción de desperdicio, eliminando el 10-15% y ahorrando aproximadamente \$3,676.79 USD anuales.

Respecto al impacto ambiental, el porcentaje ya mencionado de desperdicio se eliminará, logrando que la empresa reduzca de 13 a 20 toneladas por metro cubico sus residuos de confirmamiento.

La siguiente Figura 26 muestra la visualización del cambio en el proceso productivo completo implementando la propuesta burbuja NewAir I.B. Express.



Figura 26. Proceso de área de Detalle en Planta II con propuesta implementada.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5. Conclusiones, discusiones y recomendaciones.

5.1 Conclusiones y discusiones.

En este apartado se presentan las conclusiones de los resultados obtenidos en este proyecto de aplicación, cuyo objetivo de investigación fue implementar una nueva solución de empaquetado de producto que sea económico, manejable, eficiente y que se pueda reutilizar, con la finalidad de disminuir gastos de compra, horas hombre y desperdicio en las áreas de Detalle y empaquetado. Las conclusiones, al igual que los resultados, se han organizado en 4 fases las cuales se alinean con las problemáticas y objetivos específicos establecidos en el Capítulo 1.

Durante la Fase 1, se trabajó para comprobar las áreas de oportunidad en el proceso actual mediante la revisión detallada de los procedimientos, los materiales utilizados, sus costos y los consumos, encontrando 3 hallazgos que hacen referencia al corte de la esponja y al desperdicio generado cuando esta se impregna de lubricante. Este desperdicio de esponja aparenta ser mínimo considerando que solo representa entre el 10-15% mensual, sin embargo, como se observa en la Tabla 8, este porcentaje equivale de 13 a 20 t/m³ las cuales son enviadas a confinar y también representan un gasto en pago a proveedor por recolección y confinamiento. Eliminar este porcentaje de desperdicio no solo disminuiría el gasto en servicio del proveedor, si no, que disminuiría la generación de residuos y mejoraría la imagen de la empresa hacia un camino más sustentable.

Continuando con la Fase 2, se realizó una búsqueda para encontrar y ofrecer una propuesta de igual o mayor calidad que sustituyera completamente la esponja gris de poliuretano (#160113) a un precio más económico. Se revisaron dos propuestas, la burbuja NewAir I.B. Express y la espuma Instapak Quick, se concluyó que ambas cumplen con el nivel de calidad necesario para la protección del producto, sin embargo, la burbuja NewAir I.B Express cuenta con un precio más económico.

La espuma Instapak, aun cuando es un material novedoso y práctico para el transporte, no se puede reutilizar y se considera como mejor opción para piezas con mayores dimensiones y peso; sin embargo, aun haciendo esa consideración, se debe de calcular la demanda de los clientes y analizar el costo beneficio considerando que el precio por bolsa es de \$6 USD y se necesitan 2 bolsas por pieza.

Un hallazgo importante que también se confirmó fue que la esponja no se encuentra en las instrucciones de trabajo, por lo que la sustitución de este producto está en disposición y no afecta el desarrollo de las piezas; aun así, se deben realizar las pruebas correspondientes para no afectar su protección en el traslado y logrando con esto el objetivo de esta fase.

En la Fase 3, se trabajó para comprobar la eficiencia de la esponja de poliuretano VS la nueva propuesta revisando las características de cada material y realizando tablas comparativas. Fue aquí en donde se observó que la propuesta con mayor número de características favorables fue la burbuja NewAir I.B. Express y se revisaron los costos mensuales de los materiales involucrados en las áreas VS la estimación utilizando la burbuja, se demostró un ahorro aproximado de \$1,672.76 USD mensuales, equivalentes a \$20,073.12 USD anuales, considerando que solo se está realizando el cambio en 2 áreas de la empresa.

Además del cálculo monetario, se tomaron los tiempos de trabajo que los operadores invertían al utilizar tanto la esponja como la burbuja, y siendo una diferencia de 30 segundos a favor de la burbuja, este tiempo reflejado en un año equivale a la generación de 13 pedidos más comparado con la esponja #160113.

Cabe mencionar que desde que se entregaron las muestras de burbuja en ambas áreas, Detalle y empaquetado, se han realizado pruebas con resultados favorable al grado de sustituir la esponja y disminuir el consumo anual del presente año. Esto se observó al extraer el reporte de consumos del 2020 del sistema MAPS, observado en la Figura 27.

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U				
1	Folio	Clave Cliente	Clave Nacional	Descripción	Grupo Operación	Estación	Val	Fecha	Cant. Sol.	Cant. Ent.	Precio	Us	Importe	Mon	Medición	Capturo	Nombre	CCARGO	Status	Val	Solic	Red	Network		
100	DESFAHE-0000003366	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Jan 21, 2020	20.00	20.00	62.00	3.31	1,240.00	1		BEATRIZ QUINTANA	DETAILS	CERRADO	BEATRIZ QUINTANA						
100	DESFAHE-0000002979	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110085001	MATERIAL	DESFAHE-Jan 21, 2020	300.00	300.00	62.00	3.21	18,600.00	1		MINERVA GARCIA	WAREHOU	CERRADO	MINERVA GARCIA						
107	DESFAHE-0000004013	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075002	EPG	DESFAHE-Feb 14, 2020	40.00	40.00	62.00	3.33	2,480.00	1		RODRIGO LEON	EPG STATI	CERRADO	RODRIGO LEON						
108	DESFAHE-0000004086	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075001	EPG	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		EDUARDO TIZNADO	EPG ROTO	CERRADO	EDUARDO TIZNADO						
109	DESFAHE-0000004017	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Feb 18, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		JOEL SOTOMAYOR	MEDETAILS	CERRADO	JOEL SOTOMAYOR						
110	DESFAHE-0000004191	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Feb 18, 2020	20.00	20.00	62.00	3.34	1,240.00	1		BEATRIZ QUINTANA	DETAILS	CERRADO	BEATRIZ QUINTANA						
111	DESFAHE-0000004198	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075034	ACERO	DESFAHE-Feb 18, 2020	20.00	20.00	62.00	3.34	1,240.00	1		DANIELRAYMUNDO	G/S STEEL	A35	CERRADO	DANIELRAYMUNDO					
112	DESFAHE-0000004138	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		RENE IBAN CASTANED	FUNCTION	CERRADO	RENE IBAN CASTANED						
113	DESFAHE-0000003990	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075022	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 14, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		RENE IBAN CASTANED	FUNCTION	CERRADO	RENE IBAN CASTANED						
114	DESFAHE-0000004162	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		JIJAN GARCIA	DETAILS	CERRADO	JIJAN GARCIA						
115	DESFAHE-0000004227	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075033	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 18, 2020	18.00	18.00	62.00	3.34	1,116.00	1		RAMON BERNARDO	M ALUMINUM	CERRADO	RAMON BERNARDO						
116	DESFAHE-0000004112	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075025	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		JOSE EDUARDO MONT	ALUMINUM	CERRADO	JOSE EDUARDO MONT						
117	DESFAHE-0000004209	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075033	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 18, 2020	2.00	2.00	62.00	3.34	124.00	1		RAMON BERNARDO	M ALUMINUM	CERRADO	RAMON BERNARDO						
118	DESFAHE-0000003985	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Feb 14, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		JOEL SOTOMAYOR	MEDETAILS	CERRADO	JOEL SOTOMAYOR						
119	DESFAHE-0000003888	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075025	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 13, 2020	20.00	20.00	62.00	3.32	1,240.00	1		MAYDALI RAMIREZ	TORUS B	CERRADO	MAYDALI RAMIREZ						
120	DESFAHE-0000004070	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075028	ACERO	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		JOSE LUIS BARRIGA	C5 STEEL	737	CERRADO	JOSE LUIS BARRIGA					
121	DESFAHE-0000003900	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075034	ACERO	DESFAHE-Feb 13, 2020	20.00	20.00	62.00	3.32	1,240.00	1		JORGELIUS AGRAMON	S STEEL	A35	CERRADO	JORGELIUS AGRAMON					
122	DESFAHE-0000003919	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Feb 13, 2020	20.00	20.00	62.00	3.32	1,240.00	1		JOEL SOTOMAYOR	MEDETAILS	CERRADO	JOEL SOTOMAYOR						
123	DESFAHE-0000004114	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075036	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		ERNESTO SERRATO	CORES ALI	CERRADO	ERNESTO SERRATO						
124	DESFAHE-0000004064	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075031	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		VICTOR DE LA CRUZ	/CLEAN LHM	CERRADO	VICTOR DE LA CRUZ						
125	DESFAHE-0000003876	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075031	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 13, 2020	20.00	20.00	62.00	3.32	1,240.00	1		VICTOR DE LA CRUZ	/CLEAN LHM	CERRADO	VICTOR DE LA CRUZ						
126	DESFAHE-0000003797	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Feb 12, 2020	20.00	20.00	62.00	3.30	1,240.00	1		BEATRIZ QUINTANA	DETAILS	CERRADO	BEATRIZ QUINTANA						
127	DESFAHE-0000004094	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		BEATRIZ QUINTANA	DETAILS	CERRADO	BEATRIZ QUINTANA						
128	DESFAHE-0000004157	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075036	ALUMINIO	DESFAHE-Feb 17, 2020	20.00	20.00	62.00	3.33	1,240.00	1		OFELIA AREVALO	CORES ALI	CERRADO	OFELIA AREVALO						
129	DESFAHE-0000004228	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075011	EMPS	DESFAHE-Feb 18, 2020	40.00	40.00	62.00	3.24	2,480.00	1		NENCI RENDON	EMPS ACTI	CERRADO	NENCI RENDON						
130	DESFAHE-0000004005	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110085001	MATERIAL	DESFAHE-Feb 14, 2020	300.00	300.00	62.00	3.33	18,600.00	1		MINERVA GARCIA	WAREHOU	CERRADO	MINERVA GARCIA						
131	DESFAHE-0000003765	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075016	EMPS	DESFAHE-Feb 12, 2020	20.00	20.00	62.00	3.30	1,240.00	1		NORMA GONZALEZ	LOW BAY	CERRADO	NORMA GONZALEZ						
132	DESFAHE-0000005579	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075021	ACERO	DESFAHE-Mar 9, 2020	20.00	20.00	62.00	3.13	1,240.00	1		JOEL SOTOMAYOR	MEDETAILS	CERRADO	JOEL SOTOMAYOR						
133	DESFAHE-0000005889	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075031	ALUMINIO	DESFAHE-Mar 12, 2020	20.00	20.00	62.00	2.95	1,240.00	1		VICTOR DE LA CRUZ	/CLEAN LHM	CERRADO	VICTOR DE LA CRUZ						
134	DESFAHE-0000005985	HMM160113	STE-E160113	160113 ESPONJA LARGAGRIS 1X10X78	A2	110075037	ALUMINIO	DESFAHE-Mar 12, 2020	20.00	20.00	62.00	2.95	1,240.00	1		MARCO FELIX LOPEZ	/A350 SPEC	CERRADO	MARCO FELIX LOPEZ						

Figura 27. Base de datos de consumo de esponja durante el año 2020.

Fuente: Extracción de Sistema ERP MAPS.

Se filtro la base de datos de acuerdo con las áreas de investigación, y revisando de nuevo la Tabla 2 del Capítulo 1, se realizó la Tabla 12 donde se presenta mensualmente el gasto monetario por consumo de la esponja gris de poliuretano del año 2019 comparado con el año actual, solo en las áreas de Detalle y empaquetado. La Figura 28 es una representación gráfica comparando ambos años.

Tabla 12. Tabla de gastos mensuales por consumo de esponja gris poliuretano en 2019 y 2020 en áreas de Detalle y empaquetado.

Mes	Monto 2019 (USD)	Monto 2020 (USD)
ENERO	\$1,994.64	\$418.79
FEBRERO	\$2,424.27	\$366.59
MARZO	\$2,106.87	\$341.42
ABRIL	\$2,379.07	\$164.41
MAYO	\$2,684.81	\$142.73
JUNIO	\$2,203.41	\$231.27
JULIO	\$2,173.07	\$182.11
AGOSTO	\$2,465.30	\$175.50
SEPTIEMBRE	\$2,190.93	\$34.09
OCTUBRE	\$1,860.57	-
NOVIEMBRE	\$1,579.78	-
DICIEMBRE	\$449.21	-
TOTAL	\$24,511.93	\$2,056.89

Fuente: Elaboración propia

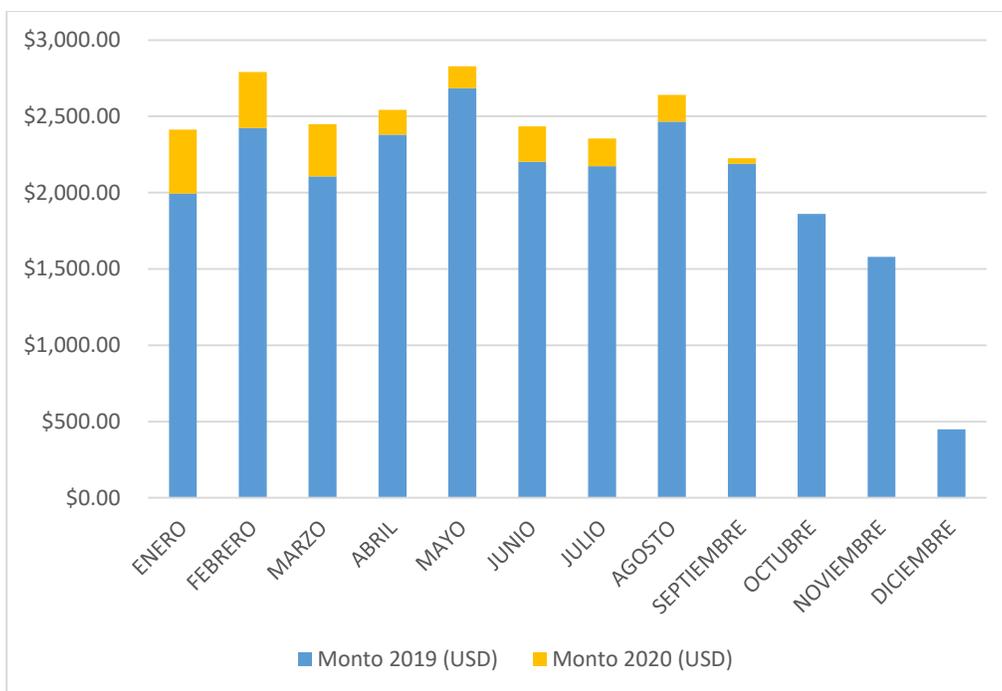


Figura 28. Comparativa de consumos 2019 vs 2020.

Fuente: Elaboración propia

El resultado de esta comparación anual mostro un ahorro de \$22,455.04 USD generado hasta principios del mes de septiembre del presente año.

Finalmente, en la Fase 4, se desarrolló la propuesta del nuevo proceso productivo para la integración del nuevo material y se pudo observar en la Figura 23 el cambio realizado en los pasos 8, 9 y 11. Entre los beneficios reflejados en el Paso 8 se encuentra la disminución de tiempo por pedido (30 minutos), y la eliminación del gasto de las tijeras de titanio.

En el Paso 9, se refleja solamente el cambio de material de la esponja de poliuretano a burbuja NewAir I.B. Express; sin embargo, este cambio impacta directamente en el Paso 11, en donde se elimina la acción de cambio de esponjas húmedas y se evita la generación del 10-15% de desperdicio creando un beneficio económico y ambiental.

En función a la hipótesis que una propuesta de materiales de empaque alterna con mejor o similar calidad, a menor costo, permitiría que se generara un ahorro en el gasto referente a empaque y desperdicio, e incluso permitiría la eliminación total del uso de esponja de poliuretano gris, se puede concluir que el objetivo general ha sido logrado satisfactoriamente; la implementación de la burbuja NewAir I.B. Express como nueva solución de empaquetado de producto ha disminuido los gastos de compra, horas hombre y el desperdicio en las áreas de Detalle y empaquetado.

5.2 Recomendaciones y líneas de investigación futuras.

Con base en lo anterior, el proyecto cuenta con la posibilidad de continuar la investigación y generar un mayor ahorro económico del que fue presentado, esto con la finalidad de revisar otras áreas de la empresa en las que, de igual forma, se pueda sustituir la esponja de poliuretano. Incluso, con un periodo de tiempo mayor al implementado en esta investigación, se podrían investigar nuevas propuestas de materiales aumentando el número de posibilidades a comparar, sobre todo una propuesta que sea más amigable al medio ambiente con la intención de que su descomposición sea rápida, sencilla y sin daños a la naturaleza.

Referencias

- Alcaraz, S. (2017). Espuma foam: Todo lo que necesitas saber. En RajaPack. Recuperado de <https://www.rajapack.es/blog-es/productos/espuma-foam-sus-usos/>
- Al-Refaie, A., Aldwairi, R. & Chen, T. (2018) Optimizing performance of rigid polyurethane foam using FGP models. Recuperado de <https://ebiallesteros.com>, P. (2004). La Logística Competitiva y la Administración de la Cadena de Suministros. Scientia Et Technica, 10 (24), 201-206. DOI: 10.22517/23447214.7347
- Basit, M.M., Cheon, S.S. (2019) Time-dependent crashworthiness of polyurethane foam. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s11043-018-9391-2/fulltext.html>
- Belkhir, N., Chorfa, A., Bouzid, D. (2016) Compression behavior of polyurethane polishers in optical polishing process. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/content/pdf/10.1007%2Fs00170-016-8393-y.pdf>
- Bidleman, T. & Melymuk, L. (2019). Forty-five Years of Foam: A Retrospective on Air Sampling with Polyurethane Foam. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 102, 447–449. Doi: <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/s00128-019-02591-4>. Recuperado de Springer.
- Blázquez Alonso, N. (2020). VII. Subproductos y fin de condición de residuos: elementos clave para una economía circular. Actualidad Jurídica Ambiental, 102, 204–224.
- CCB (2019). La importancia del empaque en la elección del producto. En Cámara de Comercio de Bogotá. Recuperado de <https://www.ccb.org.co/Sala-de-prensa/Noticias-sector-agricola-y-agroindustrial/Noticias-2017/La-importancia-del-empaque-en-la-eleccion-del-producto>.

- Ceyhan, Ö., Türk, M., Helvaci, H. (2020). Standardization of Packaging Materials for Various Products and Cost Optimization in Packaging. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-030-31343-2_65/fulltext.html
- Cheng L., Cao G. (2017) Present Situation and Ideas of Express Packaging Greenization. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-981-10-3530-2_87/fulltext.html
- Christopher, M. (2016). Logistics & supply chain management. Pearson UK.
- CISION (2015), Global Thermosetting Plastics Market – Segmented by Type, Industry and Geography – Trends and Forecasts, [https://www.prnewswire.com/newsreleases/global-thermosetting-plastics-market--segmented-by-type-industry-andgeography---trends-and-forecasts-2015-2020--reportlinker-review-300145372.html](https://www.prnewswire.com/newsreleases/global-thermosetting-plastics-market---segmented-by-type-industry-andgeography---trends-and-forecasts-2015-2020--reportlinker-review-300145372.html)
- Claudia Echazarreta-Cousté, A., & Flores-Méndez, J. (2015). Aplicación de un instrumento de medición de las motivaciones del ecologismo empresarial desde la perspectiva de los colaboradores no gerenciales. GCG: Revista de Globalización, Competitividad & Gobernabilidad, 9(2), 89–107. <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.3232/GCG.2015.V9.N2.05>
- Clausen U., De Bock J., Lu M. (2016) Logistics Trends, Challenges, and Needs for Further Research and Innovation. In: Lu M., De Bock J. (eds) Sustainable Logistics and Supply Chains. Contributions to Management Science. Springer, Cham. https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-3-319-17419-8_1
- Cubillos, J., Albarracín, A., Ortiz, C. & De Jesús, E. (2016). Síntesis de Nanopartículas de Oxido de Titanio en Fase Rutilo para el Desarrollo de un Material Compuesto de Espuma de Poliuretano. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 14, 169-181. Doi: 10.24054/01204211.v2n2.2016.2191
- Dantes, H., Morejón, J., Viral, L., & Madrigal, J.L. (2018). Modelo Logístico para el Mejoramiento de la Productividad en una Empresa de Servicios de Paquetería en

Villahermosa, Tabasco. Revista Científica Administrativa, 188-205. Recuperado de la base de datos EBSCO.

Eldar, R. (2020) A quantitative analysis model of thoracic flexibility for wearable personal protection equipment. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s12008-020-00677-6/fulltext.html>

EMBAMAT, (2014). Espuma de Protección. En RajaPack. Recuperado de <https://www.embamat.eu/producto/relleno-y-proteccion/espuma-proteccion/>

Fontalvo Herrera, T., De La Hoz Granadillo, E., & Mendoza Mendoza, A. (2019). Los procesos logísticos y la administración de la cadena de suministro. *Saber, Ciencia y Libertas*, 14(2), 102–112. <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5880>

Garza, R. & González, C. (2004). Modelo matemático para la planificación de la producción en la cadena de suministro. ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s12652-016-0441-9/fulltext.html

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

Avdeev A.A. (2016) Pulsations of Bubbles. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-29288-5_3/fulltext.html

Ballesteros, D. & B

. *Ingeniería Industrial*, 25 (2): 26- 29.

Geyer, R., J. Jambeck and K. Law (2017), “Production, use, and fate of all plastics ever made”, *Science Advances*, Vol. 3/7, p. e1700782, <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.

- González S.G., Junco C., Calderon V., Saiz Á.R., Gadea J. (2018) Design and Manufacture of a Sustainable Lightweight Prefabricated Material Based on Gypsum Mortar with Semirigid Polyurethane Foam Waste. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-78175-4_57/fulltext.html
- Hammes, G., Nilson, M., Rodríguez, C.M.T., Da Silva, F.L., & Lezana, A.G.R. (2020). "Correction to: Reverse Logistics Costs: Case Study in a Packaging Industry", Industrial Engineering and Operations Management I. En Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 280.
- Han, D., Park, I., Kim, M. (2010) The effects of glass fiber reinforcement on the mechanical behavior of polyurethane foam. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/content/pdf/10.1007%2Fs12206-009-1136-3.pdf>
- Hocheng, H., Chen, C., Chou, Y. et al. (2010) Study of novel electrical routing integrated packaging on bio-compatible flexible substrates. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s00542-009-0930-2/fulltext.html>
- Honkanen, M., Elcock, D., Kuo, C. et al. (2011) Lagrangian tracking of bubbles interacting with pin-fins in a microchannel. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s00348-010-1007-9/fulltext.html>
- Hoshi, E., Santana Moreira, A. L., & Carino Bouzada, M. A. (2020). Relação Entre a Maturidade e o Nível de Entendimento das Práticas de Logística Verde. Revista FSA, 17(5), 3–25. <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.12819/2020.17.5.1>
- ITF (2015), "Logistics Strategy and Performance Measurement: Mexico's National Observatory for Transport and Logistics", International Transport Forum Policy Papers, No. 11, OECD Publishing, Paris, <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1787/5jlwvzcgzgmn-en>.
- Jiang, W., Xie, W., Song, H. (2020) A modified thin-walled tube push-bending process with polyurethane mandrel. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s00170-019-04827-3/fulltext.html>

- Jiménez, D. (2019). 8 preguntas a tener en cuenta al diseñar empaques. En El Empaque. Recuperado de <http://www.elempaque.com/temas/8-preguntas-a-tener-en-cuenta-al-disenar-empaques+114001>
- Kim, H.Y., Choi, J.W., Chung, Y. & Chun, B.C. (2017). The grafting of recycled polyol from waste polyurethane foam onto new polyurethane and its impact on shape recovery and water vapor permeation. *Fibers and Polymers*, 18, 842-851. doi: <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/s12221-017-1162-1>. Recuperado de la base de datos Springer.
- Li, S., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S. & Rao, S. S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2), 107-124. DOI: 10.1016/j.omega. 2004.08.002
- Lee, D., Lee, H. (2017) Estimating the mechanical properties of polyurethane-impregnated felt pads. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/content/pdf/10.1007%2Fs12206-017-1111-3.pdf>
- Lu, D. & Wong, C.P. (2017). *Materials for Advanced Packaging*. DOI: 10.1007/978-3-319-45098-8. Springer International Publishing, p. 969 (2)
- Mejía, C., Soto, O., Gámez, H. & Moreno, J. (2015). Análisis del tamaño de empaque en la cadena de valor para minimizar costos logísticos: un caso de estudio en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 31, 111-121. Doi: 10.1016/j.estger.2014.06.009. Recuperado de EBSCO.
- Menezes, G. C., Mateus, G. R., & Ravetti, M. G. (2016). A hierarchical approach to solve a production planning and scheduling problem in bulk cargo terminal. *Computers & Industrial Engineering*, 97, 1-14. DOI: 10.1016/j.cie.2016.04.007
- Miller D., Gupta V., Kidane A. (2020) Dynamic Response of Layered Functionally Graded Polyurethane Foam with Nonlinear Density Variation. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-030-30021-0_5/fulltext.html

- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380. <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/s10551-015-2693-2>.CrossRefGoogle Scholar
- Neilsen M.K., Lu WY., Scherzinger W.M., Hinnerichs T.D., Lo C.S. (2016) Unified Creep Plasticity Damage (UCPD) Model for Rigid Polyurethane Foams. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-21762-8_11/fulltext.html
- OECD (2018). Improving Markets for Recycled Plastics: Trends, Prospects and Policy Responses, OECD Publishing, Paris, <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1787/9789264301016-11-en>.
- Peña, A. (2018). “Legislación y Normativa Técnica Aplicable a los Envases Y Embalajes”, Valle de Chalco; México: Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.
- Quagliano, J., Bocchio, J. & Ross, P. (2019) Mechanical and Swelling Properties of Hydroxyl-Terminated Polybutadiene-Based Polyurethane Elastomers. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s11837-019-03417-8/fulltext.html>
- Regattieri, A., Santarelli, G. & Piana, F. (2019). Operations, Logistics and Supply Chain Management, no. Zijm H., Klumpp M., Regattieri A., Heragu S. En Lecture Notes in Logistics. Springer International Publishing, pp. 273-303.
- Regattieri A., Santarelli G., Piana F. (2019) Packaging Logistics. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-92447-2_13/fulltext.html
- Reyes, G. (2014). Materiales estructurales para la industria aeroespacial. En Tecnología del Plástico. Recuperado de <http://www.plastico.com/temas/Materiales-estructurales-para-la-industria-aeroespacial+95781>
- Rice B., González-Velasco E., Corrigan A. (2017) De Arte Logistica. In: The Life and Works of John Napier. Springer, Cham. https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-3-319-53282-0_8

- Samkhaniani, N., Ansari, M.R. (2017) Numerical simulation of superheated vapor bubble rising in stagnant liquid. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s00231-017-2031-6/fulltext.html>
- Scheffey J.L. (2016) Foam Agents and AFFF System Design Considerations. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-1-4939-2565-0_47/fulltext.html
- Sealed Air (2017, marzo 7). Will it Break? Strongman vs. NewAir I.B. En Youtube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=7jpmjDbKkLE>
- Sealed Air (2016, agosto 22). NewAir I.B. Express. En Youtube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=l2xAUjmEa4k>
- Selke, S. & Ghosh, A. K. (2020). Journal of Packaging Technology and Research. En Hybrid, Springer International Publishing, vol. 4.
- Servera-Francés, David. (2010). Concepto y Evolución de la Función Logística. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales. 20 (38), 217-234.
- Shafigullin, L., Yurasov, S., Shayakhmetova, G. R. (2017) Sound-absorbing polyurethane foam for the auto industry. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/content/pdf/10.3103%2FS1068798X17040190.pdf>
- Singh, J., Singh, R. & Singh, H. (2017) Experimental investigations for dimensional accuracy and surface finish of polyurethane prototypes fabricated by indirect rapid tooling: a case study. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s40964-017-0024-0/fulltext.html>
- Srb P., Kulhavý P., Martonka R. (2016) Assessment of the Mechanical Properties the Polyurethane Foam Under Multiaxial Loading in a Different Climatic Conditions. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-22762-7_74/fulltext.html

- Srb P., Martonka R. (2014) Mechanical Properties of Polyurethane Foam in Different Climate Conditions. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-05203-8_54/fulltext.html
- Su, T., Cheng, K. & Sun, Y. (2019) Fast packaging of glass-based microfluidic chip using adhesive polyurethane material. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s00542-019-04516-x/fulltext.html>
- Torres, S. & García, R. (2008). Formas de Gobernación de la Cadena de Abastecimiento: Revisión Bibliográfica y Propuesta de un modelo de Investigación. Cuadernos de Administración. 21 (35), 65 -91.
- Torvi, D., Weckman, B. (2014). Guest Editorial: Special Issue on Polyurethane Foam Combustion: Fire Technology. Recuperado de <https://ebiblio.cetys.mx:3790/article/10.1007/s10694-014-0390-9/fulltext.html>
- Uemura T., Iguchi M., Ueda Y. (2018) Behavior of a Rising Bubble Through an Oil/W Interface. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-431-56567-3_5/fulltext.html
- VALLEN ERP Software STOREROOM (2019). Consumos del número de parte HMM160113 extraídos de reports.vallen.com
- VALLEN MEXICO ERP Software MAPS (2019). "Management and Planning System". Consumos extraídos del número de parte HMM160113 del año 2019 y 2020.
- Varžinskas, V. & Milčius, E. (2019). Sustainable Packaging: Concept, Materials and Tools for Design. En Responsible Consumption and Production, Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals, DOI <https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-3-319-71062-4>, Springer International Publishing.
- Velásquez, J. (2012). Importancia del empaque y embalaje de exportación. En Énfasis Packaging. Recuperado de <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/64578-importancia-del-empaque-y-embalaje-exportacion>

Wang, L., Liu, Y., Fan, Y. (2015) TStudy on preparation and mechanical properties of polyurethane foam with negative Poisson's ratio. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-19387-8_73.pdf

Werner B.T., Lu WY., Connelly K. (2017) Compression Testing of Aged Low Density Flexible Polyurethane Foam. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-42028-8_17/fulltext.html

Zucchella A. (2019) Circular Entrepreneurship in Action: The Born Circular Firms. In: Circular Entrepreneurship. Palgrave Macmillan, Cham. https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-3-030-18999-0_4

Zudin Y.B. (2018) The Pressure Blocking Effect in a Growing Vapor Bubble. Recuperado de https://ebiblio.cetys.mx:3790/chapter/10.1007/978-3-319-67306-6_8/fulltext.html

Anexos

Anexo 1. Ficha técnica de la esponja PF-44 larga gris de Poliuretano.



PF-44 POLYURETHANE FOAM 1.5" x 10" x 78" GREY

Safetystock ofrece espuma de poliuretano de calidad a los clientes con un sinnúmero de opciones para producir soluciones de amortiguación diseñadas a medida para una amplia gama de industrias. La espuma de poliuretano flexible de baja densidad es altamente resistente e inastillable.

PROPIEDADES FÍSICAS	especificación	unidades	Metodo
Density:	17(±1)	Kg/M ³	ASTM-3574-A
IFD 25%	40 (±)	Lb/ 50 In ²	ASTM-3574-B
Support Factor	1.8	Min	ASTM-3574-L1
Flame Retardant	Cumple	N/A	CA TB 117-2013

Aplicaciones industriales:

Para su manipulación y almacenamiento se recomienda evitar fuentes de ignición ya que el material se considera combustible. Debe almacenarse en lugares libres de humedad, luz solar directa y buena ventilación. Es importante tener en cuenta que el consumidor es responsable de cualquier manipulación o almacenamiento inadecuado.

Cada cliente es responsable de confirmar la idoneidad del producto para su aplicación. La información y los datos contenidos en esta ficha técnica se brindan de buena fe y con la confiabilidad necesaria sin que ello implique que constituyan parte de los términos y condiciones establecidos por la venta por parte de safetystock.

Limitaciones de la garantía: Safety Stock y el vendedor garantizan a los clientes que los productos limitados fabricados y entregados por Safety Stock y el vendedor están libres de defectos de mano de obra y que cumplen con las especificaciones publicadas por Safety Stock que están disponibles a pedido. Por un periodo de seis (6) meses a partir de la fecha de entrega y en el caso de que el producto de la marca Safety Stock haya demostrado ser defectuoso, la solución consistirá, a opción de Safety Stock, será a) reembolsar el precio de compra b) reparar o c) reemplazar la Producto Defectuoso. El vendedor o el fabricante no asumirá ninguna aceptación o responsabilidad por pérdida, o gasto, implícito o no. El usuario asume todos los riesgos y responsabilidades en relación con el presente documento.

Esta garantía y limitación de responsabilidad declaradas solo se pueden cambiar a través de un acuerdo por escrito por un oficial autorizado de

Anexo 2. Ficha técnica de la burbuja NewAir I.B. Express.



NewAir I.B.[®] Express

Inflatable Cushioning System

Versatile, Inflatable Cushioning

TINY FOOTPRINT, ENORMOUS PRODUCTION

The NewAir I.B.[®] Express inflatable cushioning system produces inflatable cushioning material at speeds up to 55 linear feet per minute. Available in two different film widths, 12 and 24 inches, a variety of standard and premium film options as well as Anti-Static film. The NewAir I.B.[®] Express System has a compact footprint (less than 6 sq. ft) that works well in cellular packaging environments.

SAVE VALUABLE FLOOR SPACE

The NewAir I.B.[®] Express systems compact design fits comfortably on a tabletop, or can be mounted on a table-side stand. A single film roll can equal 5,000 square feet of traditional 1/8 inch bubble material, creating on-demand packaging that saves valuable storage space, reduces material handling, and decreases transportation costs.

SYSTEM ACCESSORIES FOR EVERY CONFIGURATION

The NewAir I.B.[®] Express is supported by a large array of system accessories, making it flexible enough to be used in all packaging operations. NewAir I.B.[®] Express is fast enough to keep up with the most demanding packaging operations.

SYSTEM STAND AND ROLL WINDER

With the optional Roll Winder accessory, the NewAir I.B.[®] Express system can create a 36" roll of material in under three minutes, for decentralized packaging environments.



INSTASHEETER™ IN CONVERTING SYSTEM

At the touch of a button, the Instasheeter™ Converting System cuts custom sheets of NewAir I.B.[®] material that provide excellent cushioning or blocking and bracing.



JET STREAM™ DELIVERY SYSTEM

The Jet Stream™ Overhead Delivery System allows one NewAir I.B.[®] Express system to feed multiple packaging stations, using a patented air-driven process. Ideal for high-volume, high-throughput environments.

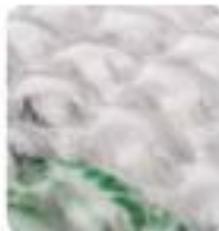


FOOT PEDAL

An optional foot pedal allows the operator to easily control the flow of material.



30 Old Sherman Turnpike
Danbury, CT 06810-4173



P. 800.648.9093
F. 203.791.3688

SealedAir.com

Specifications

Electrical
100-120 VAC, 60 Hz, 3 Amp, Single Phase

Weight (without rolls)
81 lbs. / 36.7 kg

Overall Size (L x W x H)
2'-2" x 2'-2" x 1'-7" / 760mm x 660mm x 480mm



Corporate Office: Sealed Air Corporation (USA)
200 Riverfront Boulevard, Elizabeth Park, NJ 07201
©Reg. U.S. Pat. & TM Off. © Sealed Air Corporation 2014. All Rights Reserved. Printed in the U.S.A.
"NewAir I.B.[®] Express", "Sealed Air" and "Trillion Design" are trademarks of Sealed Air Corporation USA.

0-163 08/14

Anexo 3. Ficha técnica del foam Instapak Simple.



Instapak® Simple™

Foam-in-Bag Packaging System

The Simple Way
to Eliminate
Damage, Waste
and Downtime

Introducing the Instapak® Simple™ foam-in-bag packaging system. True to its name, the Instapak® Simple™ system is our easiest to use foam-in-bag system yet, merging the premium performance of Instapak® foam packaging with an on-demand delivery system that requires minimal training and service.



SIMPLY SUPERIOR FEATURES

What sets the Instapak® Simple™ system apart from other foam packaging methods:

- Powered through a standard electrical outlet
- Pre-set push button operation
- Small 2.5 gallon material bottles snap into place
- Designed to require minimal service
- Packaging that just works, right out of the box
- Compact, mobile platform

NO MESS, NO FUSS

In addition to being easy-to-use, the Instapak® Simple™ system is virtually mess-free. All foam components and materials are self-contained at all times, eliminating clean-up concerns. And thanks to simplified operation, the Instapak® Simple™ system is also *mess-up free* — packagers are assured consistent, pre-determined packaging material every time.

MINIMAL INVESTMENT

The Instapak® Simple™ system utilizes new foam mixing technology that eliminates pumps and heating elements that larger volume systems require. Foam components are delivered in practical containers, reducing the need to buy and store foam components in bulk.

REDUCE AND RECYCLE

Just-in-time foam-in-bag packaging expands on site and ensures the right amount of material is used every time, eliminating excess packaging. The component bottles can be recycled with number two HDPE plastics for hassle-free, responsible disposal.



10 Old Sherman Turnpike
Danbury, CT 06810-4173



P: 800.648.9093
F: 203.791.3618

SealedAir.com

Corporate Office: Sealed Air Corporation (USA)
200 Riverfront Boulevard, Elizabeth Park, NJ 07207

www.sealedair.com

©Bag, U.S. Pat. & Trad. Off. ©Sealed Air Corporation 2016. All Rights Reserved. Printed in the U.S.A.
Instapak® Simple™, Sealed Air® and Tritan Design® are trademarks of Sealed Air Corporation (USA).

D-2016-04/16