

**Estudio de factibilidad para la implementación de nuevo empaque
biodegradable para *pie* congelado en una planta de producción en
la Ciudad de Guatemala**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería

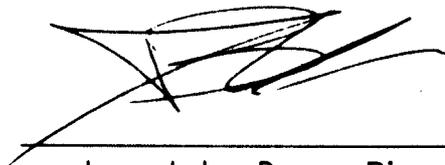


**Estudio de factibilidad para la implementación de nuevo
empaque biodegradable para *pie* congelado en una planta
de producción en la Ciudad de Guatemala**

Trabajo de graduación presentado por Gustavo Adolfo Alonzo Ruiz
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencia
de la Administración

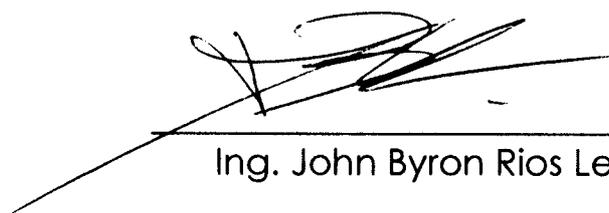
Guatemala, 2018

Vo.Bo. Asesor

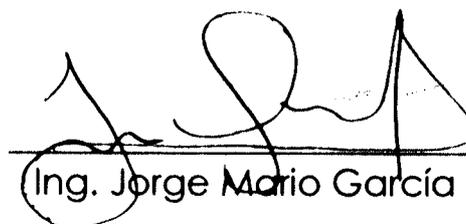


Ing. John Byron Rios Letrado

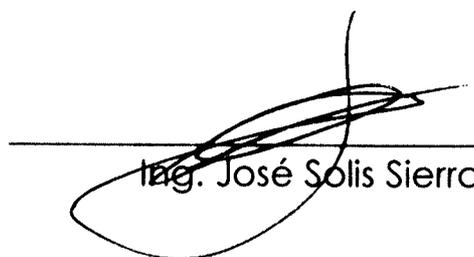
Vo.Bo. Terna Examinadora



Ing. John Byron Rios Letrado



Ing. Jorge Mario García Bautista



Ing. José Solís Sierra

Fecha de Aprobación: 10 de enero de 2019

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE DIAGRAMAS	vi
LISTA DE GRÁFICAS	vii
LISTA DE IMÁGENES	viii
LISTA DE PLANOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS	4
A. Objetivo general	4
B. Objetivos específicos	4
IV. METODOLOGÍA	5
V. DESCRIPCIÓN ACTUAL	6
A. Comportamiento de ventas	6
B. Especificación técnica del producto	8
C. Especificación técnica del empaque	9
1. Bandeja de poliestireno expandido EPS	9
2. Bolsa máster	10
3. Caja máster	11
4. Empaque primario	12
5. Empaque secundario	13
D. Capacidad instalada	14
1. Planos de la planta	14
2. Descripción de la instalación	15
E. Descripción del proceso de producción	15
1. Estructura organizacional	15
2. Descripción del proceso	17

	a.	Procesos de bañado y empaque	18
	b.	Diagrama de operación del proceso	21
F.		Estudio de tiempos y movimientos	22
G.		Proceso de almacenaje y distribución	23
H.		Proceso operacional en punto de venta	25
	1.	Descripción del proceso	26
	2.	Diagrama del proceso operacional en punto de venta	29
	3.	Manejo de desechos	29
I.		Impacto ambiental	30
	1.	Obtención de materia prima	30
	2.	Proceso de fabricación	31
	a.	Pre-expansión	31
	b.	Reposo intermedio y estabilización	31
	c.	Expansión y modelo final	31
	3.	Uso	31
	4.	Fin de vida	32
VI.		PROPUESTA DE NUEVO EMPAQUE	34
	A.	Diseño del nuevo empaque	34
	B.	Pruebas de propuesta de nuevo empaque	38
	C.	impacto ambiental	40
	D.	Nueva línea de empaque	41
	1.	Propuesta de maquinaria a utilizar	41
	a.	Instalación	44
	b.	Plano de planta	45
	2.	Descripción del nuevo proceso productivo	46
	a.	Propuesta de organigrama	46
	b.	Descripción del nuevo proceso operativo	47
	c.	Propuesta de diagrama del proceso de operaciones	48
VII.		ESTUDIO FINANCIERO	49
	A.	Situación actual de la empresa	49
	B.	Ventas proyectadas	49
	C.	Capital necesario para la inversión e instalación	50

D.	Costo del nuevo empaque propuesto	51
E.	Financiamiento	51
	1. Fuentes de financiamiento	51
	2. Amortización de la inversión y depreciación del equipo	51
	3. Valor del salvamento	52
F.	Herramientas financieras para la inversión	52
	1. Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)	52
	2. Tasa interna de retorno proyectada (TIR).....	52
	3. Valor presente neto.....	52
G.	Análisis de factibilidad de la inversión y comparación con la situación actual.....	52
H.	Análisis de sensibilidad	55
I.	Ahorros no cuantificados	57
VIII.	CONCLUSIONES	58
IX.	RECOMENDACIONES	59
X.	BIBLIOGRAFÍA	60
XI.	APÉNDICE	61

LISTA DE CUADROS

1. Características físicas del <i>pie</i> en crudo congelado.....	8
2. Dimensiones de bandeja de EPS.....	9
3. Dimensiones de bolsa máster.....	10
4. Dimensiones de caja máster.....	12
5. Dimensiones empaque secundario.....	13
6. Listado de maquinaria actual.....	14
7. Descripción de puestos línea actual de <i>pie</i>	17
8. Estudio de tiempos y movimientos de colocación de <i>pie</i> en bandeja de EPS.....	23
9. Estudio De tiempos y movimientos de colocación de bandejas en bolsa y caja máster.....	23
10. Dimensiones de tarima universal.....	24
11. Comparación de producto empaque Biofilm vs. bandeja EPS.....	40
12. Especificaciones técnicas flow pack para empaque individual.....	42
13. Especificaciones técnicas flow pack para empaque en manga.....	44
14. Listado de maquinaria propuesta.....	45
15. Propuesta de descripción de puestos para nueva línea de empaque de <i>pie</i>	46
16. Capital necesario para la inversión e instalación.....	50
17. Costo de empaque biodegradable por unidad de <i>pie</i>	51
18. Parámetros utilizados para flujo de efectivo.....	53
19. Comparación costo empaque biodegradable vs. empaque EPS.....	53
20. Flujo de efectivo.....	54
21. Resultados VPN y TIR.....	55
22. Análisis de sensibilidad ventas.....	55
23. Análisis de sensibilidad costo Biofilm.....	56
24. Estudio de tiempos empaque manual de <i>pie</i> congelado.....	63

LISTA DE DIAGRAMAS

1. Estructura organizacional actual.....	16
2. Diagrama de proceso de producción de <i>pie</i> actual.....	21
3. Diagrama de proceso operacional en punto de venta.....	29
4. Ciclo de vida bandeja de EPS.....	33
5. Ciclo de vida Biofilm.....	41
6. Propuesta de organigrama para línea de empaque de <i>pie</i>	46
7. Propuesta de diagrama del proceso de nueva línea de empaque de <i>pie</i>	48
8. Diagrama bimanual de colocación de <i>pie</i> en bandeja de EPS.....	61
9. Diagrama bimanual de colocación de bandejas en bolsa y caja máster.....	62

LISTA DE GRÁFICAS

1. Distribución de ventas acumuladas por región.....	6
2. Ventas de <i>pie</i> congelado.....	7
3. Proyección de ventas de <i>pie</i> congelado.....	50
4. Análisis de sensibilidad.....	56

LISTA DE IMÁGENES

1. <i>Pie</i> crudo congelado.....	8
2. <i>Pie</i> frito.....	8
3. Bandeja de EPS.....	9
4. Bolsa máster.....	11
5. Caja máster.....	12
6. Empaque primario <i>pie</i> congelado.....	13
7. Horario laboral planta <i>pie</i>	16
8. Proceso de empaque manual.....	19
9. Área de empaque actual.....	19
10. Proceso de empaque actual.....	20
11. Base de empaque.....	20
12. Tarima universal.....	24
13. Estiba de <i>pie</i> congelado.....	24
14. Cierre correcto de caja de <i>pie</i>	26
15. Manual de manejo de <i>pie</i> en punto de venta.....	28
16. Primer prototipo de nuevo empaque de <i>pie</i>	35
17. Empaque individual para <i>pie</i> congelado.....	36
18. Empaque en manga de <i>pie</i> congelado.....	37
19. Empaque primario de <i>pie</i> congelado con inserto “Z”.....	37
20. Muestras evaluadas en punto de venta tipo “C”.....	39
21. Flow pack para empaque individual de <i>pie</i> congelado.....	42
22. Cadena de arrastre con espaciador.....	43
23. Flow pack para empaque en manga de <i>pie</i>	43
24. Cotización máquinas propuestas.....	64

LISTA DE PLANOS

1. Plano actual de planta producción de <i>pie</i>	14
2. Propuesta de distribución para nueva línea de empaque de <i>pie</i>	45

RESUMEN

El estudio de factibilidad se lleva a cabo en una planta ubicada en la Ciudad de Guatemala, dedicada a la producción de panadería y pastelería a nivel industrial. La planta, entre sus líneas de producción, cuenta con una línea dedicada a la producción de *pie* congelado para suplir el mercado de restaurantes de comida rápida de México, Centro América y El Caribe. Este producto utiliza como empaque bandejas de poliestireno expandido (EPS). Este material es comúnmente utilizado como empaque para alimentos debido a sus características como bajo costo, ligereza, higiene y capacidad para absorber impactos. A pesar de las cualidades de este material, el empaque es de un solo uso. Al ser desechado, el EPS no se degrada con el paso del tiempo, generando grandes volúmenes de desecho sólido.

El estudio busca encontrar si es factible o no el cambio de empaque de bandeja de EPS a un empaque biodegradable el cual genere menor impacto ambiental. Para esto, se realizó un análisis de la situación actual. El estudio analiza todo proceso que involucre la bandeja de EPS, incluyendo su compra, manejo operativo en planta, transporte, manejo y desecho en punto de venta. Esto con la finalidad de entender su comportamiento durante cada una de las etapas.

Con los resultados obtenidos del estudio de la situación actual, se procedió al diseño y desarrollo de un empaque biodegradable que cumpla con todas las funcionalidades de la actual bandeja de EPS. Luego de diseñado el nuevo empaque, debió ser validado tanto en planta como en punto de venta.

El cambio de empaque de EPS a una solución biodegradable será el inicio para adoptar nuevas prácticas sostenibles en el resto de las líneas de producción. Esto con el fin de poder ser parte de una cadena de valor con conciencia ambiental.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio es realizado en una planta de producción guatemalteca dedicada a la producción de panadería y pastelería en fresco y congelado a nivel industrial, que atiende al mercado de comida rápida y “retail”, dando cobertura a Centro América, México, Caribe y Sur América.

La planta cuenta, entre otras, con una línea de *pie* congelado para surtir el mercado de comida rápida. el *pie* es un rectángulo en forma de pequeña almohada con relleno. Hoy en día, el empaque de este producto consta de una caja máster la cual contiene cinco bandejas de poliestireno expandido (EPS) en donde se acomoda el *pie*.

Ser una empresa ambientalmente responsable conlleva la adopción de medidas de protección al medio ambiente. Estas buenas prácticas no solo contribuyen a la reducción de agentes contaminantes y desperdicios, si no esperan generar ahorros.

Al no contar con un programa de manejo de desechos, se identificó la oportunidad de hacer un cambio en el empaque de *pie* congelado, eliminando la bandeja de EPS. Siendo este uno de los elementos más contaminantes del planeta, ya que es un producto que no se degrada ni se re integra al medio ambiente.

Se realizará un estudio de factibilidad para la implementación de un nuevo empaque biodegradable para *pie* congelado, sustituyendo la bandeja de EPS utilizada actualmente. Todos los datos presentados en este estudio están multiplicados por un factor “X” por temas de confidencialidad, el cual no altera los resultados obtenidos.

II. JUSTIFICACIÓN

La empresa en estudio ha tenido un compromiso firme con el medio ambiente y sus trabajadores. Tiene establecido el compromiso de orientar todas sus actividades productivas hacia el desarrollo sostenible y entregar productos respetuosos con el medio ambiente. Sumergidos en esta cultura, promueve en todos sus aliados las buenas prácticas ambientales que permitan prevenir y mitigar la contaminación.

Se han establecido objetivos y metas ambientales teniendo en cuenta los aspectos ambientales significativos y sus requisitos legales asociados tanto en Guatemala como en los países a donde llega su producto. Estos objetivos han obligado a la empresa a innovar y mejorar continuamente, incluyendo buenas prácticas ambientales e inversión en nuevas tecnologías que disminuyan el consumo de recursos y la generación de residuos sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas.

Siguiendo esta filosofía, se encontró una gran oportunidad de reducción de desechos sólidos en el proceso de empaque del *pie* congelado distribuido a las diferentes cadenas de comida rápida en México, Centro América y Caribe ya que, para poder ser distribuido a los diferentes destinos, en su empaque se utilizan bandejas de poliestireno expandido (EPS). Este material es muy utilizado en la industria de comida como empaque gracias a sus diferentes cualidades como su bajo costo, higiene, ligereza y capacidad de absorción de impactos.

Adicionalmente, en varios países ya trabajan en proyectos de ley que tienen como propósito la prohibición en el uso del poliestireno expandido. Estas propuestas buscan que los empaques de este material se remplacen por otros elaborados con materiales amigables al medio ambiente. En Estados Unidos ya son más de 70 ciudades las cuales ya han prohibido el uso de este material y en Latino América países como Colombia y Panamá están impulsando estas leyes.

El mayor problema con el EPS es que ocupa un gran volumen en los rellenos sanitarios, saturándolos y acortando su vida útil. Además, los programas de reciclaje de EPS implican procesos complejos que generan pocas ganancias para los recicladores, por lo que no es comúnmente promovido.

Por tal razón, se procederá a realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un empaque biodegradable que sustituya la bandeja de EPS para *pie* congelado. Adoptar buenas prácticas en el tema no solo contribuiría a la

reducción de los contaminantes y desperdicios, sino que espera genera ahorros, y mejorar su imagen ante el consumidor.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un empaque biodegradable que sustituya la bandeja de poliestireno expandido (EPS) para *pie* congelado en planta de producción ubicada en Ciudad de Guatemala.

B. Objetivos específicos

- Realizar un análisis del empaque actual del *pie* congelado desde la adquisición hasta la operación, como también el manejo de desechos en punto de venta.
- Diseñar un nuevo empaque biodegradable el cual pueda sustituir al empaque actual cumpliendo con todas las características requeridas.
- Validar el nuevo empaque tanto en operación en planta, transporte, así como su manejo en los puntos de venta.
- Realizar análisis de costos de adquisición e implementación del nuevo empaque para posteriormente evaluar la factibilidad financiera y operativa de su implementación.

IV. METODOLOGÍA

La empresa en estudio, utiliza más de 3 millones de bandejas de EPS al año en empaque de *pie* congelado. Con el fin de llegar a ser parte de una cadena de valor con conciencia ambiental, se realizará un estudio de factibilidad para la implementación de un nuevo empaque biodegradable para *pie* congelado, sustituyendo la bandeja de EPS utilizada actualmente.

Como primer paso, se realizará un estudio técnico sobre el proceso que se lleva a cabo actualmente, desde la compra, almacenaje y proceso productivo de los *pies*, incluyendo un estudio de tiempos y movimientos dentro de la línea de empaque para identificar procedimientos importantes que deberán respetarse durante dicho proceso productivo. También se realizarán estudios del manejo en la operación en los diferentes puntos de venta por medio de análisis a los diagramas de procesos. Es importante tomar en cuenta que este producto es vendido a diferentes clientes, quienes tienen sus propios procesos operativos, por lo que su funcionalidad en cada uno de ellos es muy importante para la validación del proyecto.

Luego de analizar los datos obtenidos en los estudios mencionados, se procederá a diseñar prototipos de un nuevo empaque que sustituya a la bandeja de EPS. El nuevo prototipo de empaque será evaluado desde su origen y disponibilidad, como también se volverá a realizar un estudio técnico para evaluar su comportamiento dentro del proceso productivo en planta. Se escogerán tres clientes, basado en los parámetros de tipos de puntos de venta y estándares de calidad para evaluar el desempeño y aceptación del nuevo empaque dentro de su operación.

Una vez validado el nuevo empaque, se procederá a realizar un análisis e identificación de la maquinaria necesaria y su instalación por medio de la distribución física en los planos de la planta. Se diseñará un nuevo proceso operativo para la planta el cual se validará por medio de un estudio basado en proyecciones de tiempo. En caso de ser requerido se realizará una propuesta de reestructuración de organigrama operacional de la empresa. Así mismo, se deberá desarrollar un manual de manejo de uso y desecho adecuado del nuevo empaque para los clientes.

Finalmente, se hará un estudio financiero para evaluar el costo del nuevo empaque. Luego, se deberá hacer un análisis de la situación actual de la empresa, sus proyecciones de venta y el capital necesario para la implementación del proyecto para posteriormente evaluar dos modalidades de financiamiento. Por medio de varias herramientas financieras

y un análisis de sensibilidad se determinará si es factible el cambio en el empaque de *p/e* congelado de bandeja de EPS empaque biodegradable.

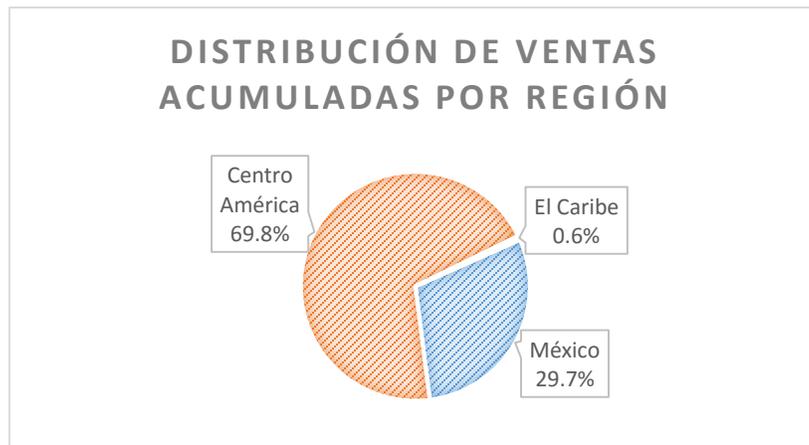
V. DESCRIPCIÓN ACTUAL

A. Comportamiento de ventas

El *pie* congelado es un producto diseñado para la venta en el mercado de restaurantes de comida rápida. Se denomina comida rápida a la comida que pueda ser preparada y servida en un tiempo menor al de las comidas tradicionales. La empresa distribuye este producto a la mayoría de las cadenas de comida rápida de la región Centro Americana, México y El Caribe. Entre las cadenas de restaurantes podemos mencionar algunas como McDonald's, Burger King, Wendy's, Kentucky Fried Chicken, Pollo Campero, entre otras.

A pesar de que estas cadenas son los compradores de *pies*, cabe mencionar que la venta de este producto se realiza por medio de centros de distribución que usualmente manejan varias cadenas de restaurantes. Esto con el fin de poder abaratar los costos logísticos de distribución ya que serán ellos los encargados de hacer la distribución a cada punto de venta. De acuerdo al historial de ventas acumulado desde el año 2016 hasta agosto del año 2018, podemos observar la siguiente distribución entre sus diferentes mercados.

Gráfica 1: Distribución de ventas acumuladas por región



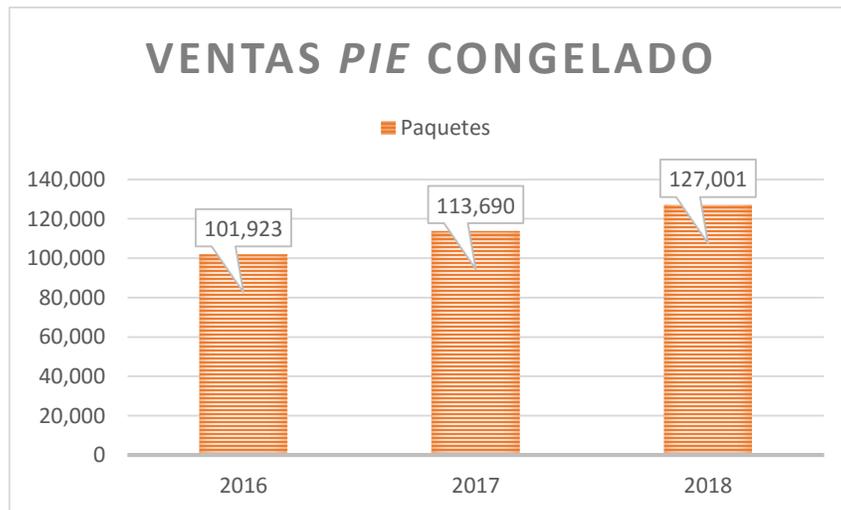
Como se puede observar, el mercado centro americano representa un 69.8% del volumen total de las ventas, seguido por México con un 29.7% y por último El Caribe que representa un 0.6 %.

Según un informe titulado “Global Fast Food Market – Industry Analysis, size, share, growth, Trends and Forecast” (2015) publicado por Transparency Market Research, una compañía de investigación de mercados, El mercado de la comida rápida ha venido en crecimiento a una tasa compuesta anual del 4.40% desde el 2013 y espera seguir así hasta llegar al año 2019.

A pesar que el consumidor ha cambiado sus tendencias de consumo a comidas más nutritivas y naturales, la industria de comida rápida ha sabido adaptarse, utilizando carnes libres de hormonas e ingredientes orgánicos para hacer sus productos más atractivos.

La siguiente gráfica muestra las ventas de *pie* congelado en paquetes de 240 unidades, desde el año 2016 hasta agosto del año 2018. Para los meses comprendidos desde septiembre a diciembre de 2018 se tomaron como datos la proyección de ventas calculada por la empresa en estudio. Se puede observar un incremento en ventas de casi el 12% del año 2016 al año 2017 como del 2017 al año 2018.

Gráfica 2: Ventas *pie* congelado



B. Especificaciones técnicas del producto

El *pie* es un rectángulo de masa con forma de pequeña almohada, relleno de uno o dos sabores diferentes. Entre los rellenos podemos encontrar manzana, piña, chocolate, queso entre otros. Durante su proceso de manufactura, luego de ser formado y relleno, el *pie* es congelado y el procesamiento final (frito) tiene lugar antes de ser servido al consumidor final. La apariencia externa, luego de ser freído, debe de ser un color dorado – café con burbujas grandes y pequeñas distribuidas por toda su superficie. El *pie* tiene una vida útil en congelado de 150 días siempre que permanezca a una temperatura de entre -18°C y -23°C. (-10F – 0F).

Cuadro 1: Características físicas del *pie* en crudo congelado

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PRODUCTO EN CRUDO CONGELADO

Ancho	4.5 - 5.0 cm.
Largo	11 - 12 cm.
Peso	70 - 80 grm.
Altura	25 - 30 mm.

Imagen 1: *Pie* crudo congelado



Imagen 2: *Pie* frito



C. Especificaciones técnicas del empaque

1. Bandeja de poliestireno expandido (EPS)

Las bandejas de EPS utilizada es una bandeja cuadrada formada con separadores para acomodar dos filas de cinco *pies* cada fila. La bandeja ayuda a dar consistencia y estructura al empaque primario. Estas, al ser colocadas una sobre otra, protegen físicamente al producto evitando que se quiebren las esquinas del *pie*. Las bandejas de EPS cuentan con las siguientes especificaciones:

Cuadro 2: Dimensiones de bandeja EPS

Dimensiones bandeja EPS

Largo:	273.05 mm.
Ancho:	273.05 mm.
Alto:	34.925 mm.

Imagen 3: Bandeja de EPS



La bandeja de EPS utilizada para el empaque de *pie* congelado es fabricada en Dallas, Texas, Estados Unidos. Las bandejas son transportadas vía marítima desde el puerto de Houston, Texas, EE.UU. en contenedores marítimos secos de 40 *pies*, en donde se pueden transportar hasta 108,000 bandejas a granel por contenedor.

A partir de la colocación de la orden de compra, la bandeja de EPS tiene un tiempo de entrega de aproximadamente treinta días. El *lead time* se compone de catorce días para la producción de las bandejas y su transporte terrestre hasta el puerto. Una vez en puerto, la carga tiene un tiempo de tránsito marítimo de siete días hasta llegar a puerto Santo Tomás de Castilla, Izabal, Guatemala. Se tiene estimada una semana más para desaduanaje y tránsito desde el puerto Santo Tomás de Castilla hasta las bodegas de la empresa.

Una vez el contenedor marítimo llega a las bodegas de la planta ubicada en la Ciudad de Guatemala, las bandejas se estiban a 8,000 bandejas por tarima y son almacenadas en las posiciones a piso que se tienen en la bodega de almacenaje de materia prima. Las posiciones a piso tienen un costo mensual de GTQ. 39.22.

Debido al tiempo de entrega que tienen las bandejas, se espera tener almacenado suficiente bandeja para cumplir con la proyección de ventas más un inventario de seguridad de 48,000 bandejas.

2. Bolsa máster

La bolsa máster es una bolsa plástica utilizada para envolver a las seis bandejas de *pie* cuyo principal propósito es proteger el producto en contra el frío y evitar que se deshidrate. Antes de ser empacado el *pie*, se cubre con un revestimiento de glasé, el cual ayuda al producto a obtener su consistencia crujiente y obtener burbujas al momento de ser freído. Si la bolsa no cubre correctamente el *pie*, hace que el glasé se queme perdiendo ciertas *propiedades* que en consecuencia dañan fritura del *pie*. La bolsa máster cuenta con las siguientes especificaciones:

Cuadro 3: Dimensiones de bolsa máster

Dimensiones bolsa máster

Largo:	510.00 mm.
Ancho:	420.00 mm.
Fuelle:	laterales

Imagen 4: Bolsa máster



La bolsa máster para *pie* congelado es comprada a un proveedor local. Desde que es colocada la orden de compra, la bolsa máster tiene un tiempo de entrega de aproximadamente siete días. La empresa acostumbra a hacer pedidos semanales para cumplir con la programación de producción y ajustar el inventario de seguridad de 12,000 bolsas lo que equivale a siete días de producción. Esta es almacenada en tarima de tamaño estándar, estibando hasta 70,000 unidades por posición. Se llamará posición al espacio ocupado por una tarima de tamaño estándar con una altura de estiba de hasta 1200mm. El costo de almacenaje por posición es de GTQ 39.22.

3. Caja máster

La caja máster utilizada como empaque primario es una caja de cartón corrugado con impresión, la cual tiene como función principal agrupar sesenta unidades de *pie* congelado protegiéndolo físicamente. También ayuda a proteger el producto contra la deshidratación y contaminación. La caja máster cuenta con las siguientes especificaciones:

Cuadro 4: Dimensiones de caja máster

Dimensiones caja máster

Largo:	269.00 mm.
Ancho:	184.00 mm.
Alto:	266.00 mm.
Calibre:	200

Imagen 5: Caja máster

c



La caja máster para *pie* congelado es comprada a un proveedor local. A partir de colocar la orden de compra, la caja máster para *pie* congelado tiene un tiempo de entrega de aproximadamente siete días. La empresa acostumbra a hacer pedidos semanales para cubrir la programación de producción de siete días, además toma en cuenta un inventario de seguridad para cinco días de producción. La caja Máster es almacenada en tarima de tamaño estándar logrando estibar hasta 1,500 unidades por posición. El costo de almacenaje por posición es de GTQ 39.22.

4. Empaque primario

El *pie* se empaca crudo congelado, a una temperatura de -23° Celsius. El empaque primario consta de una caja máster de cartón corrugado, la cual contiene seis bandejas de EPS con diez *pies* cada bandeja. Seis bandejas se envuelven en una bolsa máster. Las sesenta unidades de *pie* tienen un peso neto aproximado de 4.50 kg. El *pie* en su empaque

primario tiene un peso bruto de aproximadamente 5.45 kg. Las siguientes imágenes muestran cómo se acomoda el *pie* en el empaque primario.

Imagen 6: Empaque primario *pie* congelado.



5. Empaque secundario

El empaque secundario se compone de cuatro cajas máster de sesenta unidades. Estas cuatro cajas son unidas utilizando stretch film para formar un paquete. Ahora esta presentación cuenta con las siguientes medidas:

Cuadro 5: Dimensiones empaque secundario.

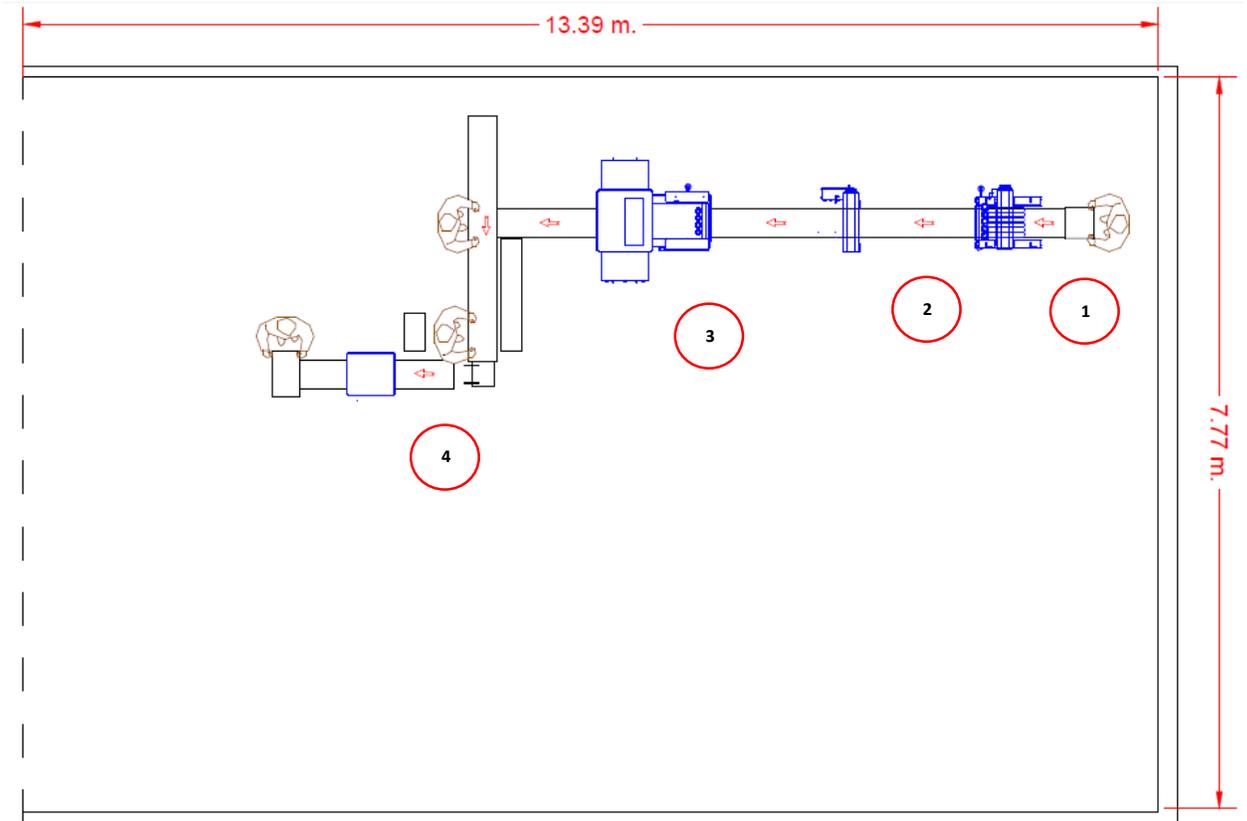
<u>Dimensiones empaque secundario</u>	
Largo:	550.00 mm.
Ancho:	370.00 mm.
Alto:	540.00 mm.

El paquete contiene 240 unidades de *pie*, con un peso neto de aproximadamente 18 kg. El peso bruto es de aproximadamente 21.8 kg. Este empaque secundario es la única presentación de venta a los diferentes clientes.

D. Capacidad instalada

1. Plano de la planta

Plano 1: Plano actual de planta producción de *pie*



Cuadro 6: Listado de maquinaria actual

ID	Nombre
1	Bañadora
2	Sopladora
3	Detector de metales
4	Selladora

2. Descripción de la instalación

Dentro de la planta de *pie*, la línea de bañado y empaque cuenta con un área de 104.04 m². En ella se encuentra todo el equipo y maquinaria necesaria para esta operación: A continuación, se detalla la maquinaria utilizada:

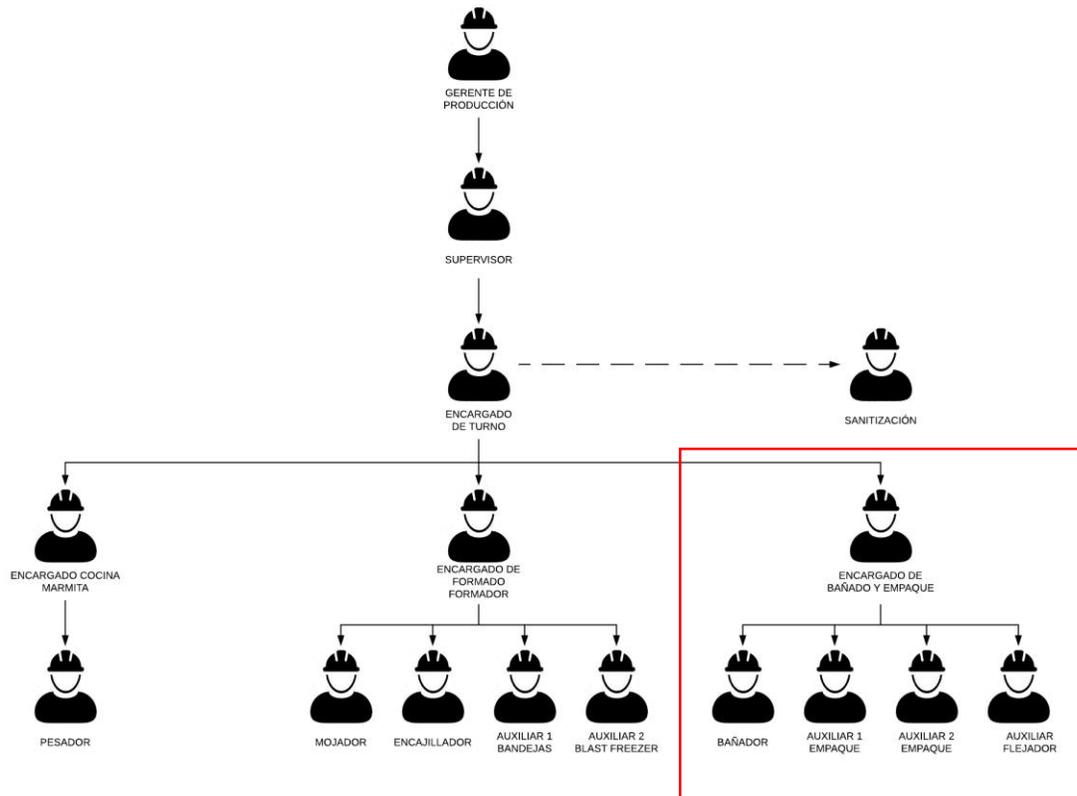
Para poder abastecer toda la maquinaria de la línea de *pie*, la planta cuenta con una subestación la cual tiene una capacidad de 500 KVA en una tensión de 480 V trifásica. El factor de potencia de esta subestación de 0.9, lo que resulta en una potencia real de 450 KW. Esta subestación se encuentra a un 80% de su capacidad instalada según datos proporcionados por el departamento de ingeniería. El 20% de capacidad disponible equivale a 90 KW.

E. Descripción del proceso de producción

1. Estructura organizacional

La empresa cuenta con un gerente de producción, quien está a cargo de las siete líneas de producción que conforman la planta, entre las cuales se encuentra la línea de *pie* congelado. A su cargo tiene un supervisor por línea de producción. El supervisor de la línea de *pie* tiene a cargo tres equipos de producción conformados por catorce personas. En el siguiente diagrama se podrá observar la estructura del equipo, enmarcando en rojo el equipo de la línea de empaque, que posteriormente se estará describiendo a detalle.

Diagrama 1: Estructura organizacional actual.



A cada equipo de producción se le conoce como “turno”. Los turnos en la línea de *pie* congelado manejan los siguientes horarios.

Imagen 7: Horario laboral planta *pie*.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL HORAS
TURNO 1		7:00 13:00	7:00 19:00	7:00 19:00	19:00 7:00			42
TURNO 2	7:00 19:00	13:00 19:00	19:00 7:00	19:00 7:00				42
TURNO 3	19:00 7:00	19:00 7:00			7:00 19:00	7:00 13:00		42

A continuación, podemos observar la descripción de cada puesto y su rol dentro de la línea de *pie* congelado por turno de producción. Para este estudio, se describirán únicamente los puestos relacionados directamente con el empaque del *pie*.

Cuadro 7: Descripción de puestos línea actual de *pie*

PUESTO	DESCRIPCIÓN
ENCARGADO DE TURNO	Tiene a su cargo la supervisión de todo el personal del turno de producción. Puede también sustituir a cualquier puesto en caso sea necesario.
ENCARGADO DE BAÑADO Y EMPAQUE	Tiene a su cargo la operación de bañado y empaque del <i>pie</i> congelado. Puede sustituir a cualquier persona de bañado y empaque en caso sea necesario.
BAÑADOR	Tiene a su cargo colocar el <i>pie</i> congelado en la banda transportadora para su bañado.
AUXILIAR 1 - EMPAQUE	Tiene a su cargo la colocación de <i>pie</i> congelado, ya bañado, en las bandejas de EPS.
AUXILIAR 2 – EMPAQUE	Tiene a su cargo juntar 6 bandejas de EPS con <i>pie</i> , colocar bolsa máster y colocarlas dentro de la caja máster. (Empaque primario)
AUXILIAR 3 – FLEJADOR	Tiene a su cargo formar un paquete de cuatro cajas máster flejadas. (Empaque secundario)

2. Descripción del proceso

La línea de producción de *pie* se compone de cuatro procesos independientes: proceso de producción de rellenos, proceso de producción de glasé, proceso de formado y llenado de *pie* y, por último, el proceso de bañado y empaque de *pie* congelado. Para efectos prácticos de este estudio, se describirá únicamente el proceso de bañado y empaque, ya que este será el único proceso que se modificará al hacer un cambio de empaque.

a. Proceso de bañado y empaque de *pie*

(T-1) Transporte a bañado y empaque: El *pie* congelado es transportado por el auxiliar – 2 *blast freezer* hacia la línea de bañado y empaque en carretillas de 35 bandejas; cada bandeja contiene 40 *pies*.

(O-1) Colocación de *pie* congelado en banda transportadora: El bañador saca una bandeja de *pie* congelado de la carretilla y la coloca sobre una mesa de trabajo que se encuentra delante de la banda transportadora. Coloca el *pie* congelado sobre la banda manualmente de dos en dos, tomado dos *pies* por cada mano. El *pie* se coloca de forma vertical con respecto a la banda. El bañador tarda dieciocho segundos en colocar los cuarenta *pies* que contiene cada bandeja sobre la banda transportadora. Al terminar de colocar los *pies* sobre la banda, coloca la bandeja vacía nuevamente sobre la carretilla y toma una bandeja llena para continuar con su operación.

En total, el bañador tarda 10.5 minutos en colocar una carretilla de *pies* congelados sobre la banda. Se debe mencionar que este tiempo es crítico para la operación, ya que el *pie* debe encontrarse a una temperatura no mayor -12°C para que el glasé pueda adherirse a la superficie del *pie* y este se mantenga hasta el proceso de empaque. Es importante mencionar también que la planta tiene capacidad para producir 440 paquetes de *pie* en tres turnos.

(O-2) Bañado en glasé: El *pie* que es transportado sobre la banda es sumergido en un baño de glasé el cual es previamente preparado y colocado en su tolva. El *pie* se sumerge durante dos segundos, suficiente tiempo para que el glasé se adhiera a la superficie de *pie* congelado. Al salir el *pie*, el glasé queda adherido gracias su baja temperatura. En este momento el *pie* se encuentra a una temperatura de entre -12°C a -8°C .

(O-3) Soplado de exceso de glasé: Luego de salir del baño de glasé, el *pie* congelado pasa por una sopladora, la cual sopla el exceso de glasé que pueda encontrarse en la superficie.

(D-1) Detección de metales: Antes de poder ser empacado, el *pie*, ahora bañado en glasé, pasa por un aparato detector de metales como último punto de control de calidad. Si el detector no detecta ningún material extraño, el *pie* sigue su trayectoria en la banda hacia el área de empaque. De encontrar dicho material extraño, el detector automáticamente para la banda y bota el producto a un recipiente para poder ser analizado posteriormente.

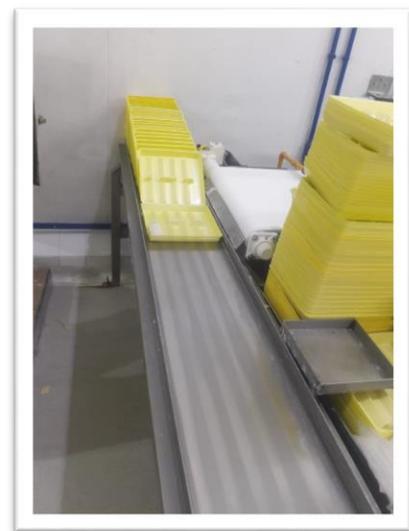
(O-4) Colocación de *pie* bañado en bandeja de EPS: El Auxiliar – 1 de empaque, previo a recibir el *pie* terminado, ordena a su lado izquierdo una fila de bandejas de EPS para facilitar su posicionamiento al momento de colocar el *pie* terminado. El auxiliar – 1 de empaque recibe el *pie* de frente, de dos en dos tal y como los colocó el bañador. De esta manera, el auxiliar podrá tomar un *pie* con cada mano y colocarlo en posición horizontal sobre la bandeja de EPS. Como se mencionó anteriormente, cada bandeja de EPS tiene la capacidad de almacenar diez *pies*. El auxiliar tarda un promedio de diecinueve segundos en armar cuatro bandejas de EPS, lo equivalente a la cantidad de *pies* en una bandeja de aluminio.

Al terminar de llenar cada una de las bandejas, el auxiliar – 1 de empaque desliza la bandeja hacia su lado derecho. Toma más bandejas vacías desde su lado izquierdo para poder continuar con su proceso. En el tiempo muerto que genera el bañador entre cambio de bandejas de aluminio, el auxiliar – 1 acomoda más bandejas a su lado izquierdo.

Imagen 8: Proceso de empaque manual



Imagen 9: Área de empaque actual



(O-5) Colocación de bolsa máster y caja máster sobre base de empaque: Previo a recibir las bandejas de *pie*, el auxiliar – 2 de empaque, coloca una bolsa y caja máster en la base la base de empaque.

(O-6) Empaque caja máster (empaque primario): Posicionado al lado del auxiliar – 1, el auxiliar - 2 toma las bandejas de EPS con *pie* desde su lado izquierdo las cuales va

estibando en la base hasta juntar seis bandejas. Estas las introduce dentro de la bolsa y caja máster. Esta operación tarda treinta y cuatro segundos por caja máster

Imagen 10: Proceso de empaque actual



Imagen 11: Base de empaque



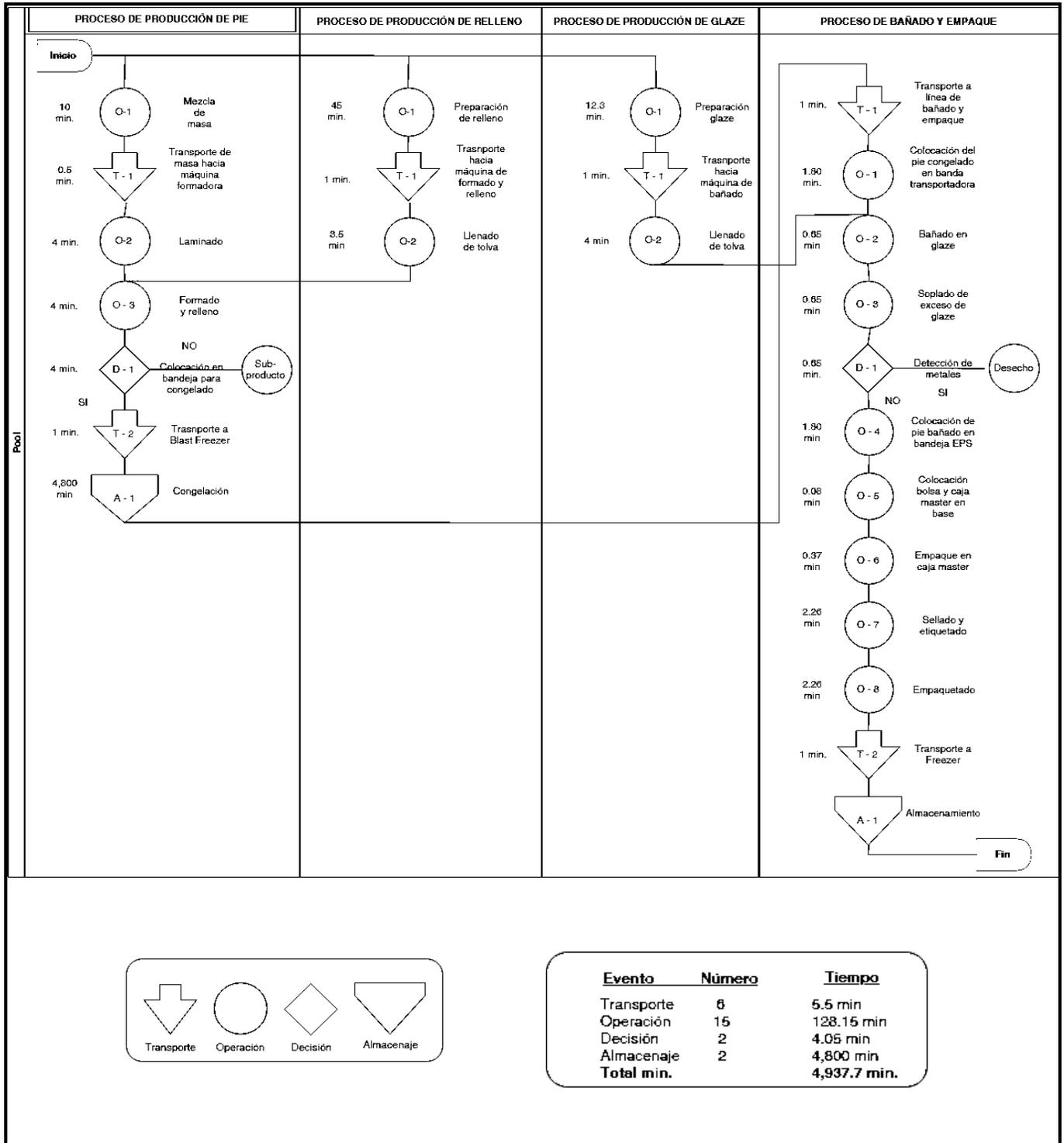
(O-7) Sellado y etiquetado: Al tener la caja máster complete, el auxiliar – 2 la quita de la base de empaque para luego ser puesta en la banda de la máquina selladora y fechadora, la cual sella por arriba y por abajo con cinta adhesiva. Imprime simultáneamente información importante como lote, fecha de producción y vencimiento referente al producto en ambos lados de la caja.

(O-8) Empaquetado (empaque secundario): El auxiliar – 3 flejador, toma las cajas luego de ser selladas y las coloca en la base de empaquetado. Al juntar cuatro cajas máster, estas son flejadas con una tira de stretch film.

(T-2) Transporte a *freezer*: El auxiliar - 3 flejador, coloca los paquetes formados en una banda la cual los transporta hasta el cuarto frío en donde son almacenado

b. Diagrama de operación del proceso (DOP)

Diagrama 2: Diagrama de proceso de producción de *pie* actual



F. Estudio de tiempos y movimientos

Para este trabajo, se realizó únicamente estudio de tiempos y movimientos del proceso de empaque, ya que será el único proceso que se verá afectado por el cambio propuesto. Este se encuentra en el apéndice al final del presente documento.

Tal y como se describió en el DOP, el proceso de empaque se divide en dos operaciones. En la primera el auxiliar – 1 de empaque se encarga de colocar los *pies* terminados sobre las bandejas de EPS. en la segunda operación, el auxiliar – 2 se encarga de colocar las bandejas de *pie* dentro del empaque primario, caja y bolsa máster, para luego ser sellada.

Como primer paso, se tomó el tiempo total de empaque para una caja de sesenta unidades de *pie*. Esto se utilizó para encontrar el número recomendado de ciclos a tomar según información tomada de Time Study Manual de General Electric Company, que sugiere hacer sesenta tomas para ciclos entre 0.25 a 0.50 minutos.

Con el número de ciclos sugerido se procedió a realizar la toma o medición de tiempos. Con esto se calculó un tiempo promedio, el cual será la razón entre el valor total del tiempo cronometrado y la cantidad de observaciones realizadas. El tiempo promedio obtenido fue de 19.06 segundos para el empaque de una caja de sesenta unidades de *pie* congelado, el cual será utilizado como referencia para el tiempo máximo al que se deberá empacar con el nuevo empaque.

Para este estudio, se utilizó también el diagrama de proceso bimanual, el cual es una herramienta que tiene como funcionalidad mostrar todos los movimientos atribuibles a la mano izquierda y derecha y la relación que existe entre ambas. Tiene como propósito ayudar a las empresas a identificar los patrones de movimiento ineficientes para cuantificarlos, evaluarlos y posteriormente mejorarlos.

Como parte de este análisis, el diagrama hace referencia a diecisiete combinaciones de movimientos básicos llamados “Therblings” los cuales hacen referencia a movimientos efectivos o no efectivos para la operación. El resultado del estudio de movimientos se puede observar en las siguientes tablas.

Cuadro 8: Estudio de tiempos y movimientos de colocación de *pie* congelado en bandeja de EPS

Empaque de <i>pie</i> primario - Colocación de <i>pie</i> congelado en bandeja EPS					
Mano izquierda			Mano derecha		
Tiempos efectivos (s)	4.31	87%	47%	2.33	Tiempos efectivos (s)
Tiempos no efectivos (s)	0.67	13%	53%	2.65	Tiempos no efectivos (s)
Total tiempo (s)	4.98	100%	100%	4.98	Total tiempo (s)

Cuadro 9: Estudio de tiempos y movimientos de colocación de bandejas en bolsa y caja máster

Empaque de <i>pie</i> primario - Colocación de bandejas en bolsa y caja máster					
Mano izquierda			Mano derecha		
Tiempos efectivos (s)	10.06	59%	24%	4.06	Tiempos efectivos (s)
Tiempos no efectivos (s)	7.10	41%	76%	13.10	Tiempos no efectivos (s)
Total tiempo (s)	17.16	100%	100%	17.16	Total tiempo (s)

Mediante este estudio de tiempos y movimientos, se pudo evidenciar que en ambas operaciones existen un mayor porcentaje de movimientos no efectivos para la mano derecha. Este estudio proporciona información adecuada para que la empresa puede encontrar soluciones factibles para una nueva asignación de recursos, modificación de operaciones o bien de personal.

G. Proceso de almacenaje y distribución

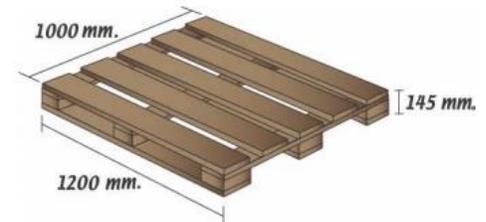
Al tener el producto empaquetado en paquetes de 240 unidades, se estiban sobre una tarima de madera certificada de tamaño estándar americano universal tomando como referencia la norma internacional ISO 3676:

Cuadro 10: Dimensiones de tarima universal

Dimensiones tarima		
Largo:	1,200 mm.	Tolerancia: +/- 3mm.
Ancho:	1,000 mm.	Tolerancia: +/- 3mm.
Alto:	145 mm.	Tolerancia: +/- 3mm.
Entradas	4	
Piso	1	No reversible

Imagen 12: Tarima universal.

Fuente: http://www.gs1cr.org/wpcontent/uploads/2016/04/manual_logistica.pdf(2018)



Se estiban 25 paquetes de 240 unidades cada uno de la siguiente manera:

- Paquetes por cama: 5 paquetes de 240 unidades
- Camas por tarima: 5 camas por tarima

Imagen 13: Estiba de *pie* congelado



Los 25 paquetes son flejados a la tarima para evitar que estos se caigan durante su transporte con el montacargas o en tránsito. Una tarima con 25 paquetes de *pie* ocupa una posición. Al igual que las bodegas en seco, la empresa alquila su bodega en congelado pagando un costo por posición de GTQ 45.00 mensuales.

Las tarimas de *pie* son enviadas hacia los centros de distribución de cada una de las cadenas de comida rápida en furgones refrigerados, a una temperatura de -10F o -23°C. Debido a que los puntos de venta tienen espacio limitado en sus cuartos congelados, cada centro de distribución se encarga de enviar la cantidad de paquetes o cajas necesarias

según los requerimientos de cada punto de venta. Es importante que se mantenga la cadena de frío durante todo el proceso de almacenamiento y distribución, ya que como se mencionó anteriormente, el producto es muy susceptible a los cambios de temperatura.

H. Proceso operacional en punto de venta

El *pie* congelado, al ser un producto utilizado por diferentes cadenas de comida rápida, quienes tienen diferentes procesos operativos, fue diseñado para un fácil manejo pensando en el equipo mínimo que pueda encontrarse en los puntos de venta. Previo al estudio se realizó un análisis de cuáles podrían ser las diferentes condiciones operacionales bajo las que se podría encontrar el *pie*. Para esto se definieron tres puntos de venta diferentes:

Punto de venta “A” serán los puntos de venta conocidos como “freestanding”. Los puntos “freestanding” son un concepto de restaurante aislado con una gran superficie, el cual está equipado con un cuarto congelador, cocina y mobiliario para que el consumidor pueda disfrutar de su producto en el restaurante. Los “freestanding” usualmente cuentan también con ventanillas de autoservicio.

Punto de venta “B” será el punto de venta ubicado en “food courts”. Estos puntos de venta se caracterizan por tener un área operacional de tamaño considerable, una barra de cobro y despacho y área de mesas compartida con otros restaurantes. Cuentan con espacio en congelado limitado. Muchos de ellos manejan varios congeladores horizontales.

Punto de venta “C” a los puntos de venta tipo kiosko. Estos puntos de venta cuentan con área operacional muy reducido. Cuentan con el equipo mínimo para su operación.

Durante el mes de julio de 2018 se realizó la visita a 2 clientes que consumen *pie* congelado en la Ciudad de Guatemala, quienes entre sus instalaciones cuentan con los tres tipos de puntos de venta. El objetivo de las visitas era poder hacer un análisis del proceso actual de operación del *pie* congelado y la funcionalidad del empaque en dicha operación. Durante el estudio se hizo énfasis a tres diferentes aspectos importantes para entender las características mínimas con las que deberá de cumplir el nuevo empaque y de ser posible encontrar oportunidades de mejora. Se evaluó el proceso de almacenaje, preparación y manejo de desechos. Dichos resultados se discutirán durante la descripción de cada proceso más adelante.

Luego de hacer el estudio en los tres diferentes puntos de venta se pudo confirmar que el *pie* y su operación estaban diseñados para que su manejo fuera sencillo, adaptable a cualquier cadena de restaurantes con cualquier tipo de punto de venta. Dicho esto, para fines prácticos de este estudio se tomará como referencia el estudio del punto de venta “C” ya que es el punto de venta con mayor número de limitantes dentro de su operación. Al estudiar las limitantes se podrá desarrollar un empaque que pueda ser funcional dentro de dicha operación y por ende en operaciones con menos limitantes y de ser posible, poder desarrollar un mejor empaque.

1. Descripción del proceso

(A-1) Almacenaje: Una vez el producto se encuentra en el punto de venta, es de suma importancia que se mantenga almacenado a la temperatura indicada (-10 F a 0 F) y que no *pierda* la cadena de frío en ningún momento. Dentro del congelador, tanto la bolsa máster como la caja máster, deben de permanecer debidamente cerradas para el que *pie* no se deshidrate ni se seque a consecuencia del contacto directo con el frío. Se recomienda cerrar la bolsa máster doblando la parte superior de ésta hacia atrás y colocarla ya doblada debajo de la última bandeja. La caja máster se recomienda cerrarla entrelapando las cuatro pestañas.

Imagen 14: Cierre correcto de caja de *pie*



Durante el estudio de esta operación, se pudo observar que la mayor limitante que se tiene en los puntos de venta es el espacio en congelador. Se encontró que la cadena de comida rápida con los puntos de venta “C”, maneja congeladores verticales con dimensiones de 198.25 cm. de altura por 68.75 cm. de frente y 75.25 cm. de fondo, en los cuales almacenan todos los productos congelados que manejan en las tiendas.

(T-1) Transporte hacia freidora: Al sacar el *pie* de la caja máster, este debe de ser puesto de inmediato sobre la canastilla para fritura. Es importante que el tiempo en que los dedos del operario hacen contacto con el *pie* congelado para colocarlo en la canastilla sea mínimo, ya que el calor del cuerpo derrite el glaseado. Una vez puesto el *pie* en la canastilla, puede ser transportado hacia la freidora.

Es importante mencionar que, al sacar el *pie* de su empaque para colocarlo en la canastilla para freír, el *pie* hace contacto directo con las manos del operador. A pesar que los operadores manejan un estricto programa de sanitización de manos durante la operación, se tomará como oportunidad de mejora al diseñar el nuevo empaque.

(O-1) Fritura: El aceite de la freidora debe de estar caliente, a una temperatura de 360 F al momento de sumergir la canastilla con *pies*. El aceite debe de cubrir por completo el *pie*. Freír el *pie* durante seis minutos.

(O-2) Empaque y enfriamiento: Luego de los seis minutos de fritura, se debe de sacar el *pie* dejando que escurra todo el exceso de aceite. Se coloca el *pie* en una bandeja para enfriar durante veinte minutos. Empacar el *pie* en empaque final.

(O-3) Despacho: El *pie* empacado es despachado al cliente final.

En la siguiente imagen se puede observar la guía de manejo de *pie* utilizada, la cual es entregada a cada uno de los puntos de venta en donde se maneja este producto. Esta será una guía visual para instruir a los operadores de los puntos de venta al buen manejo de este producto.

Imagen 15: Manual de manejo de *pie* en punto de venta

MANEJO ADECUADO DEL PIE

PEPS

- 

Para la rotación adecuada del inventario, en la cámara de congelación utilice **SIEMPRE** la rotación **PEPS** (Primero en entrar, primero en salir). El *pie* debe recibirse completamente congelado sin síntomas de abuso de temperatura, cajas bien selladas. La temperatura máxima de recepción debe ser de **0°F o -18°C**.
- 

Mantenga los *pies* almacenados en congelación entre **18° y 23°C ó 0,4 y 9,4°F**. Solamente saque del congelador bandejas de *pies* que va a utilizar en las próximas **2 horas** y colóquelas, cubiertas con bolsa plástica, dentro de los congeladores de pared de la cocina.
- 

Asegúrese de que el aceite esté caliente a **360°F** antes de introducir los *pies* y recuerde que el aceite **SIEMPRE** debe de cubrir completamente la canastilla.
- 

Saque los *pies* justo antes de ser fritos y colóquelos rápidamente en la canastilla teñonada para *pie*. Coloque los *pies* en posición inclinada con la parte abultada mirando hacia usted.
- 

Suméjalos inmediatamente en el aceite y presione el cronómetro de la freidora.
- 

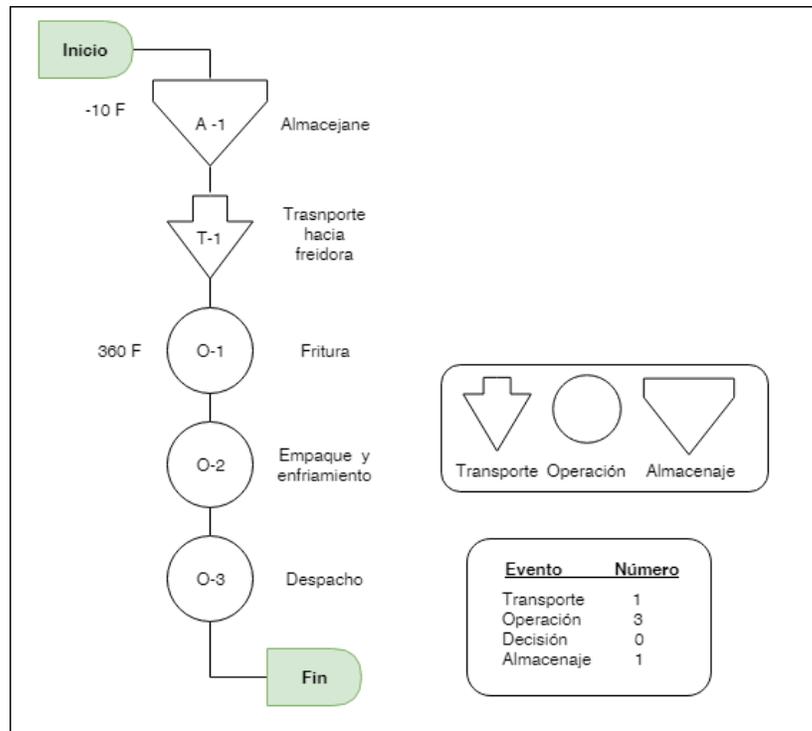
Fría los *pies* por **6 minutos** y siga los procedimientos de empaque y vida útil. Recuerde **SIEMPRE** respetar los **20 minutos** de enfriamiento.
- 

El aspecto final del *pie* debe tener burbujas grandes y pequeñas en la superficie. Y la corteza debe ser de un color café dorado.
- 

Las canastillas teñonadas para *pies* solamente deben limpiarse con fibras no abrasivas en inmersión en agua.

2. Diagrama de proceso operacional en punto de venta

Diagrama 3: Diagrama de proceso operacional en punto de venta



3. Manejo de desechos

Durante las visitas realizadas se pudo identificar que las cadenas de restaurantes en estudio no cuentan con programas de manejo de desechos para los empaques utilizados en sus productos. Por lo que todos los empaques son desechados junto a los residuos sólidos que se generan durante la operación. Estos desechos son recogidos por las empresas de recolección de basura quienes la llevan a basureros o rellenos sanitarios.

Debido a esta información obtenida sobre el manejo de desechos sólidos, durante los días jueves 24 y viernes 25 de julio del año 2018, se tuvieron conferencias telefónicas con las respectivas áreas de calidad de los clientes que manejan *pie* congelado para obtener información sobre si cuentan o no con algún programa de manejo de desechos. Las conferencias se realizaron con clientes de Guatemala, México, Costa Rica y Panamá. Como resultado se obtuvo que ninguna cadena de comida rápida con la que se logró tener conferencia telefónica tiene entre sus manuales operativos el manejo de desechos sólidos

no orgánicos, únicamente cuentan con programa de manejo para desechos sólidos orgánicos.

Esta información justifica la necesidad de un nuevo empaque para el *pie* congelado el cual, aunque no se tenga un programa de manejo de desechos genere un mínimo impacto ambiental. Otra conclusión que se obtuvo a raíz de este estudio es que existe una gran oportunidad al diseñar un empaque que pueda adaptarse mejor al espacio limitado en congelado. por último, tratar de evitar en la medida de lo posible el contacto directo de la mano del operario con el *pie* por temas de higiene.

I. Impacto ambiental

Según la norma ISO-14067, el análisis de ciclo de vida (ACV) es considerado como el método más eficaz para evaluar el impacto ambiental que generan los productos. El ciclo de vida de un material o de un producto se obtiene teniendo en cuenta las diferentes fases por las que transcurre. En el caso del EPS este proceso va desde la obtención de la materia prima, su transformación, la utilización del producto terminado, y la gestión realizada con los residuos generados. Existen procedimientos normalizados para evaluar el impacto ambiental derivado de un proceso determinado o de la fabricación y utilización de un determinado producto. Los diferentes flujos de entrada y salida como lo son consumo de recursos, emisiones a la atmosfera, emisiones de agua y generación de residuos para cada una de las etapas nos permiten obtener conclusiones extrapolables a otras situaciones. A continuación, se realizará el análisis de ciclo de vida para la bandeja de EPS.

1. Obtención de materia prima

El poliestireno expandible es la materia prima para fabricar artículos de poliestireno expandido. Como todos los materiales plásticos, el poliestireno expandible es derivado del petróleo. Cabe mencionar que, de la producción mundial del petróleo, solamente un 4% es utilizado en la fabricación de productos químicos y plásticos, mientras que el 96% restante es utilizado en combustible para transporte y calefacción. De ese 4% solamente el 0.1% es utilizado para la producción de poliestireno expandido. Durante la fabricación del poliestireno expandible no se generan gases causantes de la degradación de la capa de ozono.

El poliestireno expandible se presenta en forma de pequeñas perlas de un diámetro que oscila entre los 0.2 y 3.00 mm, las cuales contienen en su interior un agente expansor

el cual es el que permite su expansión durante el proceso de transformación. Usualmente se utiliza el pentano como agente expansor.

2. Proceso de fabricación

Pre-expansión:

El poliestireno expandible que se encuentre en forma de perlas es calentado en preexpansores con vapor de agua a temperaturas que oscilan entre los 80°C y 110°C, haciendo que el volumen de las perlas aumente hasta cincuenta veces su tamaño original. El vapor utilizado en este proceso es obtenido en grandes calderas calentadas por medio de gas natural.

Reposo intermedio y estabilización:

Durante esta etapa, las perlas pre-expandidas contienen un 90% de aire y son estabilizadas durante veinticuatro horas. Este proceso de secado y estabilización ocurre en silos ventilados.

Expansión y moldeo final:

Durante este proceso, las perlas de poliestireno expandible son colocadas en moldes en donde por medio de vapor de agua, las perlas se expanden hasta su máxima capacidad y se fusionan entre ellas. La cantidad de perlas entre el molde determinará la densidad del producto final.

Durante la etapa de fabricación el EPS se utiliza energía en forma de vapor de agua generada en calderas las cuales son alimentadas por gas produciendo únicamente emisiones de CO². El agua utilizada se convierte en vapor el cual regresa al ambiente al momento de condensarse. No se generan residuos sólidos ya que los excedentes y *piezas* defectuosas son reintroducidas al proceso.

3. Uso

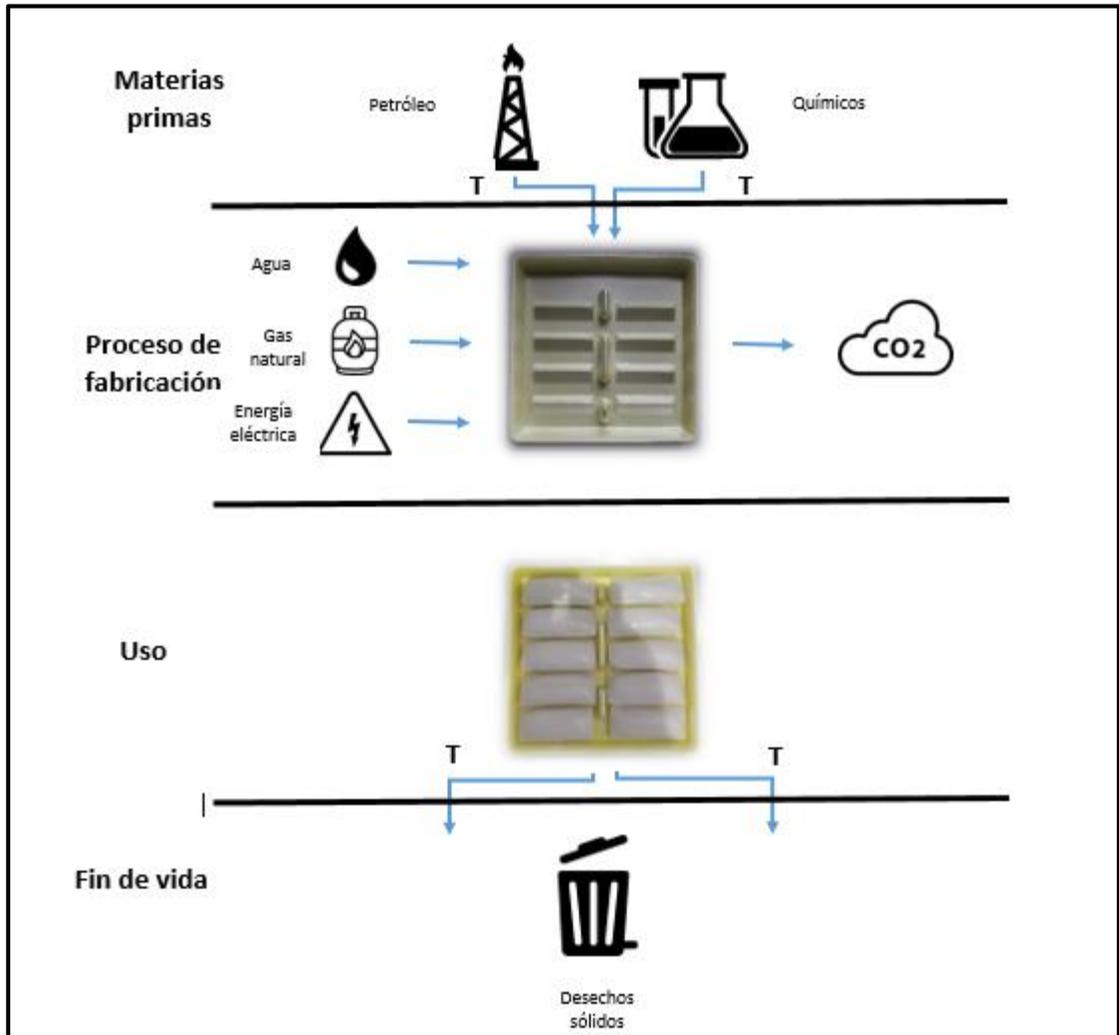
Gracias a sus características como ligereza, higiene y capacidad de absorber impactos, la bandeja de EPS utilizada para el empaque de *pie* congelado, genera un impacto ambiental positivo, ya que cumple con cada una de ellas durante toda su vida productiva. Estas características evitan que el *pie* congelado se descomponga o lastime, eliminando los reclamos de calidad y sus reposiciones con su impacto ambiental asociado.

4. Fin de vida

Durante las visitas efectuadas en a los puntos de venta para el análisis del comportamiento de la bandeja de EPS, se encontró que por el momento no llevan controles de manejo de desechos sólidos, es decir que todo el material de empaque termina en un basurero común el cual es recogido por los servicios de basura municipal.

En este sentido el Análisis del Ciclo de Vida muestra a la bandeja de EPS como un material con un impacto medioambiental moderado a lo largo de todo el ciclo hasta llegar a la última etapa el fin de su vida útil, en donde se genera el verdadero impacto ambiental ya que esta es un empaque de un solo uso y los clientes no cuentan con programas de manejo de desechos sólidos. El problema con este material es que no se degrada, por lo que ocupa un espacio significativo en los tiraderos de basura, adicionalmente su reciclaje no se ha vuelto tan rentable aún.

Diagrama 4: Ciclo de vida bandeja de EPS



VI. PROPUESTA DE NUEVO EMPAQUE

A. Diseño del nuevo empaque

Según el estudio de la situación actual del *pie* congelado y su empaque, se pudieron encontrar las diferentes características que debe de cumplir el nuevo empaque y se identificaron también varias oportunidades de mejora. Al diseñar el nuevo empaque se debe de tomar en cuenta que la actual bandeja de EPS tiene entre sus cualidades su bajo costo y su higiene. También se debe de reconocer su ligereza, resistencia a la humedad y su capacidad de absorción de impactos, lo que hace a este material excelente para proteger productos frágiles.

Con lo que respecta a la operación en planta, se debe tomar en cuenta la velocidad a la que es empacado el *pie* ya que esta sería la velocidad mínima a la que deberá de empacarse con el nuevo empaque. Según el estudio de tiempos realizado, el nuevo empaque deberá ir a una velocidad mínima de 120 *pies* por minuto. De igual manera, debe de mantenerse la simplicidad operativa durante la operación en restaurantes. Como se ha mencionado, este producto es manejado por varios clientes con manuales operativos ya establecidos, por lo que el reto será en la medida de lo posible, no alterar la operación ya existente.

Dentro de las oportunidades de mejora encontradas en el estudio anterior, se pudo identificar que el tamaño con el que cuentan los puntos de venta para almacenaje es muy limitado. Se deberá desarrollar un empaque que: a) permita aumentar el cupo de producto terminado por caja. Cupo se definirá como la cantidad de *pies* (unidades) empacadas por caja. b) se deberá de eliminar el contacto directo del *pie* con las manos del operador, esto por temas de higiene y para evitar que el glaseado de la superficie del *pie* se descongele al contacto con el calor del cuerpo. Y c) Encontrar una solución a la falta de manejo de desechos sólidos por parte de las cadenas de comida rápida, desarrollando un empaque que, al finalizar su vida útil, genere el menor impacto ambiental posible.

Como primer paso, se procedió a la búsqueda de un aliado estratégico con soluciones sostenibles para el desarrollo del nuevo empaque. Entre las soluciones presentadas, se decidió que el mejor sustituto para la bandeja de EPS sería una resina biodegradable llamada por el proveedor Biofilm. Un material biodegradable se refiere a un material que se pueda degradar mediante el accionar de un agente biológico. Es decir, que,

en condiciones ambientales de un tipo natural, el material se descompondrá en los diferentes elementos químicos que lo conforman. Los hongos y bacterias, por ejemplo, podrían lograr la descomposición de este tipo de productos. Este proceso de descomposición para la resina presentada podría llegar a tardar 290 días. Es importante mencionar que mientras el Biofilm se encuentre en congelación su proceso de degradación no inicia, al igual que las bajas temperaturas cumplen esa función con los productos perecederos, en este caso, el *pie*.

El material biodegradable presentado es producido a base de biomasa, es decir, resina a base de plantas. Entre sus ventajas competitivas podemos mencionar que es altamente resistente a las punciones y roturas, no absorbe líquidos o grasas y es un material no tóxico certificado para contacto alimenticio FDA. Además, como ya se mencionó, no requiere de manejo especial de basura.

Luego de entender las características de un material biodegradable, Se inició el proceso de desarrollo con la etapa de diseño. Primero, se quiso diseñar un empaque similar al de la bandeja actualmente utilizada, ya que esta cumplía con todas las características necesarias para el buen manejo durante su operación. Esta idea, junto con la idea de empaque con film alveolar o mejor conocido como plástico burbuja, dio lugar al primer prototipo. Un empaque que mantuviera la misma forma de la bandeja, pero en lugar de ser de EPS, esta sería de material biodegradable el cual se inflaría con un aire.

Imagen 16: Primer prototipo de nuevo empaque de *pie*



Para poder validar este prototipo, se realizaron pruebas en donde se almacenó film alveolar dentro de los cuartos fríos a una temperatura de -32°C para ver su comportamiento. Los resultados fueron negativos, ya que, las burbujas se empezaban a desinflar. Esto debido

a que los gases, al ser expuestos a bajas temperaturas, tienden a comprimirse, disminuyendo su volumen y haciendo menos presión sobre la superficie del plástico.

Debido a estos resultados negativos, se regresó a la etapa de diseño. Para el segundo prototipo, se estudió el empaque de otros proveedores de *pie* congelado en Estados Unidos, quienes empaacan el *pie* congelado en bulk o bulto. En este tipo de empaque, el *pie* va dentro de una sola bolsa máster la cual va dentro de una caja máster. Se decidió tomar el empaque en bulk como base ya que el manejo operacional no cambia a comparación al empaque de EPS utilizado actualmente. Basado en la experiencia de cadenas de comida rápida que manejan bulk como empaque, se pudo obtener retroalimentación. Uno de los problemas que muestra el empaque en bulk es que, al ir desordenado el *pie* dentro de una bolsa, las puntas tienden a romperse. Al momento de freírse el *pie*, el relleno se descongela y se sale por las puntas rotas, contaminando el aceite que es utilizado para freír más productos.

Con el análisis realizado al empaque en bulk y las oportunidades de mejora encontradas en el estudio anterior del empaque actual, se diseñó el nuevo empaque el cual consiste en una manga de Biofilm que contiene diez *pies* empacados en bolsa individual también de Biofilm. Ocho mangas son colocadas dentro de la caja máster que actualmente se utiliza; separadas de cuatro en cuatro por un inserto de cartón en forma de “Z”, el cual fue desarrollado con el proveedor actual de productos de cartón corrugado.

Imagen 17: Empaque individual para *pie* congelado



Imagen 18: Empaque en manga de *pie* congelado



Imagen 19: Empaque primario de *pie* congelado con inserto "Z"



El segundo empaque diseñado fue elegido como el mejor prototipo ya que cumple con todas las características necesarias y elimina las oportunidades de mejora detectadas. Como primer punto es importante mencionar que el proveedor del material biodegradable es un proveedor local. Esto elimina tener almacenado gran cantidad de producto de empaque ya que el "lead time" es mucho menor. También el tiempo de respuesta y reposición de cualquier reclamo de calidad podrá hacerse de una manera más rápida. Por el tipo de maquinaria necesaria para realizar este tipo de empaque, el Biofilm se despacha en bobinas, reduciendo significativamente el espacio de almacenaje. La reducción de costos se detallará más adelante en el análisis de flujo de efectivo.

La bolsa individual evita el contacto directo con la mano del operario, eliminando una posible contaminación. A pesar de que se manejen estrictos controles de sanitización de manos dentro de los puntos de venta, es recomendable eliminar en la medida de lo

posible el contacto directo con los productos. Al tomar el *pie* por la bolsa al momento de ser sacado de la caja, evita también que el calor del cuerpo derrita el glasé de la superficie del *pie*. La bolsa individual funciona como primer escudo en contra del frío directo para evitar que el *pie* se deshidrate.

La manga, también de plástico, ayuda a ordenar los *pies* dentro de la caja evitando que las puntas se rompan. Esto minimiza los reclamos por producto dañado. La manga también funciona como un segundo escudo en contra del frío. Es posible agrupar hasta diez *pies* por manga.

La caja máster utilizada será la misma que la caja utilizada actualmente. Al tener el *pie* ordenado en mangas, se pueden introducir hasta ocho de ellas por caja. Esto aumenta el cupo de sesenta unidades por caja a ochenta unidades por caja, lo cual es ideal para el espacio de almacenaje tan limitado con el que cuentan algunos puntos de venta. Además, el aumento de cupo reduce los costos tanto de almacenaje como de transporte.

Por último, el inserto de cartón en forma de “Z”, da estructura y fortalece el empaque evitando que el *pie* se dañe durante su tránsito o almacenamiento. El inserto es necesario para que la caja no colapse ya que el peso por estiba será mayor ahora que se aumenta el cupo por caja.

B. Pruebas de propuesta de nuevo empaque

Al ser aprobado el diseño del nuevo prototipo, se procedió a realizar pruebas del nuevo empaque en tránsito, almacenaje y operación en punto de venta. Con previa autorización de los clientes, se tomó la decisión de enviar una tarima de veinticinco paquetes de *pie* empacados con el nuevo empaque a México y Costa Rica ya que la empresa cuenta con departamentos de calidad en ambos países quienes podrán validar las pruebas.

Se pidió a cada equipo de calidad apoyo para estar presente durante la descarga del producto en los centros de distribución para validar que el nuevo empaque fuera funcional durante el tránsito terrestre a ambos destinos. Tanto para México como Costa Rica se tiene un tiempo tránsito de cuatro días. Los resultados de ambas pruebas fueron positivos ya que ninguna caja de cada tarima enviada colapsó. También al tomar un paquete de muestra, se pudo hacer un análisis al producto que también mostro resultados positivos al no encontrar producto dañado.

A los centros de distribución se solicitó que se dieran el mismo manejo de almacenaje y despacho a puntos de venta como actualmente se hace. Una vez el producto se encontraba en el punto de venta se solicitó una vez más apoyo a cada equipo de calidad para validar el manejo en operación. Siguiendo los manuales de uso ya existentes, se pudo

manejar el nuevo empaque. Este no mostro ninguna complicación durante todo el proceso operativo y el producto final, luego de ser freído, tampoco mostro ninguna alteración que perjudicara la calidad del mismo. En su lugar se recibieron buenos comentarios con respecto al nuevo empaque. En los anexos se podrá encontrar el reporte enviado desde México y Costa Rica.

En paralelo a las pruebas de exportación, se procedió a realizar el mismo estudio con un cliente de la Ciudad de Guatemala. Junto con el equipo de calidad se dio seguimiento al despacho y tránsito hacia su centro de distribución. El resultado de la prueba de tránsito fue positiva; ninguna caja estaba colapsada y el paquete de *pie* tomado como muestra no mostro producto dañado. Se solicitó al cliente que enviara producto a un punto de venta tipo “C”. Al igual que la prueba de exportación, se solicitó a los operarios que manejaran el producto según el manual operativo que se tenía con el empaque original. La operación no mostro ninguna complicación ya que el nuevo empaque se adaptó muy bien al proceso operativo ya existente. Ahora tanto la caja máster como el nuevo empaque biodegradable, pueden ser desechados junto con los demás desechos sólidos ya que estos al degradarse, no dejan rastros en el medio ambiente.

Imagen 20: Muestras evaluadas en punto de venta tipo “C”



Cuadro 11: Comparación de producto empaque Biofilm Vs. Bandeja EPS



C. Impacto ambiental

Al realizar el análisis de ciclo de vida para el Biofilm, material utilizado en el nuevo empaque biodegradable para *pie* congelado, podemos observar que el impacto ambiental generado a lo largo de su vida es menor que el de la bandeja de EPS anteriormente utilizada. Las materias primas son obtenidas de fuentes renovables como el maíz y el elote, las cuales, en su mayoría, provienen de producto de rechazo. Según estudios realizados por el proveedor, al utilizar fuentes naturales, se ahorran 662 litros de petróleo crudo por cada tonelada de Biofilm.

Durante su manufactura, a pesar que se utilizan los mismos procesos de extrusión, inyección y soplado que en el proceso del plástico convencional, se utiliza de un 15%-20% menos temperatura; minimizando los consumos de energía. Adicionalmente, la resina de Biofilm ha mostrado tener un mejor rendimiento de hasta un 10% más metros lineales por kilogramo.

Al igual que la bandeja de EPS, el diseño del nuevo empaque de Biofilm cumple con su funcionalidad evitando que el *pie* congelado se lastime o descomponga. Esto elimina los reclamos de calidad y sus reposiciones con todo el impacto ambiental asociado.

Al ser desechado, el Biofilm no requiere ningún manejo especial de basura. Este puede ser desechado junto con el resto de desechos sólidos ya que al encontrarse en condiciones naturales empezará el proceso de descomposición siendo fuente de alimentos para hongos filamentosos que digieren el material a través de enzimas logrando extraer

fuentes de energía, para luego convertirlo en materia orgánica. Para el Biofilm utilizado como empaque de *pie* congelado, este proceso puede tardar hasta 290 días.

Diagrama 5: Ciclo de vida Biofilm



D. Nueva línea de empaque

1. Propuesta de maquinaria a utilizar

El sustituir el empaque actual de bandeja de EPS por empaque biodegradable, conllevará a la instalación de nuevo equipo y maquinaria. El mismo determinará la nueva distribución, readecuación y organización para el nuevo proceso productivo. Se requerirá de inversión para la compra de dos nuevas máquinas de empaque y su instalación.

Para la adquisición de la maquinaria necesaria, se llevaron a cabo reuniones en conjunto con el proveedor de Biofilm y un proveedor regional especializado en maquinaria

para empaque con el que la empresa ha trabajado anteriormente. En ellas se tomó la decisión del tipo de maquinaria adecuada según las características del nuevo empaque, especificaciones técnicas del Biofilm y capacidad productiva.

Para el empaque unitario del *pie* se cotizó una maquina empacadora automática “Flow pack” horizontal, la cual es ideal para el empaque de este tipo de productos. La empacadora envuelve el *pie* en un tubo de Biofilm sellado en la base inferior. En los extremos, la empacadora sella y corta el empaque creando una bolsa individual para cada *pie*. La empacadora es alimentada de *pie* por una cadena de arrastre con paletas de empuje. Todas las partes en contacto con el producto están fabricadas en acero inoxidable y/o plásticos homologados. El material de empaque es colocado en un portabobina en la parte inferior de la misma.

Imagen 21: *Flow pack* para empaque individual de *pie* congelado



Fuente: <http://synchro-group.com/en/pack-60-flow-wrapper-low-speed-bottom-film> (2018)

Cuadro 12: Especificaciones técnicas *flow pack* para empaque individual

Nombre del equipo	Especificaciones técnicas		Precio FOB
<i>Flow Pack</i> 60 RT-M-THERMO	Velocidad max. (p.p.m)	200	Q613,815.00
	Alimentación	480 V. 3ph 60Hz	
	Potencia	8 kW	
	Dimensiones L x A x H (mm.)	3910 x 1265 x 1435	

Para el empaque en manga se cotizo también una empacadora automática *Flow pack* horizontal con un espaciador en la cadena de arrastre que alimenta de *pies* a la empacadora. Este espaciador tiene la función de agrupar diez unidades de *pies* para que puedan ser empacados en cada manga. La alimentación de Biofilm de igual manera se realiza por medio de una bobina.

Imagen 22: Cadena de arrastre con espaciador

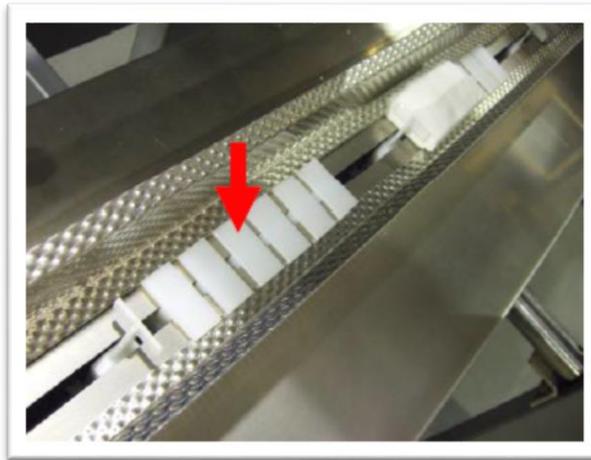


Imagen 23: *Flow pack* para empaque en manga de *pie*



Fuente: <http://synchro-group.com/en/pack-600-flow-wrapper-medium-speed-bottom-film> (2018)

Cuadro 13: Especificaciones técnicas *flow pack* para empaque en manga

Nombre del equipo	Especificaciones técnicas		Precio FOB
<i>Flow Pack</i> 600 LTS-M-THERMO	Velocidad max. (m.p.m)	15	Q 711,437.00
	Alimentación	480 V. 3ph 60Hz	
	Potencia	8 kW	
	Dimensiones L x A x H (mm.)	3910 x 1265 x 1435	

Ambas máquinas serán importadas vía marítima desde la planta de producción del proveedor en Barcelona, España. Gracias al programa de degravación arancelaria, los bienes de capital no producidos en Centro América, pagan un 0% de arancel al ingresar al país. El tipo de cambio utilizado es de GTQ. 9.06 por Euro, tomado de la página del banco de Guatemala el 20 de septiembre de 2018.

a. Instalación

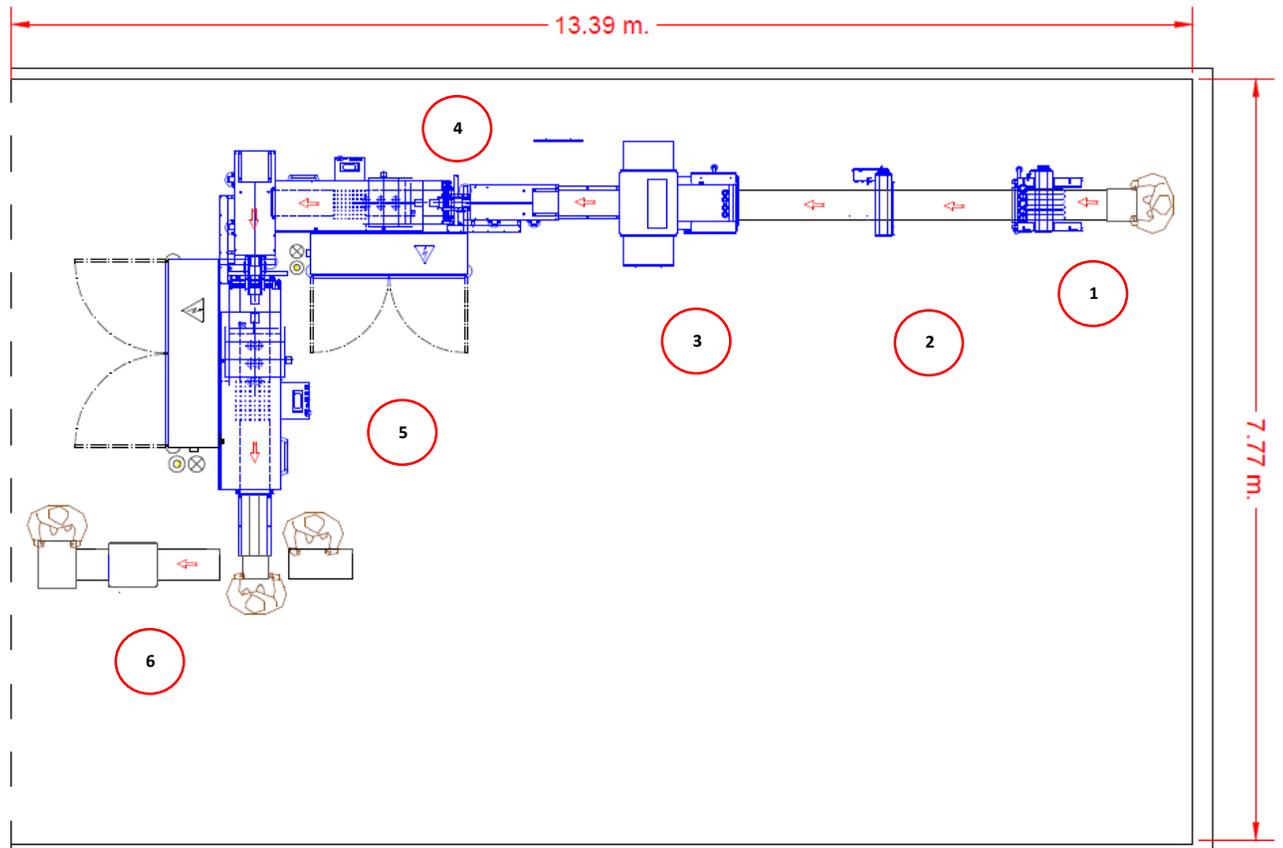
Como se mencionó anteriormente, la subestación que alimenta la planta de *pie* se encuentra a un 80% de su capacidad. Para la instalación de ambas máquinas se necesita un total de 16 KW, 8 KW por cada máquina. esto quiere decir que, para su instalación, solamente se necesita 1 acometida eléctrica de dos circuitos de un panel secundario ya existente.

Con respecto a la instalación mecánica, el equipo de mantenimiento de la planta estará a cargo de realizarla. Esta instalación incluye el desmontaje de las mesas de trabajo actuales, nivelación de las nuevas máquinas y el anclaje de las mismas.

Debido a que la instalación del nuevo equipo es sencilla, no se consideró tener que producir un inventario de seguridad. Tanto la instalación como la calibración de las máquinas pueden realizarse en un solo día.

b. Plano de la planta

Plano 2: Propuesta de distribución para nueva línea de empaque de *pie*



Cuadro 14: Listado de maquinaria propuesta

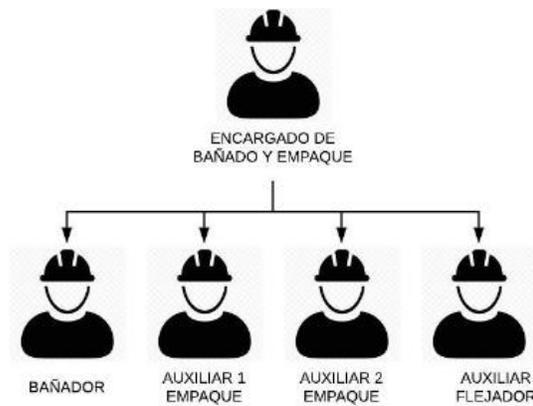
ID	Nombre
1	Bañadora
2	Sopladora
3	Detector de metales
4	<i>Flow pack</i> empaque individual
5	<i>Flow pack</i> empaque en manga
6	Selladora

2. Descripción del nuevo proceso productivo

a. Propuesta de organigrama

Para la operación de la nueva línea de empaque de *pie* congelado, se necesitará la misma cantidad de operarios que la línea de empaque actual. El auxiliar 1 y 2 de empaque cambiarán de roll.

Diagrama 6: Propuesta de organigrama para línea de empaque de *pie*



Cuadro 15: Propuesta de descripción de puestos para nueva línea de empaque de *pie*

PUESTO	DESCRIPCIÓN
ENCARGADO DE BAÑADO Y EMPAQUE	Tiene a su cargo la operación de bañado y empaque del <i>pie</i> congelado. Puede sustituir a cualquier persona de bañado y empaque en caso sea necesario.
BAÑADOR	Tiene a su cargo colocar el <i>pie</i> congelado en la banda transportadora para su bañado.
AUXILIAR 1 - EMPAQUE	Tiene a su cargo la colocación de <i>pie</i> congelado, ya empacado en mangas dentro de la caja máster
AUXILIAR 2 – EMPAQUE	Tiene a su cargo armar la caja máster e introducir el inserto en forma de “Z”. Al tener la caja armada, debe colocarla en posición para que el auxiliar 1 pueda tomarla.
AUXILIAR 3 – FLEJADOR	Tiene a su cargo formar un paquete de cuatro cajas máster flejadas.

b. Descripción del nuevo proceso operativo

El nuevo proceso de empaque de *pie* cambia dos operaciones manuales de empaque a operaciones automatizadas. Además, se adiciona una operación de preparación de caja máster. Como se mencionó anteriormente, se mantiene el número de operarios, pero con un cambio de roll. A continuación, se describirá el nuevo proceso a partir de (O-4) hasta (O-7) ya que estas presentarán modificaciones debido a la nueva maquinaria:

(O-4) Empaque unitario *pie*: El *pie* entra a la primera empacadora luego de pasar por el detector de metales. En ella, cada *pie* es empacado en empaque individual biodegradable.

(O-5) Empaque en manga: La segunda empacadora agrupa diez *pies* con la ayuda de un espaciador para luego empacarlos en una manga biodegradable

(O-6) Empaque caja máster: El auxiliar 1 de empaque toma una caja máster previamente preparada por el auxiliar 2 de empaque. El auxiliar 1 de empaque acomoda ocho mangas de *pie* dentro de la caja máster. Ya que el interior de la caja ahora se encuentra dividido por la mitad por el inserto en forma de “Z”, se acomodan cuatro mangas de cada lado. Las cuatro mangas se acomodan en pares.

La nueva línea de empaque modifica los rolles que llevan a cabo cada auxiliar. A continuación de describirá el nuevo roll del auxiliar – 2 de empaque el cual es preparar la caja máster con el inserto en forma de “Z” para el que auxiliar – 1 pueda tomarla para el empaque de las mangas.

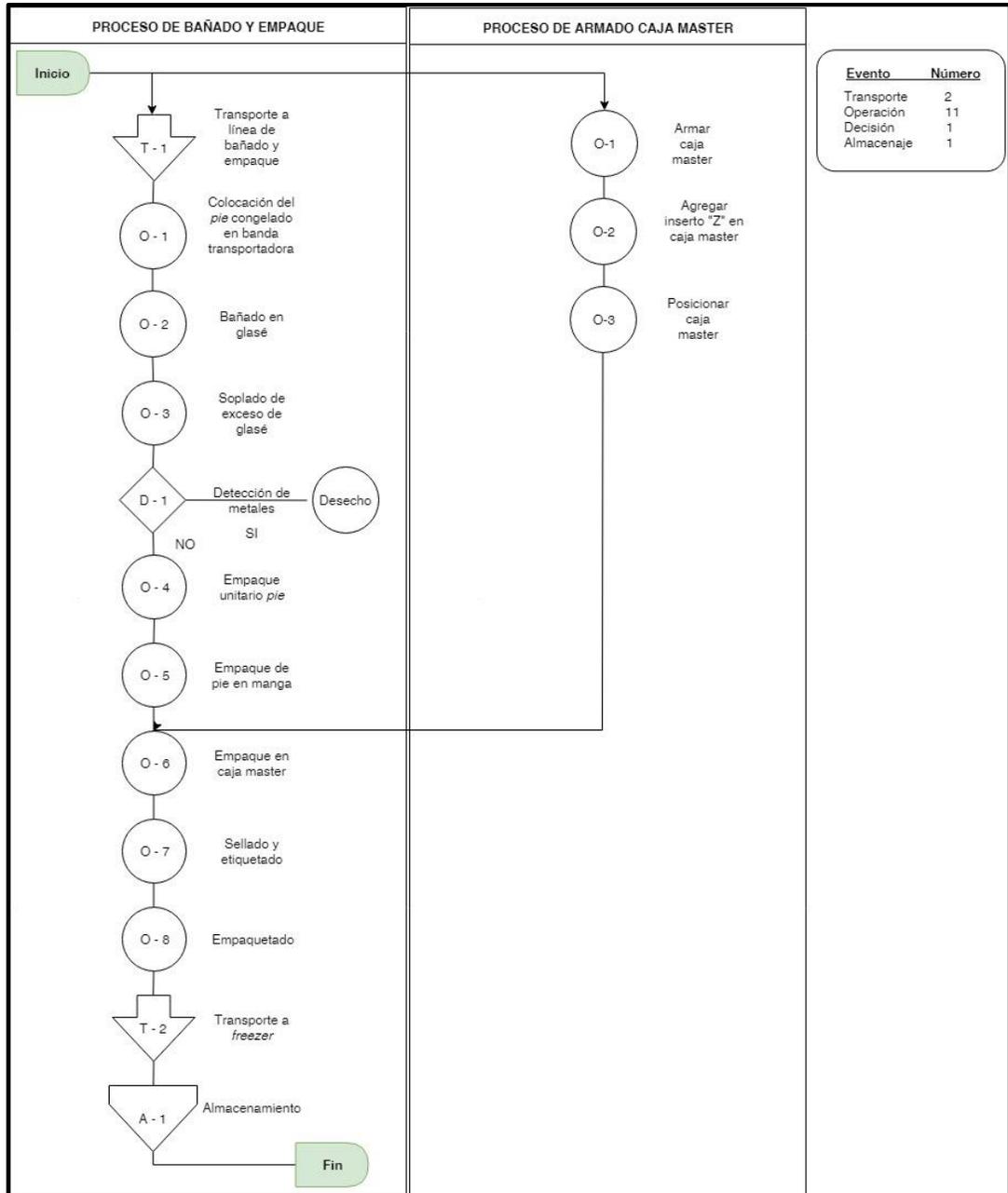
(O-1) Armado de caja máster: El auxiliar - 2 de empaque arma una caja máster.

(O-2) Introducir inserto “Z” en caja máster: El auxiliar 2 de empaque dobla inserto “Z” y lo introduce dentro de la caja máster previamente armada.

(O-3) Posicionar caja máster: Se posiciona la caja máster previamente armada con el inserto “Z” para que el auxiliar 1 de empaque la pueda tomar.

c. Propuesta de diagrama del proceso de operaciones

Diagrama 7: Propuesta de diagrama del proceso de nueva línea de empaque de *pie*



VII. ESTUDIO FINANCIERO

A. Situación actual

Está por terminar el año 2018, tanto Guatemala como la región centro americana, no han tenido el crecimiento económico esperado. En Guatemala se esperaba tener un crecimiento económico de hasta 3.8%. Según el Banco de Guatemala, el crecimiento para este año alcanzará solamente un 3.2%. De igual manera, el crecimiento económico a nivel regional se ha visto afectado por la tensión política que se vive en varios países de Centro América.

A pesar de esto, el mercado de comida rápida ha estado en crecimiento según reporta la gremial de restaurantes adscrita a la Cámara de Industria de Guatemala. Según una encuesta de Millward Brown (2015), una de las principales compañías de investigación de marcas y publicidad a nivel mundial, siete de cada diez guatemaltecos prefieren consumir en restaurantes de comida rápida que en otras opciones de comida. Esta preferencia se debe a los precios competitivos y a la conveniencia del servicio.

No obstante, no se tendrá el crecimiento esperado para 2018, según el Banco de Guatemala, para el año 2019 se espera tener un crecimiento económico de hasta un 4.1%. Estas proyecciones, más el análisis del comportamiento de las personas en el consumo de comida rápida, permiten que la empresa analice la posibilidad de inversión para los siguientes años.

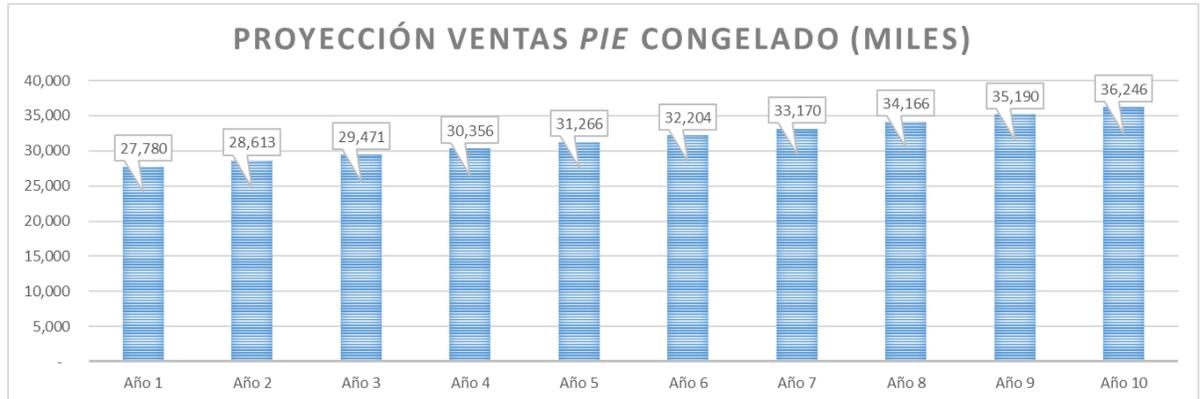
B. Ventas proyectadas

Según datos de ventas proporcionados por la empresa en estudio, se pudo identificar un crecimiento en ventas de *pie* congelado del 12% del año 2016 al año 2017 al igual que del año 2017 al año 2018. No obstante, para este análisis se está proyectando un crecimiento de ventas del 3%, esto debido a que el análisis del histórico de ventas comprendido entre los años 2016 al 2018, ha mostrado este crecimiento porcentual a nivel de todas las líneas de productos que ofrece la empresa.

Debido a que el costo de la inversión necesaria para la adquisición de la maquinaria para el nuevo empaque biodegradable tiene una depreciación de 10 años, las proyecciones para el análisis financiero del presente estudio se harán en el mismo plazo. En la siguiente gráfica se podrá observar las ventas proyectadas de *pie* congelado. El gráfico mostrará las

ventas proyectadas en unidades de *pie* ya que como se mencionó, habrá un aumento en el cupo de *pies* por caja.

Gráfica 3: Proyección de ventas de *pie* congelado



C. Capital necesario para la inversión e instalación

El capital necesario para la realización de la inversión, de acuerdo al análisis previo indicado anteriormente, en base a cotizaciones de mercado, es equivalente a:

Cuadro 16: Capital necesario para la inversión e instalación

Descripción	Inversión
<i>Flow Pack</i> 60 RT-M-THERMO	Q 711,436.50
<i>Flow Pack</i> 60 LTS-M-THERMO	Q 613,815.00
Inventario de repuestos	Q 265,050.30
Flete de importación	Q 19,417.25
Seguro	Q 10,933.32
Servicios de instalación	Q 3,845.00
Viáticos y gastos técnico	Q 3,000.00
Pruebas de producción	Q 2,600.00
TOTAL	Q 1,630,097.37

Para la maquinaria y repuestos a importar no se está contemplando pago de impuestos, ya que la empresa se encuentra bajo el decreto número 29-89 “Ley de fomento y desarrollo de la actividad exportadora y de maquila” en la que según el artículo 12 literal “e”, se tiene “...exoneración total de los derechos arancelarios e impuestos a la importación

con inclusión del IVA a la importación de maquinaria, equipo, partes, componentes y accesorios para el proceso productivo...”

D. Costo del nuevo empaque propuesto

El nuevo empaque se conforma de una caja máster que lleva dentro un inserto en forma de “Z” como soporte. Dentro de la caja máster se empacan ocho mangas, las cuales contienen diez *pies* empacados en bolsa individual cada uno. En la siguiente tabla se puede observar el desglose del costo total por *pie*.

Cuadro 17: Costo de empaque biodegradable por unidad de *pie*

COSTO DE EMPAQUE BIODEGRADABLE				
Descripción	Costo	Costo total de empaque por unidad		
Costo bolsa individual	Q	0.03	Q	0.03
Costo manga	Q	0.12	Q	0.01
Costo inserto "Z"	Q	0.56	Q	0.01
Costo caja máster	Q	1.39	Q	0.02
TOTAL			Q	0.07

El Biofilm utilizado en la nueva propuesta de empaque es comprado a un proveedor local. Esto elimina los altos costos de tener un inventario de seguridad, Además, ya que el Biofilm es entregado en bobinas, el espacio que ocupa será mínimo. En una sola posición de almacenaje se pueden mantener hasta 300 bobinas de Biofilm, más suficientes para cumplir con la capacidad de producción de la planta para un mes.

E. Financiamiento

1. Fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento pueden ser, recursos propios de la empresa o financiamiento a través de la banca comercial nacional. Debido a la magnitud de la inversión y a la capacidad financiera de la empresa se considera que la inversión total será realizada con recursos propios en el 100%.

2. Amortización de la inversión y depreciación de los equipos

El monto de la inversión será amortizado en un período de 2 años según el flujo de efectivo que aparece en el análisis financiero. La depreciación de los equipos se estima en un plazo de 10 años toda vez se realicen los programas de mantenimiento y servicios de acuerdo al fabricante.

3. Valor de salvamento

Al término de los 10 años indicados anteriormente, se ha estimado que el equipo tendrá un valor de salvamento del 10% del costo de la inversión.

F. Herramientas financieras para la inversión

1. Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)

La tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) es la tasa mínima de rendimiento aceptable por la empresa para la toma de decisión a efecto de comprometerse a la realización de una inversión, por lo que cualquier proyecto que tenga una TIR mayor a la TMAR será considerado como aceptable. La TMAR considerada es de 25%.

2. Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es una herramienta que se utiliza para la aceptación y/o rechazo de una inversión. La TIR se comparará con la TMAR bajo los siguientes criterios: si la TIR es mayor que la TMAR el proyecto se acepta, si es menos, se rechaza.

3. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto de un proyecto es el valor presente de los flujos de efectivo netos de un proyecto. Para actualizar esos flujos netos se utiliza la TMAR. Para que el proyecto sea rentable el VPN debe ser mayor a cero.

G. Análisis de factibilidad de la inversión y comparación con la situación actual

Para llevar a cabo el análisis sobre la factibilidad de la inversión en comparación con la situación actual, se realizó un ejercicio de flujo de efectivo. En dicho ejercicio se analizan la inversión inicial para adecuar la línea al nuevo empaque. Utilizando la proyección de ventas antes mencionada durante un período de 10 años, se analiza también, la diferencia en costos de utilizar la actual bandeja de EPS versus el nuevo empaque biodegradable. Para este ejercicio se utilizaron los siguientes parámetros:

Cuadro 18: Parámetros utilizados para flujo de efectivo

Financiero		
Tipo de cambio US\$-GTQ		7.69
Crecimiento ventas		3%
Costos empaque actual		
Costo bandeja EPS GT	Q	1.09
Costo bolsa máster GT	Q	0.41
Costo caja máster	Q	1.39
Costo empaque biodegradable		
Costo por bolsa individual	Q	0.03
Costo por manga	Q	0.12
Costo inserto Z	Q	0.56
Costo almacenaje		
Costo x posición seca Q(Mensual)	Q	39.22
Costo x posición congelado Q(Mensual)	Q	45.00

Como podemos observar en la siguiente tabla, existe un ahorro significativo de 42% en el costo del material de empaque biodegradable versus el empaque actual.

Cuadro 19: Comparación costo empaque biodegradable Vs. empaque EPS

COSTO DE EMPAQUE BIODEGRADABLE					COSTO EMPAQUE EPS				
Descripción	Costo	Costo total de empaque por unidad			Descripción	Costo	Costo total de empaque por unidad		
		Q					Q		
Costo bolsa individual	Q	0.03	Q	0.03	Costo bandeja EPS	Q	1.09	Q	0.11
Costo manga	Q	0.12	Q	0.01	Costo bolsa máster	Q	0.12	Q	0.00
Costo inserto "Z"	Q	0.56	Q	0.01	Costo caja máster	Q	1.39	Q	0.02
Costo caja máster	Q	1.39	Q	0.02	TOTAL			Q	0.13
TOTAL			Q	0.07					

También se tendrán ahorros significativos en lo que respecta al costo de almacenaje de material de empaque, especialmente en el costo de almacenaje de la bandeja de EPS, ya que como se mencionó anteriormente, se mantiene un inventario de seguridad equivalente a 48,000 bandejas, esto adicional al costo de almacenaje de las bandejas necesarias para cumplir con la proyección de ventas. También se identifican ahorros de almacenaje debido a que se eliminará la bolsa máster y al cambiar el cupo de *pies* por caja, hará que disminuya el inventario necesario. A continuación, se presentará el flujo de efectivo para el período de 10 años, en los que se podrán apreciar dichos costos.

Cuadro 20: Flujo de efectivo

FLUJO DE EFECTIVO												
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Inversión	Flow Pack 60 RT-M-THERMO	-Q711,437										
	Flow Pack 60 LTS-M-THERMO	-Q613,815										
	Pruebas de producción	-Q2,600										
	Servicios de instalación	-Q3,845										
	Viáticos y Gastos técnico	-Q3,000										
	Impuestos de importación											
	Flete de importación	-Q19,417										
	Seguro	-Q10,933										
	Inventario de repuestos	-Q265,050										
	Valor de Salvamento											Q132,525
Beneficios	Eliminar uso de bandeja de duroport		Q3,027,986	Q3,118,825	Q3,212,390	Q3,308,762	Q3,408,025	Q3,510,266	Q3,615,574	Q3,724,041	Q3,835,762	Q3,950,835
	Eliminar Bolsa master		Q191,171	Q196,906	Q202,813	Q208,897	Q215,164	Q221,619	Q228,268	Q235,116	Q242,169	Q249,434
	Reducción costo almacenaje seco bandejas		Q16,834	Q17,255	Q17,255	Q17,688	Q18,135	Q18,594	Q19,068	Q19,556	Q20,058	Q20,576
	Reducción costo almacenaje seco bolsa master		Q471	Q471								
	Reducción costo almacenaje congelado (BPT)		Q208,348	Q214,598	Q221,036	Q227,667	Q234,497	Q241,532	Q248,778	Q256,241	Q263,929	Q271,846
	Reducción costo almacenaje seco caja master		Q4,842	Q4,987	Q5,137	Q5,291	Q5,449	Q5,613	Q5,781	Q5,955	Q6,133	Q6,317
	Beneficio en Caja		Q643,563	Q662,870	Q682,756	Q703,238	Q724,336	Q746,066	Q768,448	Q791,501	Q815,246	Q839,703
Costos	Bolsa Individual	-Q833,391	-Q858,392	-Q884,144	-Q910,668	-Q937,988	-Q966,128	-Q995,112	-Q1,024,965	-Q1,055,714	-Q1,087,386	
	Manga	-Q344,468	-Q354,802	-Q365,446	-Q376,410	-Q387,702	-Q399,333	-Q411,313	-Q423,652	-Q436,362	-Q449,453	
	Inserto	-Q195,500	-Q201,365	-Q207,405	-Q213,628	-Q220,036	-Q226,638	-Q233,437	-Q240,440	-Q247,653	-Q255,083	
	Caja Master	-Q482,672	-Q497,152	-Q512,067	-Q527,429	-Q543,252	-Q559,549	-Q576,336	-Q593,626	-Q611,435	-Q629,778	
	Costo Almacenaje caja Master	-Q3,765	-Q3,765	-Q4,235	-Q4,235	-Q4,235	-Q4,235	-Q4,706	-Q4,706	-Q4,706	-Q5,176	
	Costo Almacenaje empaque individual	-Q471										
	Costo Almacenaje empaque manga	-Q471										
	Costo almacenaje congelado (BPT)	-Q156,261	-Q160,949	-Q165,777	-Q170,750	-Q175,873	-Q181,149	-Q186,583	-Q192,181	-Q197,946	-Q203,885	
	Consumo de energía eléctrica	-Q99,840										
	Mantenimiento maquinaria		-Q7,690	-Q7,690	-Q7,690	-Q7,690	-Q15,380	-Q15,380	-Q15,380	-Q38,450	-Q38,450	
Flujo de efectivo	-Q1,630,097	Q1,975,968	Q2,030,595	Q2,094,311	Q2,160,423	Q2,220,828	Q2,290,967	Q2,362,739	Q2,414,079	Q2,490,721	Q2,701,717	
Rubros financieros	(-) Depreciación		-Q159,030									
	Impuesto ISR		-Q454,234	-Q467,891	-Q483,820	-Q500,348	-Q515,450	-Q532,984	-Q550,927	-Q568,762	-Q582,923	-Q635,672
	(+) Depreciación		Q159,030									
Flujo de efectivo neto después de impuestos	-Q1,630,097	Q1,521,733	Q1,562,704	Q1,610,491	Q1,660,075	Q1,705,379	Q1,757,983	Q1,811,812	Q1,850,316	Q1,907,798	Q2,066,045	
TMAR	25%											
VALOR PRESENTE @ 25%		-Q1,630,097	Q1,217,387	Q1,000,130	Q824,571	Q679,967	Q558,819	Q460,845	Q379,964	Q310,432	Q256,060	Q221,840
VALOR PRESENTE ACUMULADO		-Q1,630,097	-Q412,711	Q587,420	Q1,411,991	Q2,091,957	Q2,650,776	Q3,111,621	Q3,491,585	Q3,802,017	Q4,058,077	Q4,279,917
VALOR PRESENTE NETO		Q4,279,917										
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	96%											

El costo de almacenaje de material de empaque actual estimado para el primer año es de Q21,738.00, mientras que el costo de almacenaje del nuevo empaque es de Q4,706.00, teniendo un 78% de ahorro. Esto se debe a que el material utilizado para el nuevo empaque es adquirido localmente, lo que permite tener inventarios de seguridad más bajos. Además, el empaque biodegradable, al comprarse en bobinas, ocupa menos espacio de almacenaje en comparación a la bandeja de EPS.

En el período de 10 años que consta la evaluación del proyecto, el flujo de efectivo muestra una utilidad neta positiva, dicha utilidad resulta de la diferencia entre seguir utilizando el empaque actual de bandeja EPS comparado con la utilización de empaque biodegradable, así como los gastos incurridos en cada caso. Luego de realizado el análisis se obtienen los siguientes resultados para el VPN y TIR:

Cuadro 21: Resultados de VPN y TIR

VALOR PRESENTE NETO	Q4,279,917
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	96%

Esto nos indica que el valor actual de los flujos futuros del efectivo descontados a la TMAR de 25% son muy prometedores, dato que se confirma con el valor de la tasa interna de retorno del proyecto, siendo la TIR mayor a la TMAR presentada.

H. Análisis de sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad se consideró el cambio en dos variables. Por una parte, se analizó un incremento de costo de hasta un 20% en el material de empaque biodegradable. Por otra parte, se analizó un decremento en las ventas de hasta un 20%. A continuación, los resultados de dichos análisis.

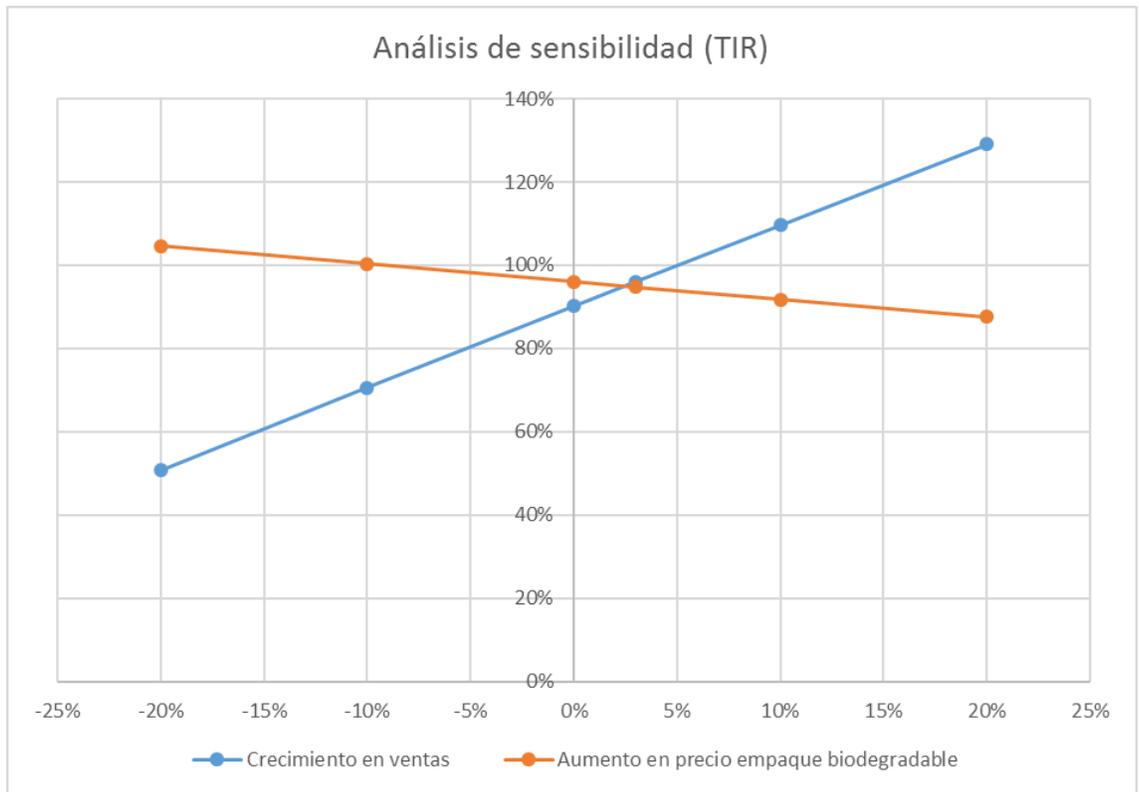
Cuadro 22: Análisis de sensibilidad ventas

Crecimiento en ventas	TIR
-20%	51%
-10%	71%
0%	90%
3%	96%
10%	110%
20%	129%

Cuadro 23: Análisis de sensibilidad costo Biofilm

Aumento en precio empaque biodegradable	TIR
-20%	105%
-10%	100%
0%	96%
3%	95%
10%	92%
20%	88%

Gráfica 4: Análisis de sensibilidad



En ambos análisis de sensibilidad se observa que el proyecto sigue siendo altamente rentable como se ve en el indicador de tasa interna de retorno.

I. Ahorros no cuantificados

Debido a que la empresa vende el producto puesto en la fábrica (EXW), y el *pie* es distribuido a diferentes clientes quienes manejan diferentes costos operativos, tanto en transporte como en almacenaje no se pueden calcular los ahorros que tendrán con cambio de empaque; sin embargo, debido a que el nuevo empaque optimiza el cupo del producto se considera que también los clientes tendrán un ahorro en costos de transporte y almacenaje, así como disminuirá el volumen de desechos.

VIII. CONCLUSIONES

1. Luego del análisis del empaque actual del *pie* congelado en toda su trayectoria desde la adquisición por la empresa hasta su desecho en los puntos de venta por los diferentes clientes, se concluye que el empaque actualmente utilizado, a pesar de que cumple su función, tiene oportunidades de mejora. Además, no hay un manejo adecuado de los desechos sólidos por lo que la bandeja de EPS se convierte en una gran fuente de contaminación.

2. Se ha logrado diseñar un nuevo empaque que cumpla con las características necesarias para el manejo adecuado del *pie* desde su producción hasta la operación en punto de venta, que además optimiza su almacenamiento y transporte, así como no deja rastros permanentes de contaminación ambiental.

3. Se realizaron pruebas con el empaque de *pie* biodegradable, tanto en la operación en planta, en transporte como en manejo en los puntos de venta. Estas pruebas se realizaron con el apoyo del proveedor de Biofilm y se empacó manualmente debido a que no se tienen las máquinas de empaque. Se hizo investigación de campo con algunos clientes con los cuales se logró validar el funcionamiento para el manejo adecuado tanto del producto como del empaque.

a. Se realizó el análisis de costos de adquisición e implementación del nuevo empaque, logrando identificar la factibilidad positiva del cambio de empaque, como se puede observar en el estado de resultados obteniendo una TIR del 96%, mayor que la TMAR de 25% esperada por la empresa. Por otra parte, se concluye que el nuevo empaque tiene aceptación de los clientes ya que el nuevo empaque no afecta su proceso operativo.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la empresa implemente el cambio de empaque de *pie* congelados, ya que este nuevo empaque no solo genera menor impacto ambiental, si no también ahorra costos.
- Se recomienda que el cambio de empaque de *pie* sea el inicio para buscar soluciones de empaque sostenible para las otras líneas de productos.
- Fortalecer los programas de fomento de desarrollo sostenible entre todos sus aliados, tanto proveedores como clientes.

X. BIBLIOGRAFÍA

Bailey Oranetes, Ana L. 2011. *Propuesta para montaje de una línea de litografía en una empresa dedicada a la elaboración de bolsa de papel*. Trabajo de investigación. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. Pp. 119

Banco de Guatemala [Web en línea] recuperado el 22 de septiembte de 2018. De: http://www.banguat.gob.gt/Publica/guatemala_en_cifras_2018.pdf

Chase, Richard B., Jacobs, F. Robert y Aquilano, Nicholass J. 2009. *Administración de Operaciones, Producción y cadena de Suministros*. 12º edición. MC Graw Hill Educación. México. Pp. 776.

E. Hicks Philip, 1999 *Ingeniería Industrial y Administración: Una nueva perspectiva*. Ed. CECSA.

Empresa Eléctrica de Guatemala. EEGSA. [Web en línea] Recuperado el 26 de septiembre de 2018. De: <http://www.eegsa.com/servicios2.php>

Herrera Juarez, Jose V. 2013. *Análisis de factibilidad para implementar un túnel de congelación en una fábrica de producción de pasteles*. Trabajo de investigación. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala Pp. 47

NIEBEL Benjamín / FREIVALDS Andris, 2001, *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12º edición. Mc Graw Hill. Educación. México. Pp. 577 Ed. Alfaomega.

Sancristán, Francisco (2003), *En busca de la eficacia del sistema de producción*. 13 Edición. Prentice Hill, México. Pp.719

Super Intendencia de Administración Tributaria SAT. Group [Web en línea] recuperado el 19 de septiembre de 2018. De <https://sites.google.com/site/elabcdelosimpuestossat/el-abc-de-los-impuestos-1/06-los-drechos-de-importacion-o-aranceles>

Synchro Group [Web en línea] Recuperado el 19 de septiembre de 2018. De: <http://synchro-group.com/en/pack-600-flow-wrapper-medium-speed-bottom-film>

Vicente. Antonio M. 2011. *Curso de manipulación de alimentos*. 1ra Edición, Pp. 260.

Winston L.Wayne, 1994, *Investigación de Operaciones: Aplicaciones y Algoritmos*. Ed. Iberoamérica.

XI. APÉNDICE

Diagrama 8: Diagrama bimanual de colocación de *pie* congelado en bandeja de EPS

Operación: Empaque manual pie congelado			Fecha: 22 de septiembre de 2018			
Nombre del operario: Marleny G			Resumen: Izquierda / Derecha			
No. de operarios: 1			Descripción: Empaque primario - colocación de pie congelado en bandeja EPS.			
Analista: Gustavo Alonzo						
Método: Presente			Tiempo total: 4.98 segundos			
Símbolo	Descripción mano izquierda	Tiempo	:	Tiempo	Descripción mano derecha	Símbolo
AL	Alcanzar bandejas	1	:	1	Alcanzar bandejas	AL
PP	Preposiciona bandejas vertical	2	:	2	Sostiene Bandejas vertical	SO
P	Pocionar bandeja	0.01	:	0.01	Componer bandeja	PP
T	Tomar pie	0.13	:	0.13	Tomar pie	T
P	Posicionar pie en bandeja	0.13	:	0.13	Posicionar pie en bandeja	P
SL	Soltar pie	0.13	:	0.13	Soltar pie	SL
T	Tomar pie	0.13	:	0.13	Tomar pie	T
P	Posicionar pie en bandeja	0.13	:	0.13	Posicionar pie en bandeja	P
SL	Soltar pie	0.13	:	0.13	Soltar pie	SL
T	Tomar pie	0.13	:	0.13	Tomar pie	T
P	Posicionar pie en bandeja	0.13	:	0.13	Posicionar pie en bandeja	P
SL	Soltar pie	0.13	:	0.13	Soltar pie	SL
T	Tomar pie	0.13	:	0.13	Tomar pie	T
P	Posicionar pie en bandeja	0.13	:	0.13	Posicionar pie en bandeja	P
SL	Soltar pie	0.13	:	0.13	Soltar pie	SL
T	Tomar pie	0.13	:	0.13	Tomar pie	T
P	Posicionar pie en bandeja	0.13	:	0.13	Posicionar pie en bandeja	P
SL	Soltar pie	0.13	:	0.13	Soltar pie	SL
T	Tomar bandeja vacía	0.01	:	0.01	Tomar bandeja llena	T
P	Posicionar bandeja vacía	0.01	:	0.01	Mover bandeja llena	M
Tiempos efectivos		4.31	:	2.33	Tiempos efectivos	
Tiempos no efectivos		0.67	:	2.65	Tiempos no efectivos	
Total tiempo		4.98	:	4.98	Total tiempo	

Diagrama 9: Diagrama bimanual colocación de bandejas en bolsa y caja máster

Operación: Empaque manual pie congelado			Fecha: 22 de septiembre de 2018			
Nombre del operario: Sergio R.			Resumen: Izquierda / Derecha			
No. de operarios: 1			Descripción: Empaque primario - Colocación bandejas en caja y bolsa master.			
Analista: Gustavo Alonzo			Tiempo total: 17.16 segundos			
Método: Presente						
Símbolo	Descripción mano izquierda	Tiempo	:	Tiempo	Descripción mano derecha	Símbolo
P	Posiciona bandeja 2 sobre bandeja 1	0.5	:	0.5	Sostiene bandeja 1	SO
P	Posiciona bandeja 3 sobre bandeja 2	0.5	:	0.5	Sostiene bandejas	SO
P	Posicionar bandejas apiladas sobre base	1	:	1	Posicionar bandejas apiladas sobre base	P
AL	Alcanzar bolsa master	0.5	:	0.5	Descanso	DES
PP	Preparar bolsa master	0.6	:	0.6	Preparar bolsa master	PP
P	Coloca bolsa en base	1.1	:	1.1	Coloca bolsa en base	P
T	Tomar bandeja llena 5	0.5	:	0.5	Tomar bandeja llena 4	T
P	Posicionar bandeja 5 sobre bandeja 4	0.5	:	0.5	Sostener bandeja llena	SO
P	Posicionar bandejas apiladas sobre bandeja 3	1	:	1	Posicionar bandejas apiladas sobre bandeja 3	P
AL	Alcanzar caja master	0.5	:	0.5	Descanso	DES
E	Ensamblar caja master	1.23	:	1.23	Ensamblar caja master	E
P	Posicionar caja master en base	1	:	1	Posicionar caja master en base	P
T	Tomar bandeja 6	0.5	:	0.5	Tomar bandeja 6	T
P	Posicionar bandeja 6 sobre bandeja 5	1	:	1	Posicionar bandeja 6 sobre bandeja 5	P
M	Mover bandejas dentro de caja	2	:	2	Sostener fondo de caja	SO
P	Posicionar caja master	0.5	:	0.5	Posicionar caja master	P
E	Ensamblar caja master	1.23	:	1.23	Ensamblar caja master	E
M	Mover caja master hacia selladora	3	:	3	Descanso	DES
Tiempos efectivos		10.06	:	4.06	Tiempos efectivos	
Tiempos no efectivos		7.10	:	13.10	Tiempos no efectivos	
Total tiempo		17.16	:	17.16	Total tiempo	

Cuadro 24: Estudio de tiempos empaque manual de *pie* congelado

Fecha: 22 de septiembre 2018			Proceso: Empaque manual			Comentario: Caja 60 unidades			Analista: Gustavo Alonzo		
Estudio No. 1			pie congelado			Unidad de medida: Segundo			Operador: Marleny G/Sergio R		
No.	Tiempo acumulado	Tiempo de individual	No.	Tiempo acumulado	Tiempo de individual	No.	Tiempo acumulado	Tiempo de individual	No.	Tiempo acumulado	Tiempo de individual
1	17.48	17.48	16	308.83	18.22	31	590.90	20.33	46	875.08	19.15
2	37.21	19.73	17	326.21	17.38	32	609.15	18.25	47	894.02	18.94
3	55.86	18.65	18	346.08	19.87	33	626.82	17.67	48	912.29	18.27
4	76.78	20.92	19	364.27	18.19	34	646.51	19.69	49	930.93	18.64
5	96.63	19.85	20	384.68	20.41	35	667.22	20.71	50	950.96	20.03
6	116.97	20.34	21	402.35	17.67	36	686.69	19.47	51	969.38	18.42
7	137.74	20.77	22	419.52	17.17	37	706.06	19.37	52	989.28	19.90
8	157.18	19.44	23	439.42	19.90	38	723.44	17.38	53	1008.91	19.63
9	176.72	19.54	24	456.69	17.27	39	740.78	17.34	54	1029.31	20.40
10	196.53	19.81	25	474.13	17.44	40	760.30	19.52	55	1050.16	20.85
11	217.05	20.52	26	492.31	18.18	41	779.82	19.52	56	1068.90	18.74
12	234.92	17.87	27	512.90	20.59	42	797.57	17.75	57	1087.74	18.84
13	254.13	19.21	28	532.88	19.98	43	816.93	19.36	58	1107.65	19.91
14	272.54	18.41	29	550.13	17.25	44	835.89	18.96	59	1125.67	18.02
15	290.61	18.07	30	570.57	20.44	45	855.93	20.04	60	1143.85	18.18
TOTAL										1143.85	
No. de observaciones										60.00	
Promedio										19.06	

Imagen 24: Cotización de máquinas propuestas

Synchro
Group

RESUMEN DE LA OFERTA (EURO)			
Ref.	Descripción	Cantidad	Precio Total
ENVOLTURA INDIVIDUAL			
60-112	Envolvedora PACK 60 RT-M-TERMO	1	50.000,00
952	Embalaje para transporte marítimo	1	3.000,00
953	Gastos FOB Puerto Europeo (Incoterms 2010)	1	1.000,00
056	Complemento por INOX Total	1	20.000,00
102	Plaquitas acompañamiento producto	1	1.875,00
XXX	Mordaza rebajada	1	2.000,00
600	Predisposición señal codificador	1	650,00
MULTIEMPAQUE			
60-132	Envolvedora PACK 60 LTS-M-TERMO	1	62.500,00
952	Embalaje para transporte marítimo	1	3.000,00
953	Gastos FOB Puerto Europeo (Incoterms 2010)	1	1.000,00
288	Plsón salida para expulsión aire	1	1.250,00
TOTAL OFERTA (FOB Puerto Europeo "Incoterms 2010")			146.275,00 €

SYNCHRO GROUP
 Molí d'en Blabe, 10-12 - Pol. Ind. Folnassa
 08110 Montcada i Reixac, Barcelona (Spain)
 Tel: (+34) 93 565 07 09 - Fax: (+34) 93 565 07 08
 info@synchro-group.com - www.synchro-group.com



100% steel free systems



100% steel free systems

