

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Análisis del proceso de fabricación de salsas en empresa alimenticia

Trabajo de graduación presentado por Pablo Andrés Contreras Alvarado para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala

2014



Análisis del proceso de fabricación de salsas en empresa alimenticia

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

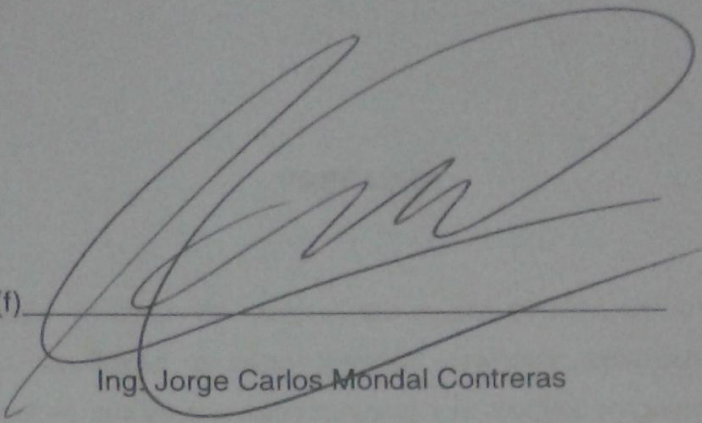
Análisis del proceso de fabricación de salsas en empresa alimenticia

Trabajo de graduación presentado por Pablo Andrés Contreras Alvarado para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

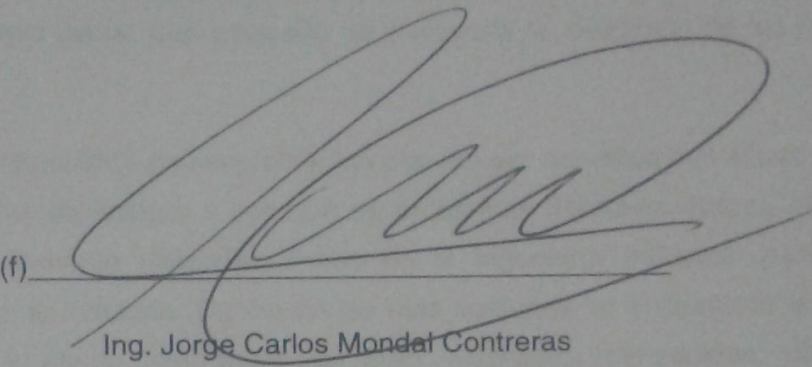
Guatemala

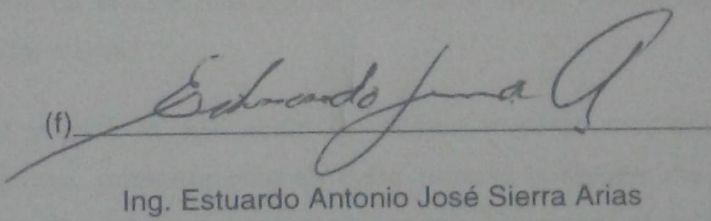
2014

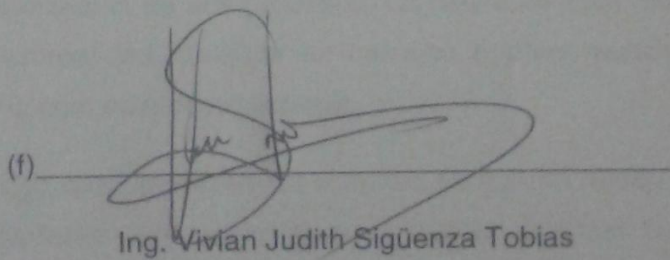
Vo.Bo.:

(f)   
Ing. Jorge Carlos Mondal Contreras

Tribunal:

(f)   
Ing. Jorge Carlos Mondal Contreras

(f)   
Ing. Estuardo Antonio José Sierra Arias

(f)   
Ing. Vivian Judith Sigüenza Tobias

Fecha de aprobación: Guatemala, 29 de enero de 2014

## PREFACIO

Hoy en día existen un sinnúmero de mejoras las cuales pueden ser implementadas en los distintos procesos que se llevan a cabo durante cualquier actividad. Basta analizarlos debidamente para determinar cuáles son esas mejoras y la medida en que éstas pueden brindar algún beneficio. Cabe mencionar que para ello es necesaria la utilización de las herramientas adecuadas.

Aproximadamente el 95% de los problemas pueden ser resueltos con el uso de un grupo de sencillas herramientas de análisis y solución de problemas (Ishikawa, Kaoru, 1960). Dichas herramientas son ampliamente utilizadas dentro de la Ingeniería Industrial para analizar y mejorar los procesos en la industria. Dentro de las más comunes se encuentran las siguientes: diagramas de causa y efecto, diagramas de flujo, diagramas bimanuales, diagramas de relaciones, y diagramas de recorridos, entre otros. Cada una contribuye a analizar un proceso desde distintos puntos de vista a manera de obtener y hacer evidentes las posibles mejoras a implementar dentro del mismo.

No obstante y para la aplicación de dichas mejoras mediante la utilización de las herramientas respectivas, primeramente se debe romper la resistencia al cambio. En muchas ocasiones actúa en detrimento del crecimiento de las empresas, al igual que del desarrollo, la optimización o la modernización de sus procesos. La causa de esta resistencia se debe a que cualquier empleado, y en realidad cualquier ser humano, prefiere realizar cualquier actividad de la manera tradicional a la cual está acostumbrado.

Por otro lado algo que presentan las mejoras es que no tienen límites, por lo tanto las mismas pueden desarrollarse continuamente para buscar alcanzar un mejor rendimiento de manera que realmente llene las expectativas de los que se ven beneficiados por los procesos en cuestión. Es por ello que se torna necesario un continuo análisis para evidenciar aquellas características susceptibles de mejoras para poder llevarlas a cabo buscando un bien cada vez mayor. Esto se resume en la base del ciclo de mejora continua (Deming, Edwards, 1989) que consiste en planear, hacer, verificar y actuar cíclicamente con el objetivo que hoy sea mejor que ayer, y mañana mejor que hoy.

Quiero agradecer a la empresa alimenticia donde se realizó este estudio y a los trabajadores involucrados en las áreas concernientes al mismo, por permitirme la realización del trabajo y por facilitarme el acceso a la información y a las áreas físicas solicitadas para llevarlo a cabo.

También quisiera agradecer a mi familia y amigos por la confianza en mi persona y el apoyo incondicional para la realización de mis metas y en especial del presente trabajo. En especial quisiera agradecer a mis padres por la oportunidad que me regalan de poder estudiar y por siempre saber sacar lo mejor de mí con su apoyo y guía.

Agradezco también a mi asesor, el ingeniero Jorge Carlos Mondal quien siempre mostró disposición para la realización y culminación del presente trabajo mediante sus conocimientos y su valioso tiempo.

Finalmente y sobre todas las cosas agradezco a Dios por la vida que me ha regalado y las experiencias y personas que la han acompañado para hacer de mí, la persona que soy al día de hoy.

## CONTENIDO

PREFACIO .....	VI
LISTA DE CUADROS .....	IX
LISTA DE GRÁFICAS.....	XI
LISTA DE IMÁGENES .....	XII
LISTA DE ESQUEMAS.....	XIV
LISTA DE DIAGRAMAS.....	XV
RESUMEN .....	XVI
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. OBJETIVOS.....	3
A. General .....	3
B. Específicos .....	3
IV. MARCO TEÓRICO .....	4
V. ANTECEDENTES.....	8
VI. PROCESO ACTUAL DE FABRICACIÓN DE SALSAS.....	12
VII. PROBLEMÁTICA ACTUAL .....	48
VIII. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	55
IX. CONCLUSIONES .....	91
X. RECOMENDACIONES.....	93
XI. BIBLIOGRAFÍA .....	94
XII. ANEXOS .....	95

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro No. 1: Simbología del diagrama de flujo de proceso (Niebel y Freivalds, 2004) .....	4
Cuadro No. 2: Simbología del diagrama bimanual (Niebel y Freivalds, 2004).....	5
Cuadro No. 3: Equipo utilizado para el proceso de fabricación de salsas .....	12
Cuadro No. 4: Costo en quetzales por litro de “salsa pizza” .....	14
Cuadro No. 5: Costo en quetzales por litro de “salsa ragú” .....	14
Cuadro No. 6: Capacidades de cocción de “salsa pizza” en marmitas .....	39
Cuadro No. 7: Capacidades de producción diarias por etapas del proceso .....	43
Cuadro No. 8: Demanda promedio de litros diarios de salsa (actual y proyectada a 5 años) .....	43
Cuadro No. 9: Demanda pico de litros diarios de salsa (actual y proyectada a 5 años).....	44
Cuadro No. 10: Capacidades requeridas para cubrir demandas diarias promedio .....	45
Cuadro No. 11: Capacidades requeridas para cubrir demandas pico.....	46
Cuadro No. 12: Alternativas propuestas .....	55
Cuadro No. 13: Equipo adecuado de protección a adquirir.....	57
Cuadro No. 14: Costo de indumentaria .....	57
Cuadro No. 15: Inversión inicial con alternativa 0 .....	61
Cuadro No. 16: Flujo de efectivo después de impuestos con alternativa 0.....	61
Cuadro No. 17: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 0 .....	62
Cuadro No. 18: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 0.....	63
Cuadro No. 19: Ahorro en tiempo y costos (anuales) al prescindir de actividades listadas.....	70
Cuadro No. 20: Valor de recuperación de maquinaria en desuso.....	71
Cuadro No. 21: Ahorro en material de empaque .....	72
Cuadro No. 22: Comparación de velocidades de operación de llenado, sellado y cortado (hombre vs máquina) .....	73
Cuadro No. 23: Demanda actual y proyectada para la etapa de llenado, empaclado y sellado....	73
Cuadro No. 24: Inversión inicial con alternativa 1 .....	75
Cuadro No. 25: Ingresos por venta de maquinaria en desuso .....	75
Cuadro No. 26: Flujo de efectivo después de impuestos con alternativa 1.....	76
Cuadro No. 27: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 1 .....	77

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro No. 28: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 1 .....	78
Cuadro No. 29: Ahorro en tiempo y costos (anuales) al prescindir de actividades listadas .....	82
Cuadro No. 30: Valor de recuperación de maquinaria en desuso.....	83
Cuadro No. 31: Comparación de velocidades de operación de llenado, empacado y sellado (hombre vs llenadora vs demanda) .....	84
Cuadro No. 32: Inversión inicial con alternativa 2 .....	86
Cuadro No. 33: Ingresos por venta de maquinaria en desuso .....	86
Cuadro No. 34: Flujo de efectivo después de impuestos con alternativa 2.....	86
Cuadro No. 35: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 2 .....	88
Cuadro No. 36: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 2.....	89
Cuadro No. 37: Flujo de efectivo Incremental entre alternativas.....	90

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica</b>	<b>Página</b>
Gráfica No. 1: Demanda diaria promedio (actual y proyectada) .....	44
Gráfica No. 2: Demanda pico diaria (actual y proyectada) .....	44
Gráfica No. 3: Comportamiento de demanda anual .....	45
Gráfica No. 4: Período de recuperación – alternativa 0.....	61
Gráfica No. 5: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 0 .....	63
Gráfica No. 6: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 0 .....	64
Gráfica No. 7: Cambios en costos por bolsa con alternativa 1 .....	72
Gráfica No. 8: Cambios en tiempos de empacado con alternativa 1 .....	74
Gráfica No. 9: Cambios en el tiempo de ciclo de operación de llenado, empacado y sellado con alternativa 1 .....	74
Gráfica No. 10: Comparación de costos por litro de salsas con adquisición de maquinaria.....	76
Gráfica No. 11: Período de recuperación – alternativa 1 .....	76
Gráfica No. 12: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 1 .....	78
Gráfica No. 13: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 1 .....	79
Gráfica No. 14: Cambios en el tiempo de ciclo de operación de llenado y empaque con alternativa 2 .....	85
Gráfica No. 15: Cambios en tiempos de empacado con alternativa 2 .....	85
Gráfica No. 16: Período de recuperación – alternativa 2.....	87
Gráfica No. 17: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 2 .....	89
Gráfica No. 18: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 2 .....	90

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen	Página
Imagen No. 1 – Canastas plásticas y tarimas para producción del día.....	16
Imagen No. 2 – Descarga del chiller .....	16
Imagen No. 3 – Documento de registro para traslado de producto de cocina a almacén .....	17
Imagen No. 4 – Hoja de producción en litros de salsas .....	20
Imagen No. 5 – Balanza para verificación de peso de bolsas llenas .....	21
Imagen No. 6 – Bolsas plásticas utilizadas con doblez .....	21
Imagen No. 7 – Bolsas y canastas (tipo 1 y 2) plásticas utilizadas .....	21
Imagen No. 8 – 2 canastas plásticas utilizadas (tipo 1 y 2).....	21
Imagen No. 9 – Descarga desde marmita 1 hacia burula .....	22
Imagen No. 10 – Cambio de burula llena por vacía .....	22
Imagen No. 11 – Traslado de burula llena al área de empaque .....	22
Imagen No. 12 – Olla industrial.....	23
Imagen No. 13 – Operación de llenado con operarios 1 y 2 .....	24
Imagen No. 14 – Obtención de salsa por medio de taza medidora .....	24
Imagen No. 15 – Vertido de salsa en bolsa.....	24
Imagen No. 16 – Rellenado de olla con salsa de burulas (vista trasera) .....	25
Imagen No. 17 – Rellenado de olla con salsa de burulas (vista lateral).....	25
Imagen No. 18 – Grapas industriales para el cerrado de las bolsas .....	25
Imagen No. 19 – Engrapadora neumática industrial .....	25
Imagen No. 20 – Operación de engrapado neumático y basurero adyacente .....	26
Imagen No. 21 – Canastas metálicas a la medida del chiller (28 bolsas de 8 L por canasta) .....	27
Imagen No. 22 – Chiller para choque térmico y enfriamiento de salsas .....	27
Imagen No. 23 – Machotes electrónicos modificables en fechas de producción y vencimiento... ..	29
Imagen No. 24 – Retirada manual de bolsas del chiller .....	29
Imagen No. 25 – Retirada manual de bolsas del chiller (2).....	29
Imagen No. 26 – Etiquetado de bolsas de en canastas plásticas .....	29
Imagen No. 27 – Burulas donde se descarga la salsa pizza .....	39
Imagen No. 28 – Marmitas industriales (4).....	39

<b>Imagen</b>	<b>Página</b>
Imagen No. 29 – Fuerza al jalar (en lb y kg) a la altura de la cintura aceptable para hombres y mujeres promedio (I = Inicial, S = Sostenido).....	49
Imagen No. 30 – Peso máximo (en lb y kg) aceptable para hombres y mujeres promedio levantando cajas con agarraderas.....	50
Imagen No. 31 – Chiller adicional de mayor capacidad .....	58
Imagen No. 32 – Hornilla industrial adicional .....	59
Imagen No. 33 – Máquina llenadora y selladora de bolsas modelo GWTG XD-2000 GDX (Dimensiones: 2160 mm de alto x 1050 mm de ancho x 3030 mm de largo) ....	66
Imagen No. 34 – Bobina de plástico para bolsas .....	72

**LISTA DE ESQUEMAS**

<b>Esquema</b>	<b>Página</b>
Esquema No.1 – Procedimiento general para el llenado de salsas .....	9

## LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama	Página
Diagrama No. 1 – Diagrama de Ishikawa o de Pescado (Niebel y Freivalds, 2004).....	6
Diagrama No. 2 – Preparación inicial de operarios .....	15
Diagrama No. 3 – Procedimiento de fabricación de “salsa pizza” .....	19
Diagrama No. 4 – Diagrama de Flujo del Proceso de Llenado de “salsa pizza” .....	31
Diagrama No. 5 – Diagrama Bimanual del Proceso de Llenado de salsa pizza .....	32
Diagrama No. 6 – Procedimiento de fabricación de “salsa ragú” .....	33
Diagrama No. 7 – Diagrama de Flujo del Proceso de Llenado de “salsa ragú” .....	36
Diagrama No. 8 – Diagrama Bimanual del Proceso de Llenado de salsa ragú .....	37
Diagrama No. 9 – Diagrama de Recorridos del Proceso de Llenado de Salsas .....	40
Diagrama No. 10 – Diagrama de Causa y Efecto del proceso de llenado de salsas .....	54
Diagrama No. 11 – Localización del chiller adicional .....	58
Diagrama No. 12 – Ubicación de hornilla adicional entre áreas de fuegos y marmitas .....	59
Diagrama No. 13 – Distribución de espacios en área de llenado y empaque con máquina .....	66
Diagrama No. 14 – Recorrido de la salsa desde marmitas hacia máquina llenadora (vista lateral) .....	67
Diagrama No. 15 – Detalle de conexión entre depósitos elevados .....	68
Diagrama No. 16 – Detalle de conexión entre depósitos elevados (vista trasera) .....	69
Diagrama No. 17 – Distribución de espacios en área de llenado y empaque con depósitos y llenadora de pistón.....	80
Diagrama No. 18 – Recorrido de salsas desde marmitas y ollas hacia llenadora de pistón.....	81

## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es determinar la mejor alternativa para mejorar el proceso de fabricación de salsas en una empresa por medio de métodos y maquinaria adecuados. Para ello se identifica mediante la observación y análisis del proceso *in situ*, es decir, en la planta de producción, la cual se dedica a la manufactura y distribución de alimentos para restaurantes de platillos predominantemente italianos, como por ejemplo: pizzas y pastas.

Debido a la calidad del producto, a las condiciones del mercado, las cuales exigen un control cuidadoso de los costos de las salsas que se producen en esta empresa, y al deseo de automatizar el proceso se plantea contar con una máquina llenadora que reúna los requisitos para lograr lo siguiente:

- una operación más eficiente,
- una reducción efectiva de costos,
- mejorar la calidad del producto reduciendo los riesgos asociados,
- y promover la seguridad de los trabajadores.

Para ello se realiza un análisis del estado actual del proceso mediante una profunda observación del mismo. Dicha observación asiste en la realización de diagramas de operaciones, diagramas de flujo, diagramas bimanuales, diagramas de recorridos y un diagrama de causa y efecto para detectar los problemas concernientes al ineficiente proceso de llenado de salsas. A partir del análisis de los diagramas mencionados, se desarrollan dos alternativas opcionales y una obligatoria con el objetivo de mejorar el proceso en las áreas que lo necesitan.

La razón de este proyecto nace gracias a las prácticas realizadas en mencionada empresa alimenticia durante el período de enero a mayo del año 2012. En dichas prácticas se observó que el llenado de salsas es un proceso predominantemente manual, por lo que se pensó en la posibilidad de transformarlo en uno más automatizado mediante maquinaria adecuada.

Como primer paso se realizó el análisis del proceso de fabricación actual y se determinaron: tiempos, procesos, métodos y costos. Luego se investigó sobre la tecnología disponible a tomar en cuenta para la llenadora, además de investigar sobre las opciones que

ofrece el mercado y las utilizadas en la industria. Además se optó por establecer dos alternativas similares que poseen adquisiciones adicionales a las imprescindibles que cubren las necesidades de acuerdo a la demanda actual y proyectada. Finalmente se determina la viabilidad y factibilidad de las alternativas propuestas, que, si bien ambas lo son, una requiere más inversión.

## I. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este trabajo radica en realizar un estudio del proceso de fabricación de salsas dentro de una empresa alimenticia. Con ello se pretende determinar la viabilidad económica de la adquisición de maquinaria con ciertas características que ayuden a convertir mencionado proceso en uno más eficiente, y que en el mejor de los casos reduzca los costos de llevar a cabo el mismo y sus respectivos cuellos de botella que atrasan la producción. Además se busca que promueva la seguridad industrial de los operarios involucrados.

El proceso en el cual se enfoca el presente trabajo, da inicio en la fabricación de las salsas, es decir la mezcla y el cocimiento de sus ingredientes respectivos previamente preparados, y termina una vez las bolsas con salsa, es decir el producto final, está empacado, identificado y listo para ser trasladado fuera del área de cocina. De acuerdo a lo anteriormente mencionado, el almacenamiento y/o distribución final de las bolsas, exceden el alcance del mismo.

Actualmente la empresa alimenticia cuenta con partes del proceso como el llenado y empacado de las salsas, el cual se lleva a cabo de manera predominantemente manual. Por lo tanto se optó por buscar automatizar en cierta medida el mismo mediante maquinaria adecuada que se acoplara a las necesidades requeridas. Para ello se realizaron diagramas descriptivos del proceso con los cuales se identificaron aquellos puntos de mejora, de los cuales se partiría para la elección de la maquinaria adecuada.

En el primer capítulo del presente trabajo se describe la situación actual del proceso utilizado por la empresa para el proceso de fabricación de salsas. Dicha descripción se basa en la observación del *modus operandi*<sup>1</sup> de los operarios durante la realización real del proceso llenado de salsas. Adicionalmente se analiza el proceso mediante diagramas y costos incurridos.

En el segundo capítulo se muestra la problemática actual concerniente al proceso de llenado de salsas y las consecuencias de la misma.

En el tercer capítulo se proponen y analizan dos alternativas con el objetivo de lograr solucionar los problemas mencionados en el capítulo anterior.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de acuerdo a las alternativas analizadas.

---

<sup>1</sup> *Modus operandi* (latín) se refiere a la forma de actuar o proceder de una o varias personas.

## II. JUSTIFICACIÓN

La razón inicial de la cual se derivó el llevar a cabo este trabajo se debe a que es un proceso productivo dentro de la empresa con etapas predominantemente manuales. Por lo tanto con el presente trabajo se busca determinar si debería ser así, ya que conlleva una serie de actividades con mucha repetitividad, la cual pudiera erradicarse con la maquinaria adecuada. Además se busca determinar si esta automatización puede contribuir a ofrecer un producto de mayor calidad a un menor costo mediante el establecimiento de procedimientos con márgenes de error más reducidos y mediante la agilización del proceso de llenado y empaquetado conjuntamente con la promoción de la seguridad de los operarios.

Durante las prácticas realizadas, se observó que los operarios presentaban problemas a la hora de llenar las bolsas de salsas de los planes diarios de producción. En primer lugar mostraban dificultad para realizar el llenado, ya que la salsa es empacada recién cocinada. De acuerdo a ello la temperatura a la cual se encuentra la salsa, está cercana a los 80 grados Celsius. Por lo tanto se dificulta la manipulación de las bolsas y la taza medidora al momento de verter la salsa, debido a los riesgos por quemaduras y/o riesgos por desperdicio de producción a consecuencia del manejo brusco y rápido del producto y su correspondiente empaque. Cabe mencionar que los operarios únicamente utilizan guantes delgados, ya sea de látex y/o vinilo, los cuales no protegen lo suficiente contra las altas temperaturas a las cuales se encuentra el producto.

Por otro lado se observó que el tiempo que los operarios utilizan vertiendo las salsas manualmente podría reducirse considerablemente si se contara con una máquina que ya tuviera programada la cantidad de salsa a verter según presentación, la cual sería descargada directamente a las bolsas respectivas. Además, durante una entrevista sostenida con la gerente del área de control de calidad e investigación y desarrollo, ella manifestó la necesidad de este estudio para beneficio del proceso productivo dentro de la misma en términos de reducción de costos, tiempos de proceso y optimización de recursos.

Para lograr establecer el beneficio que pudiese aportar la maquinaria, se detectaron aquellos riesgos y/o problemas dentro del proceso, los cuales debían reducirse y en el mejor de los casos erradicarse con la maquinaria propuesta. Para tal objetivo se estudió el proceso poniendo especial énfasis en las operaciones de llenado y empaquetado de la salsa en bolsas, no obstante a lo largo del análisis se detectó que las operaciones de producción y enfriamiento poseían debilidades. Si bien ambas alternativas propuestas resultaron ser viables económicamente, la segunda conlleva una inversión mayor, pero ahorros menores en comparación con la primera, la cual contempla la adquisición de una máquina llenadora y selladora de bolsas.

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. General**

Determinar la mejor alternativa para la mejora del proceso de fabricación de salsas en una empresa dedicada a la manufactura y distribución de alimentos por medio de métodos y maquinaria adecuados a sus necesidades.

#### **B. Específicos**

1. Determinar aquellos puntos dentro del proceso de fabricación de salsas que generen pérdidas de cualquier índole, ya sea de tiempo o monetarias, que pudieran ser objeto de mejora
2. Establecer las características de la maquinaria necesaria para mejorar el proceso.
3. Evaluar la viabilidad económica de la implementaciones adecuadas según las necesidades del proceso
4. Mejorar la seguridad industrial de los operarios involucrados dentro del proceso
5. Aumentar la capacidad del cuello de botella del proceso para cubrir demanda actual y futura a 5 años

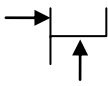
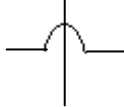







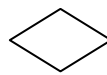
#### IV. MARCO TEÓRICO

##### A. Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos tiene por objetivo el aumento de la productividad, confiabilidad y seguridad de una empresa por medio de la simplificación del trabajo. Esta se logra mediante un buen diseño previo de las mismas, en el cual se busca adaptar las tareas (previamente analizadas, mejoradas y estandarizadas) al operario tomando en cuenta su seguridad e higiene. Como consecuencia también se busca el disminuir el costo por unidad producida llevando a cabo un seguimiento de los procesos establecidos y realizados para encontrar posibles mejoras a implementar en la fabricación del producto, aumentando simultáneamente su calidad. (Niegel y Freivalds, 2004)

1. **Diagrama de flujo de proceso.** Este diagrama permite registrar todas aquellas operaciones y/o actividades que conforman un proceso, tanto las que agregan valor como las que no lo hacen. Esto se logra mostrando todos aquellos movimientos que realiza el producto al ser sometido al proceso en cuestión. Para la realización de estos diagramas se utilizan distintas convenciones de líneas verticales y horizontales, las cuales indican el flujo del proceso, además de ciertos símbolos, los cuales indican el tipo de actividad a realizarse. (Niegel y Freivalds, 2004)

**Cuadro No. 1: Simbología del diagrama de flujo de proceso**

<p><b>Unión</b></p> <p>flujo vertical →</p>  <p>línea de conexión horizontal</p>	<p><b>Sin unión</b></p> 
<p><b>Rutas alternativas</b></p> 	<p><b>Retrabajo o reproceso</b></p> 
<p><b>Operación</b></p> 	<p><b>Transporte</b></p> 
<p><b>Almacenamiento</b></p> 	<p><b>Demora</b></p> 
<p><b>Inspección</b></p> 	<p><b>Decisión</b></p> 

(Fuente: Niegel y Freivalds, 2004)

**2. Estudio de movimientos.** Este análisis comprende la observación meticulosa de los movimientos realizados por un operario al llevar a cabo determinada actividad, con el propósito de eliminar o por lo menos reducir aquellos movimientos no efectivos, además de facilitar y agilizar los que sí son efectivos. Como consecuencia de esto se obtiene una mayor efectividad y una tasa de producción más elevada. Para la realización de dicho estudio se emplea un diagrama de proceso bimanual, el cual consiste en registrar los movimientos realizados por medio de los llamados “therbligs” junto con sus tiempos de duración respectivos. Estos “therbligs” son los denominados “movimientos básicos”, los cuales se dividen en efectivos y no efectivos, lo cual, a mi criterio, crea una analogía con las actividades que agregan valor dentro de un proceso y las que no lo hacen. (Niebel y Freivalds, 2004)

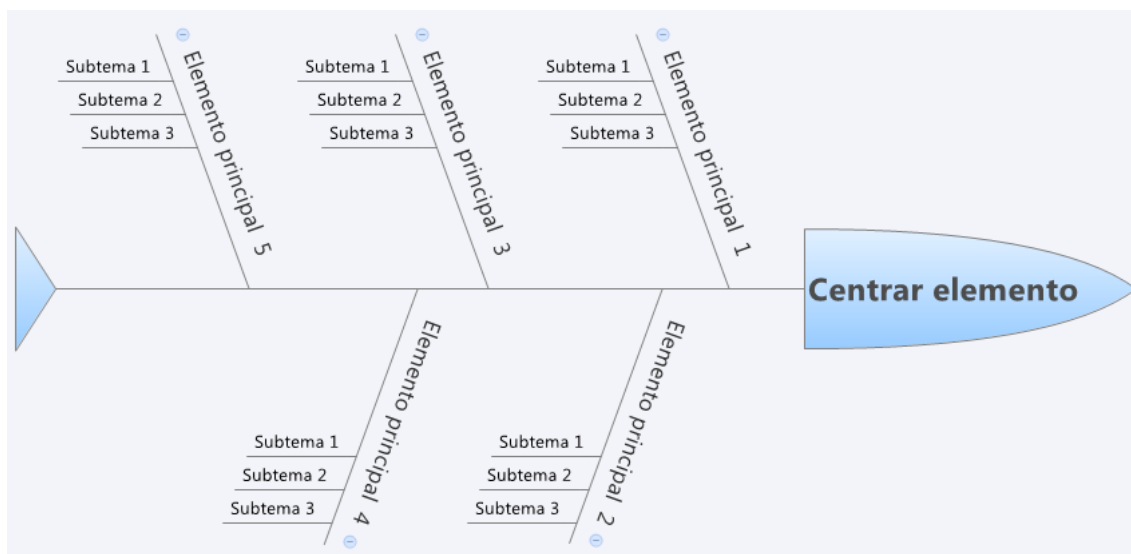
**Cuadro No. 2: Simbología del diagrama bimanual**

Therbligs efectivos		Therbligs no efectivos	
Therblig	Símbolo	Therblig	Símbolo
Alcanzar	AL	Buscar	B
Mover	M	Seleccionar	SE
Tomar	T	Posicionar	P
Soltar	S	Inspeccionar	I
Preposicionar	PP	Planear	PL
Usar	U	Retraso inevitable	RI
Ensamblar	E	Retraso evitable	RE
Desensamblar	DE	Descanso para contrarrestar la fatiga	D
		Sostener	SO

(Fuente: Niebel y Freivalds, 2004)

**3. Diagrama de causa y efecto o diagrama de pescado (Niebel y Freivalds, 2004).** Esta herramienta exploratoria es utilizada para la búsqueda de soluciones a problemas mediante la identificación de aquellos elementos que los provocan directa o indirectamente. La misma se basa en un diagrama con forma de pescado, donde la “cabeza” refleja el problema no deseado, y las “espinas”, los factores o causas que contribuyen a su manifestación desde los distintos puntos de vista desde los cuales puede ser analizado el inconveniente.

**Diagrama No. 1 – Diagrama de Ishikawa o de Pescado**



(Fuente: Niebel y Freivalds, 2004)

## **B. Ingeniería económica**

La ingeniería económica es una disciplina que busca darle un significado al valor del dinero en el tiempo de acuerdo a fluctuaciones de dinero y tasas de interés, de manera que se formulen, estimen y evalúen ciertos resultados, que al momento de existir alternativas disponibles para llevar a cabo una decisión que implique valores monetarios, permita una toma de decisiones con mejor criterio. (Blank y Tarquin, 2006)

**1. Costos.** Los costos básicamente son aquellas actividades que requieren desembolsos de dinero, ya sean implícita o explícitamente, para la realización de un proceso determinado, el cual tiene por objetivo final generar ingresos mediante la satisfacción de los clientes. (Blank y Tarquin, 2006)

**2. Valor del dinero en el tiempo.** Este concepto permite crear estimaciones y escenarios a futuro de lo que se espera que ocurra, para poder llevar a cabo una toma de decisiones más certera de acuerdo a ciertas predicciones que influyen en ellas. (Blank y Tarquin, 2006)

## **C. Mecánica de fluidos**

Esta sub-categoría de la mecánica, es decir, de la rama que estudia los cuerpos tanto en movimiento como en reposo, se define como una ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento, y la interacción de éstos con sólidos y otros fluidos en las fronteras. (Cengel y Cimbala, 2006)

**1. Bombas centrífugas.** Estas son un tipo de bombas rotativas e hidráulicas que transforman la energía mecánica de un impulsor. El fluido entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, que por el contorno de su forma lo conduce hacia las tubuladuras de salida o hacia el siguiente rodete. (Cengel y Cimbala, 2006)

**2. Llenadora de pistón.** Ésta es básicamente una máquina neumática, la cual por medio de una entrada de aire comprimido y un pistón permite el flujo de un fluido a través de un conducto durante una determinada cantidad de tiempo o de volumen. (Cengel y Cimbala, 2006)

#### **D. Estadística**

La estadística estudia la recolección, análisis e interpretación de datos de una muestra representativa, ya sea para ayudar en la toma de decisiones o para explicar condiciones regulares o irregulares de algún fenómeno o estudio aplicado, de ocurrencia en forma aleatoria o condicional. (Devore, 2008)

**1. Muestreo.** Determinación del tamaño de sujetos extraídos de una población que son necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la misma. (Devore, 2008)

## V. ANTECEDENTES

La empresa alimenticia en la cual se realizó el estudio manufactura una amplia variedad de salsas de distintos sabores, colores y texturas para el consumo humano. Estas salsas son utilizadas, ya sea como aderezos o ingredientes principales de platillos para sus propios restaurantes, quienes adquieren mencionados productos. Dicha empresa<sup>2</sup> posee dos tipos de salsas “principales”, las cuales poseen la rotación más alta dentro del proceso productivo de la misma: “salsa pizza” y “salsa ragú”.

Semanalmente la producción en cocina está destinada en un 35.6% y en un 28.1% respectivamente a dichas salsas. La suma de ambas equivale a un 63.7% de la producción total. Por esta razón se decidió analizar en el presente trabajo los procesos de fabricación concernientes a ambas salsas.

Ambas salsas poseen una receta “de la casa”<sup>3</sup>, la cual las distingue de cualquier otra que pudiera encontrarse en el mercado. Esto se debe a la mezcla de sus selectos y específicos ingredientes. La base de ambas salsas es la “salsa pizza”, la cual consta de una específica combinación de:

- ✓ sal de cocina,
- ✓ ajo en polvo,
- ✓ azúcar,
- ✓ benzoato de sodio,
- ✓ pimienta negra molida,
- ✓ orégano puro,
- ✓ pasta de tomate importada, y
- ✓ jarabe de post-mix para agua gaseosa sabor cola.

---

<sup>2</sup> “Empresa” se le llamara de aquí en adelante a la empresa alimenticia objeto de estudio de este trabajo

<sup>3</sup> “de la casa” se refiere a una receta elaborada por la propia empresa.

La diferencia entre ambas radica en que la “salsa ragú” posee una segunda especial y adicional salsa llamada “ragú”, la cual es cocinada aparte y combinada con la “salsa pizza” durante el proceso de llenado. La receta del “ragú” consta de cantidades específicas y selectas de:

- ✓ carne molida,
- ✓ chile pimiento,
- ✓ cebolla,
- ✓ zanahoria,
- ✓ aceite,
- ✓ mantequilla,
- ✓ apio picado
- ✓ ejote y
- ✓ albahaca.

Por lo tanto para la fabricación de “salsa ragú” es necesario agregarle al “ragú”, cierta medida de “salsa pizza”, la cual se le agrega posteriormente durante el proceso de llenado. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la “salsa ragú” es una modificación de la “salsa pizza” con el “ragú” como ingrediente adicional. Adicionalmente cabe mencionar que ambas salsas poseen un tiempo de vida aconsejado por el departamento de control de calidad de 2 meses.

El proceso de llenado de salsas consta de 5 pasos generales los cuales se describen a continuación:



1. El proceso inicia con la producción de salsas mediante su mezcla de ingredientes y cocimiento,
2. luego se trasladan las salsas cocinadas al área de empaque;
3. en el área de empaque se realiza el llenado de bolsas con las salsas producidas y se cierran las mismas;
4. como siguiente punto las salsas empacadas y cerradas pasan a ser enfriadas;
5. y finalmente las bolsas de salsas son etiquetadas e identificadas para pasar a ser almacenadas.

La empresa ha ido evolucionando en su proceso de llenado de salsas a lo largo de su historia utilizando diferentes tipos de recipientes para dosificarla y distribuirla a la cadena de restaurantes a la cual ésta provee. En un principio solían utilizar unos denominados “bidones”, los cuales básicamente eran recipientes plásticos, duros y cilíndricos, de grandes dimensiones para el empaque, almacenamiento y transporte de las salsas, no obstante este tipo de empaque generaba distintos problemas. Por un lado era impráctico debido a su gran tamaño (radio y altura de 13 y 60 centímetros respectivamente), y por otro, ocupaba demasiado espacio (volumen de 31,855 centímetros cúbicos) tanto en almacén<sup>4</sup>, como en los medios de transporte y los restaurantes. Además higiénicamente era más riesgoso debido a la incesante utilización y rotación de los mismos, puesto que podían desarrollar microorganismos patógenos en sus interiores comprometiendo el estado del producto<sup>5</sup> y consecuentemente la salud de los consumidores.

Debido a lo mencionado anteriormente, la empresa decidió cambiar el tipo de empaque utilizado y optó por la utilización de una bolsa plástica con características especiales, la cual en un principio importaban de los Estados Unidos, más hoy en día, lo hacen de México, pues representa un menor costo. Este plástico posee la característica de practicidad, pues es fácil de almacenar y distribuir. También es resistente tanto a la alta temperatura que alcanzan las salsas producidas, como a la manipulación (a veces un tanto brusca por parte de los operarios), además de ser un material bastante flexible, lo que facilita su manejo.

El hecho de utilizar plástico también facilita la transferencia de calor para el proceso posterior al empaque, el cual consta de un choque térmico por medio de un tanque enfriador de

---

<sup>4</sup> El término “almacén” o “bodega” se utilizará indistintamente para referirse al sitio físico donde se almacena el producto terminado; para efectos del presente trabajo, las salsas.

<sup>5</sup> El término “producto” se utilizará de aquí en adelante para hacer referencia de manera indistinta a cualquiera de los 2 tipos de salsa objetos de este estudio.

agua denominado “chiller”. Otro dato importante es que el plástico, por ser un material flexible, ocupa un 40% menos volumen que cualquier otro tipo de envasado rígido (según las especificaciones de la empresa proveedora de las mismas). Además no posee extremos y/o esquinas puntiagudas, lo cual previene que se corten las bolsas entre sí al momento de darse algún tipo de manipulación directa o indirecta.

Actualmente el área de llenado y empaque de salsas cuenta con un depósito para “salsa pizza” (con capacidad de 580 litros aproximadamente) elevado a 2.5 metros. Además también cuenta con una llenadora neumática de pistón por volumen. Esta maquinaria se dejó de utilizar debido a fallas mecánicas y falta de mantenimiento. En primer lugar la llenadora requería constante calibración, por lo que resultaba complicado para los operarios realizar dicho ajuste durante la etapa de llenado. Adicionalmente la bomba que transportaba la salsa hacia el depósito tenía fugas de aceite lo cual en ocasiones comprometió la integridad del producto.





## VI. PROCESO ACTUAL DE FABRICACIÓN DE SALSAS

El proceso actual de llenado de salsas, es un proceso repetitivo que se realiza a lo largo de cada jornada laboral dentro de la fábrica, la cual consta de 8 horas (de 7 de la mañana a 4 de la tarde, con una hora de almuerzo a las 12 del medio día). Durante este proceso interactúan 4 operarios quienes se encargan de realizar las distintas actividades requeridas en el área destinada para mencionado proceso utilizando diferente maquinaria, utensilios e implementos.

### A. Descripción del equipo utilizado

El equipo utilizado casi siempre es el mismo, dependiendo de la producción diaria si se utilizará más o menos.

**Cuadro No. 3: Equipo utilizado para el proceso de fabricación de salsas**

Ilustración	Tipo de equipo	Descripción
	<b>4 marmitas industriales</b> (3 con llaves de bola y 1 con llave de compuerta)	En ellas se produce, mezcla y cocina la “salsa pizza” que se descarga a las burulas <sup>6</sup> plásticas.
	<b>Burulas plásticas</b> (entre 9 y 10 de aprox. 15 galones o 56.8 litros)	Reciben la “salsa pizza” de las marmitas y son transportadas al área de empaque para luego ser vaciadas en una olla industrial conforme se requiera.
	<b>Ollas industriales</b> de 108 litros (1 para el llenado de bolsas de “salsa pizza” y 6 o más para el ragú según lote de producción <sup>7</sup> del día)	En ellas se cocina el ragú y se vierte la “salsa pizza” para su posterior vertido dentro de las bolsas.
	<b>2 máquinas neumáticas engrapadoras industriales</b> (una se encuentra en desuso por falta de conexión a fuente de aire comprimido)	Por medio de aire comprimido y grapas metálicas, sellan las bolsas con producto.

<sup>6</sup> “Burula” es el término utilizado por el personal de la empresa para referirse al contenedor plástico azul de forma elipsoidal con cortes transversales en sus extremos.

<sup>7</sup> Lote de producción se refiere a la producción diaria de un producto, por lo tanto el número diario de ollas necesario para el ragú se calcula dividiendo el número de litros de “salsa ragú” del día por 624 litros, que corresponde a la “salsa ragú” que se obtiene de cada 3 ollas de ragú. Cabe mencionar que el ragú se cocina en grupos de 3 ollas.

**Continuación de Cuadro No. 3: Equipo utilizado para el proceso de fabricación de salsas**

Ilustración	Tipo de equipo	Descripción
	<p>e) <b>Bolsas plásticas</b> calibre 600 de 10 pulgadas de ancho por 30 pulgadas de largo para empaque de 8 litros</p>	<p>Permiten el empaque, almacenado y distribución del producto.</p>
	<p>f) <b>Guantes de vinilo</b></p>	<p>Protege la inocuidad de los alimentos.</p>
	<p>g) <b>Cofia o redecilla para el cabello</b></p>	<p>Protege la inocuidad de los alimentos.</p>
	<p>h) <b>Mascarilla para la boca</b></p>	<p>Protege la inocuidad de los alimentos.</p>
	<p>i) <b>Botas de hule</b></p>	<p>Protege la integridad física de los operarios y evitan incidentes o accidentes debido al suelo mojado o húmedo.</p>
	<p>j) <b>Cinchos lumbares</b></p>	<p>Protege la integridad física de los operarios y previenen lesiones lumbares o de disco por el levantamiento o la manipulación de cargas pesadas, en este caso, burulas u ollas con producto.</p>
	<p>k) <b>Bata o delantal</b></p>	<p>Protege la vestimenta de los operarios de manchas por manipulación del producto, y su integridad física de quemaduras por manipulación de producto.</p>

## B. Costo actual de fabricación de salsas

El costo actual de llenado de salsas se establece por medio de los recursos y la mano de obra utilizada para este efecto. No obstante otros se basan en porcentajes derivados de los costos totales de las distintas áreas, actividades y/o recursos (tanto de personal como de materias primas) del área de producción. Estos son los gastos directos de fabricación que representan un 4.75% y el costo de almacenaje y distribución que representa un 10%, puesto que por compartir recursos, dichos costos se reparten dependiendo de una estimación porcentual de utilización determinada por la gerencia de producción.

A continuación se detallan los costos actuales en quetzales por litro para la elaboración de “salsa pizza” y “salsa ragú”.

**Cuadro No. 4: Costo en Quetzales por litro de “salsa pizza”**

Materia prima	Q 2.59
Material de empaque	Q 0.52
Mano de obra	Q 0.46
Gastos indirectos de fabricación (gas propano)	Q 0.10
Gastos directos de fabricación	Q 0.17
Costo de almacenaje y distribución	Q 0.39
<b>Costo total</b>	<b>Q 4.23</b>

**Cuadro No. 5: Costo en Quetzales por litro de “salsa ragú”**

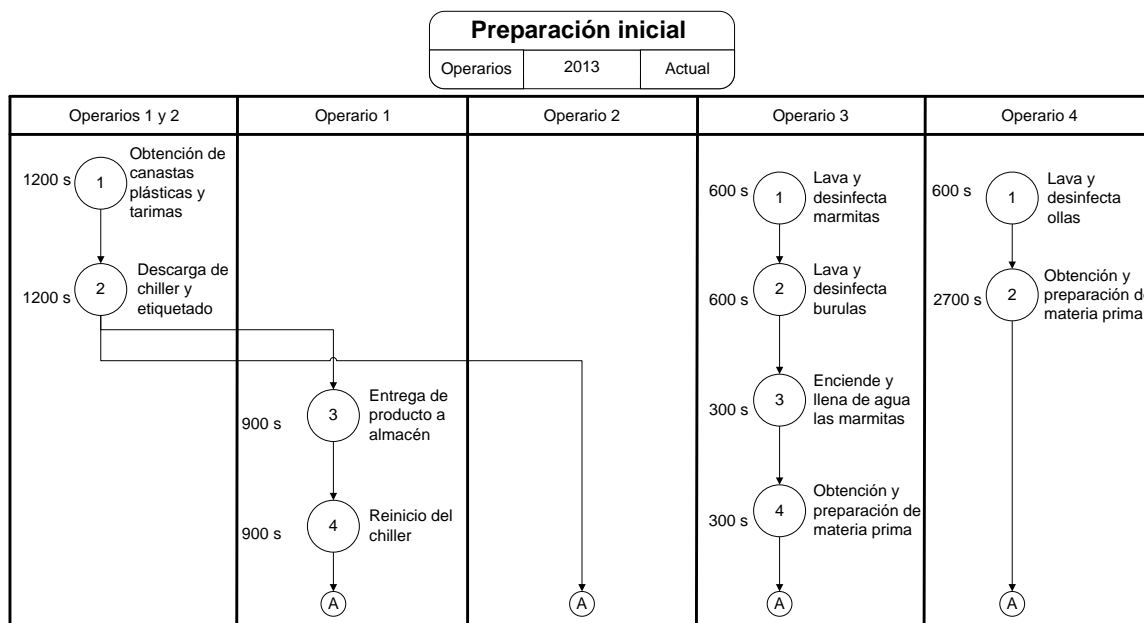
Materia prima	Q 5.69
Material de empaque	Q 0.52
Mano de obra	Q 0.13
Gastos indirectos de fabricación (gas propano)	Q 0.03
Gastos directos de fabricación	Q 0.30
Costo de almacenaje y distribución	Q 0.67
<b>Costo total</b>	<b>Q 7.35</b>

Debido a que la producción promedio diaria de “salsa pizza” es de 1152 litros diarios, y de “salsa ragú”, 1248 litros diarios, los costos respectivos diarios ascienden a los Q4,872.96 y Q9,172.80 respectivamente. Por otro lado para una demanda pico de 1296 y 1872 litros diarios de “salsa pizza” y “salsa ragú” respectivamente, los mismos ascienden a los Q5,482.08 y Q13,759.20 respectivamente.

### C. Preparación inicial del personal

El personal que interactúa directamente en la realización del proceso de fabricación de salsas consta de 4 integrantes, de los cuales 2 se encargan de llenar las bolsas con producto (ya sea “salsa pizza” o “salsa ragú”), cerrarlas mediante grapas, depositarlas en canastas, depositarlas en el “chiller” y etiquetarlas posteriormente a su etapa de enfriado. El tercer operario únicamente toma parte en la fabricación inicial de la “salsa pizza”, es decir en la preparación, mezcla y cocimiento de los ingredientes, además de ser el único que descarga de la misma las marmitas industriales hacia las burulas plásticas, una vez la salsa está lista. El cuarto operario únicamente se dedica a la fabricación del “ragú” en el área de fuegos. Antes de iniciar el proceso de fabricación de las salsas, los 4 operarios realizan labores de preparación inicial (ver Diagrama No. 2 – Preparación inicial de operarios). Una vez los 4 operarios han finalizado sus respectivas tareas de preparación inicial proceden al proceso de fabricación de salsas pizza y ragú (ver Diagrama No. 3 – Procedimiento de fabricación de “salsa pizza” y Diagrama No. 6 – Procedimiento de fabricación de “salsa ragú”).

**Diagrama No. 2 – Preparación inicial de operarios**



RESUMEN		
Evento	Cantidad	Tiempo
Operación <b>O</b>	10	9300 s
<b>Total</b>		<b>9300 s</b>

A continuación se describen los pasos seguidos por los operarios involucrados dentro del proceso de preparación inicial.

**1. Operarios 1 y 2.** Esta pareja de operarios realiza la siguiente serie de tareas en el siguiente orden:

1. Proveen el área de llenado con canastas plásticas y tarimas para la producción del día (ver Imagen No. 1 – Canastas plásticas y tarimas para producción del día), las cuales obtienen del área de proveedores, la cual es ajena al área de cocina.

**Imagen No. 1 – Canastas plásticas y tarimas para producción del día**



2. Luego descargan el chiller extrayendo el producto (las bolsas llenas y frías) que se dejó ahí el día anterior, es decir la última carga del día previo. Acto seguido etiquetan el producto conforme es descargado (ver Imagen No. 2 – Descarga del chiller) con las etiquetas impresas el día anterior, las cuales pertenecen a la producción de ese mismo día para finalmente depositar las bolsas en canastas plásticas. Al concluir la descarga y la etapa de etiquetado, la pareja de operarios se divide hacia 2 tareas distintas.

**Imagen No. 2 – Descarga del chiller**



3. A. Uno de ellos cuantifica los “chorizos”<sup>8</sup>, registra en un documento el traslado del producto a almacén y lo entrega al personal de almacén. Dicho documento posee los siguientes datos (ver Imagen No. 3 – Documento de registro para traslado de producto de cocina a almacén):
- la fecha,
  - el producto por código (tipo de salsa),
  - la cantidad de chorizos de producto,
  - la persona que entrega,
  - la persona que recibe,
  - y la hora de entrega.

**Imagen No. 3 – Documento de registro para traslado de producto de cocina a almacén**

LOGO DE LA EMPRESA		BITÁCORA DIARIA DE PRODUCTO ENTREGADO A ALMACÉN				
		Fecha: <input type="text"/>				
CODIGO	PRODUCTO	CANTIDAD	QUIEN ENTREGA	QUIEN RECIBE	HORA ENTREGA	
10707	SALSA PIZZA					
10701	SALSA RAGÙ					

- B. Mientras tanto el otro operario, comienza con el proceso de llenado de “salsa pizza”.
4. La siguiente actividad consiste en “reiniciar” el chiller, es decir apagarlo y encenderlo nuevamente, para volver a utilizarlo con la producción del día actual. Dicha actividad es realizada por el operario que entregó el producto del día anterior al personal de almacén. Dicho “reinicio” se debe a que el chiller se deja encendido durante la noche con las últimas unidades de producto del día para retirarlo y etiquetarlo al día siguiente como primer actividad.

<sup>8</sup> Se le llama chorizos a las bolsas llenas de salsa por su semejanza con un chorizo o salchicha de gran tamaño.

**Operario 3.** Este operario está encargado de la fabricación de la “salsa pizza” y realiza las siguientes actividades:

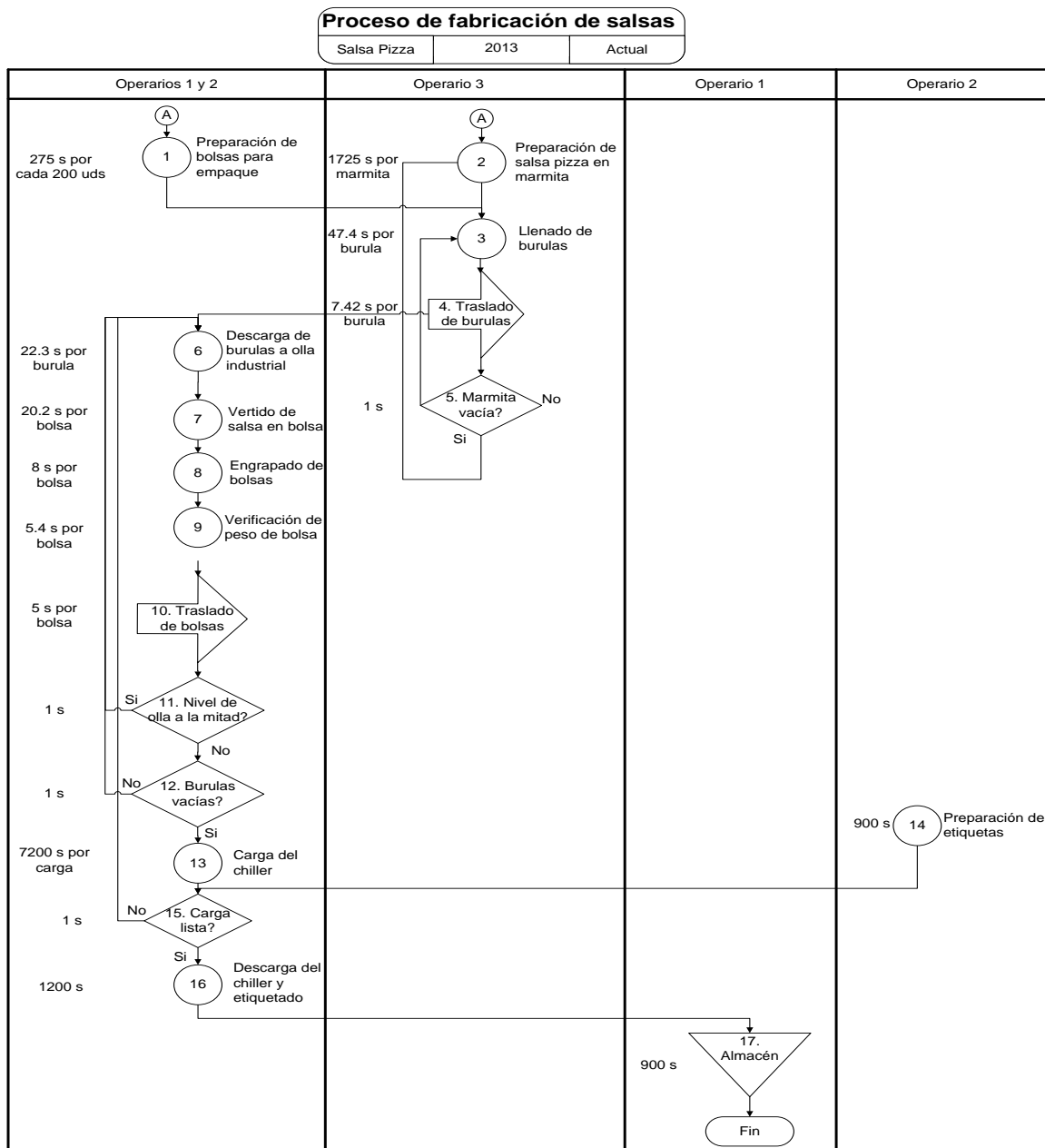
1. Lava y desinfecta las marmitas, tanto interior como exteriormente con agua e higienizante.
2. Lava y desinfecta las burulas, tanto interior como exteriormente con agua e higienizante.
3. Enciende y llena de agua las marmitas para cocinar en ellas.
4. Recibe parte de la materia prima del operario encargado del área de pesos y medidas, donde se encuentra la materia prima, ya sea en polvos o granos. La otra parte de la materia prima, es decir la pasta de tomate, la obtiene de toneles ubicados en el área de cocina

**Operario 4.** Este operario está encargado de la fabricación del “ragú” para la “salsa ragú” y lleva a cabo las siguientes tareas:

1. Prepara las primeras tres ollas industriales a utilizar, lavándolas y desinfectándolas, con agua e higienizante.
2. Prepara la materia prima a utilizar para esas primeras tres ollas obteniéndolas del cuarto frío adyacente a la cocina para luego pesarla, cortarla, procesarla y verterla en las ollas para su cocimiento.

D. Proceso de llenado de “salsa pizza”

Diagrama No. 3 – Procedimiento de fabricación de “salsa pizza”



RESUMEN		
Evento	Cantidad	Tiempo
Operación <b>O</b>	10	11403.3 s
Trasporte <b>⇒</b>	2	12.42 s
Decisión <b>◇</b>	4	4 s
Almacenaje <b>▽</b>	1	900 s
<b>Total</b>		<b>12319.72 s</b>

A continuación se presenta una descripción detallada de las actividades que se realizan durante el proceso:

1. Preparación de bolsas vacías según lote de producción del día (275 segundos por cada 200 unidades):

El primer paso consiste en preparar las bolsas plásticas a utilizarse para la producción del día, las cuales se obtienen de la estantería más próxima al área de llenado de salsas. Las bolsas plásticas que se utilizan tienen dimensiones de 10 pulgadas de ancho por 30 pulgadas de largo (cuando se encuentran vacías, aplastadas, y sobre una superficie plana) y poseen una capacidad para 8 litros de salsa. Éstas son compradas a un proveedor en paquetes de 100 unidades.

Uno de los 3 operarios involucrados en el proceso (quien de aquí en adelante se llamará Operario 1), obtiene la cantidad necesaria de bolsas para la producción del día, mediante un conteo manual, de acuerdo al programa de producción (ver Imagen No. 4 – Hoja de producción en litros de salsas) que se le entrega a la encargada de cocina. Dicho programa contiene la producción en litros de cada producto fabricado en cocina para cada uno de los 6 días de la semana de trabajo. Si por alguna eventualidad no anticipada se debiera ajustar y/o modificar la producción de algún día, se realiza el cambio y se provee una nueva hoja de producción. Ésta es actualizada por el departamento de logística de almacén, quien realiza el programa en base a indicadores de la empresa obtenidos de registros históricos diarios de demanda.

**Imagen No. 4 – Hoja de producción en litros de salsas**

SALSA, SOPAS Y ESPECIALIDADES								
EN LITROS								
CODIGO	PRODUCTO	03/12/12	04/12/12	05/12/12	06/12/12	07/12/12	08/12/12	
10707	SALSA PIZZA	1152	864	1296	1296	1296	1296	7200
10701	SALSA RAGÚ	1248	1248	1872	1872	1872	1248	9360

Acto seguido coloca las bolsas sobre la balanza ubicada en el área (ver Imagen No. 5 – Balanza para verificación de peso de bolsas llenas), la cual utiliza como mesa de trabajo y posteriormente también para la verificación del peso adecuado de las bolsas llenas. Luego aplica un dobléz el cual consiste en tomar la bolsa por su parte abierta y doblarla de adentro hacia afuera (una por una) dejando una especie de pestaña de 2 pulgadas aproximadamente (ver Imagen No. 6 – Bolsas plásticas utilizadas con dobléz) con el fin de poder sostenerlas fácilmente sin que se resbalen al momento de realizar el llenado. Finalmente las apila y deposita dentro de canastas plásticas adyacentes a la balanza (ver Imagen No. 7 – Bolsas y canastas (tipo 1 y 2) plásticas utilizadas e Imagen No. 8 – 2 canastas plásticas utilizadas (tipo 1 y 2)) las cuales son alistadas por el segundo operario (quien de aquí en adelante será llamado Operario 2).

**Imagen No. 5 – Balanza para verificación de peso de bolsas llenas**



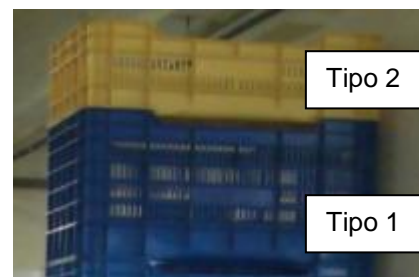
**Imagen No. 6 – Bolsas plásticas utilizadas con doblez**



**Imagen No. 7 – Bolsas y canastas (tipo 1 y 2) plásticas utilizadas**



**Imagen No. 8 – 2 canastas plásticas utilizadas (tipo 1 y 2)**



2. Preparación de “salsa pizza” (1725 segundos en promedio por marmita de 144 litros): Durante el tiempo de preparación previa de las bolsas, se prepara y cocina simultáneamente la “salsa pizza” en las marmitas industriales (ver Imagen No. 28 – Marmitas industriales (4)). Esta actividad está a cargo del tercer operario del área de llenado de salsas (quien de aquí en adelante será llamado Operario 3). El operario 3 vela por la correcta cocción de la salsa en las 4 marmitas, al igual que controla el tiempo de cocción en las mismas.

3. Llenado de burulas (descarga de marmitas mediante la apertura de sus válvulas respectivas de vaciado) (47.4 segundos en promedio por burula): Una vez completada la actividad 2, el operario 3 inicia la descarga de las marmitas una por una directamente hacia las burulas azules plásticas (ver Imagen No. 9 – Descarga desde marmita 1 hacia burula) conforme van estando “listas”<sup>9</sup> las marmitas con “salsa pizza”. El orden de vaciado de las mismas es de

<sup>9</sup> El término “listas” se refiere a cuando el tiempo de cocción de la salsa ha terminado y está pronta para descargarse de la marmita.

derecha a izquierda según la Imagen No. 2. Dicho orden se debe a la eficiencia de las mismas, la cual se expone en el Cuadro No. 4, puesto que mientras más eficientes y menos años de antigüedad posean, más rápido cocinan la salsa que contengan.

#### **Imagen No. 9 – Descarga desde marmita 1 hacia burula**



4. Traslado de burulas desde marmitas hacia área de empaque (7.42 segundos en promedio por burula): Las burulas llenas con “salsa pizza” tienen un peso aproximado de 60 kg y son transportadas por el operario 3 por medio de un arrastre manual hacia el área de llenado. Además se transportan una a una conforme se van llenando luego de ser llenadas con la salsa proveniente de la descarga de las marmitas. Adicionalmente mientras se transporta una burula llena, se deja llenar la siguiente, y así sucesivamente (ver Imagen No. 10 – Cambio de burula llena por vacía e Imagen No. 11 – Traslado de burula llena al área de empaque).

#### **Imagen No. 10 – Cambio de burula llena por vacía**



#### **Imagen No. 11 – Traslado de burula llena al área de empaque**



Cabe mencionar que el área de llenado y empaque de salsas cuenta con un depósito para “salsa pizza” (con capacidad de 580 litros aproximadamente) elevado a 2.5 metros, el cual ya no es utilizado. Éste era parte del proceso anterior de fabricación de salsas en la etapa de llenado y recibía la salsa por medio de una bomba centrífuga directamente de la marmita 2.

Dicha bomba transportaba la salsa hacia el depósito elevado, más se dejó de utilizar debido a fugas de aceite, puesto que en ocasiones comprometió la integridad del producto.

5. ¿Marmita vacía? (1 segundo): Esta actividad consiste en verificar el contenido de salsa en la marmita y es realizada por el operario 3 luego de llevar cada burula llena al área de llenado. Por lo tanto, él determina si es necesario continuar llenando burulas de acuerdo al contenido restante dentro de la marmita. Así mismo debe procurar siempre colocarlas lo más cercanas al área donde realizan el vertido y sellado los operarios 1 y 2, de modo que les facilite el llevar a cabo dichas actividades.

6. Descarga de burulas a olla industrial (22.3 segundos en promedio por burula): Al recibir las burulas llenas de parte del operario 3, los operarios 1 y 2 se encargan de vaciarlas una a una entre ambos en una olla industrial con capacidad para 108 litros (ver Imagen No. 12 – Olla industrial) hasta 2 pulgadas aproximadamente antes del borde la misma. Esta actividad la realizan levantando entre ambos la burula (uno de cada lado y de las 2 agarraderas que posee la burula) desde la altura de sus nudillos hasta la altura de sus hombros aproximadamente. Previo a iniciar la descarga, los operarios ubican la olla mencionada adyacente al “chiller” sobre una mesa (aproximadamente 40 centímetros de altura) de acero inoxidable ahí localizada.

Cabe mencionar que los operarios mencionados vacían las burulas restantes en la olla conforme se va necesitando más producto debido a su utilización durante la siguiente actividad. Una vez vacían cada burula, la empujan haciéndola deslizar por el área de regreso hasta las proximidades de las marmitas. De esta manera pueden seguir llenando bolsas, y desocupan las burulas para su utilización por parte del operario 3.

**Imagen No. 12 – Olla industrial**



7. Vertido de salsa en bolsa (20.2 segundos en promedio por bolsa de 8 litros): La operación es realizada por los operarios 1 y 2, pero siempre uno a la vez (ver Imagen No. 13 – Operación de llenado con operarios 1 y 2). Primero toman una bolsa vacía de las canastas aladañas a la mesa de sellado y pesado. Luego vierten los 8 litros de “salsa pizza” en la bolsa

con la ayuda de una taza medidora con capacidad máxima para 2 litros (ver Imagen No. 14 – Obtención de salsa por medio de taza medidora e Imagen No. 15 – Vertido de salsa en bolsa). Debido a la capacidad de la taza y a que nunca llenan al máximo la misma al servir el producto desde la olla hacia la bolsa, deben realizar esta acción más de 4 veces sumando siempre mentalmente la cantidad que añaden por cada servida hasta alcanzar los 8 litros.

**Imagen No. 13 – Operación de llenado con operarios 1 y 2**



**Imagen No. 14 – Obtención de salsa por medio de taza medidora**



**Imagen No. 15 – Vertido de salsa en bolsa**



Como se mencionó brevemente en el paso anterior, cuando la olla en uso se encuentra a la mitad de su capacidad, se rellena con las burulas llenas que se encuentren en el área hasta dejar el nivel de salsa dentro de la olla a 2 pulgadas aproximadamente bajo el borde (ver Imagen No. 16 – Rellenado de olla con salsa de burulas (vista trasera) e Imagen No. 17 – Rellenado de olla con salsa de burulas (vista lateral)). Esto se realiza varias veces hasta agotar las burulas con producto.

Se debe hacer énfasis en que durante las servidas finales de la última olla “rellenada”, los operarios deben estirarse e inclinarse para obtener la salsa del fondo de la olla, puesto que el fondo de la misma se encuentra a 40 centímetros del suelo aproximadamente. Cabe mencionar

que se pierden cerca de 0.2 segundos por litro que deba rellenarse en la olla industrial. Dicha pérdida de tiempo se debe a que se rellena la olla cada vez que ésta llega a la mitad de su contenido, por lo tanto se pierden 10 segundos aproximadamente por rellenada.

**Imagen No. 16 – Rellenado de olla con salsa de burulas (vista trasera)**



**Imagen No. 17 – Rellenado de olla con salsa de burulas (vista lateral)**



Cabe mencionar que también se cuenta dentro del área de llenado con una llenadora neumática de pistón por volumen, la cual era parte del proceso anterior durante la etapa de llenado de bolsas. Esta llenadora requería de constante calibración para su utilización, por lo que ralentizaba la actividad. La misma se utilizaba en conjunto con el depósito elevado mencionado en el paso 4.

8. Engrapado de bolsa (8 segundos en promedio por bolsa de 8 litros): Este paso consiste en aplicar un sellado a la bolsa llena con producto por medio de una grapa metálica (ver Imagen No. 18 – Grapas industriales para el cerrado de las bolsas). Dicha grapa se coloca con la ayuda de una engrapadora neumática industrial (ver Imagen No. 19 – Engrapadora neumática industrial). La fábrica posee 2 grapadoras, mas únicamente utiliza una, la cual se encuentra conectada a la fuente de aire comprimido, requisito indispensable para su funcionamiento.

**Imagen No. 18 – Grapas industriales para el cerrado de las bolsas**



**Imagen No. 19 – Engrapadora neumática industrial**



Al terminar cualquiera de los dos operarios la operación de vertido, toman la bolsa por el cuello<sup>10</sup> y se dirige a donde se encuentra la grapadora para cerrar la bolsa introduciéndola en la entrada o boquilla de la máquina. Ésta la engrapa automáticamente al entrar en contacto con la bolsa y activarse de igual forma el mecanismo neumático (ver Imagen No. 20 – Operación de engrapado neumático y basurero adyacente). Luego de cerrar la bolsa, puesto que la grapadora también corta el exceso de bolsa (6 pulgadas de largo por 10 pulgadas de ancho aproximadamente) mediante el engrapado, descartan éste en un basurero adyacente.

**Imagen No. 20 – Operación de engrapado neumático y basurero adyacente**



← Basurero para depositar exceso

9. Verificación mediante pesado de bolsa llena (18.5 lb) (5.4 segundos en promedio por bolsa de 8 litros): Luego de ser cerradas las bolsas mediante el engrapado, las mismas son pesadas en la balanza para verificar que su peso sea de 18.5 libras para el caso de la “salsa pizza”. Cabe mencionar que en caso que la bolsa no pese las libras debidas, no existe un procedimiento alterno correctivo previamente establecido que deban seguir los operarios. Por lo tanto no hay instrucción de rechazar o no el producto si en caso se encuentra fuera de norma.

10. Traslado de bolsas a canasta metálica o plásticas (5 segundos en promedio por bolsa de 8 litros): Este paso únicamente consiste en depositar las bolsas pesadas del paso anterior, en una de las 3 canastas metálicas de acuerdo a disponibilidad (ver Imagen No. 21 – Canastas metálicas a la medida del chiller (28 bolsas de 8 L por canasta)). De no ser posible las salsas son depositadas en canastas plásticas colocadas de manera adyacente a las anteriores para el mismo efecto de almacenaje temporal mientras esperan la siguiente actividad (ver Imagen No. 8 – 2 canastas plásticas utilizadas (tipo 1 y 2)).

---

<sup>10</sup> Cuello se refiere a la parte superior de la bolsa hasta donde no llega la salsa vertida dentro de la misma.

**Imagen No. 21 – Canastas metálicas a la medida del chiller (28 bolsas de 8 L por canasta)**

11. ¿Nivel de olla a la mitad? (1 segundo): Conforme los operarios 1 y 2 van llenando, cerrando y almacenando temporalmente las bolsas en las canastas metálicas y/o plásticas, observan el nivel de salsa restante dentro de la olla de la cual están obteniendo la salsa. Una vez éste pasa la mitad, toman otra burula para rellenar nuevamente la olla, es decir regresan a la actividad No.6.

12. ¿Burulas vacías? (1 segundo): Se verifica si aún existen burulas con salsa provenientes de las marmitas para vaciarlas en la olla industrial y continuar el llenado en bolsas y regresar a la actividad No. 6, de no ser así, se prosigue con la actividad siguiente.

13. Carga del “chiller” (7200 segundos en promedio por carga): Esta etapa del proceso consiste en sumergir la canasta metálica con bolsas cerradas de producto en el “chiller” (ver Imagen No. 22 – Chiller para choque térmico y enfriamiento de salsas). El chiller debe encontrarse a una temperatura de entre 3 y 5 grados Celsius para un choque térmico y posterior enfriado adecuados. Por medio del choque térmico se busca prevenir el desarrollo de bacterias o algún otro tipo de microorganismo patológico que comprometa la integridad del producto.

**Imagen No. 22 – Chiller para choque térmico y enfriamiento de salsas**

Para llevar a cabo dicha actividad, las bolsas de salsa son depositadas en una canasta metálica hecha a la medida para el “chiller”, la cual tiene una capacidad para 28 bolsas de 8 litros (ver Imagen No. 21 – Canastas metálicas a la medida del chiller (28 bolsas de 8 L por canasta)). Una vez llena, la canasta es cargada por una grúa, la cual maniobra, ya sea el operario 1 o 2. Mientras tanto el otro guía la canasta para depositarla dentro del “chiller” de manera correcta sobre los soportes internos que la deben sostener.

Utilizando el método PEPS - primero en entrar, primero en salir - (Niebel y Freivalds, 2004) se prioriza la primer canasta que se llenó con bolsas de salsa para ser la primera en entrar al “chiller”. No obstante una vez se ha introducido la canasta metálica dentro del chiller, éste se sobrecarga con 32 bolsas adicionales, las cuales son obtenidas de las canastas plásticas mencionadas en el paso número 10. Esta sobrecarga es depositada manualmente por los operarios 1 y 2 sobre la superficie de la canasta sumergida en el chiller.

Originalmente el chiller se diseñó para la carga contenida dentro de una sola canasta metálica, es decir 28 bolsas de 8 litros. De acuerdo a ello, era necesario un tiempo de enfriado de 45 minutos. No obstante, debido a la sobrecarga, las bolsas deben pasar por un lapso de 2 horas dentro del chiller para un efectivo choque térmico y enfriado.

14.Preparación de etiquetas para lote completo de producción (900 segundos en promedio): Durante la etapa de enfriamiento de las salsas (actividad No. 12), se realiza la elaboración e impresión de etiquetas de identificación para las salsas, actividad que se lleva a cabo por el operario 2. El operario se dirige a la oficina de jefatura de producción localizada en otro sector de la planta (a más de 20 metros de distancia) donde se encuentra la impresora y la computadora con los archivos de mencionadas etiquetas. Entonces el operario realiza modificaciones a los archivos, los cuales se utilizan como machotes electrónicos, pues poseen las etiquetas fechadas de días anteriores (ver Imagen No. 23 – Machotes electrónicos modificables en fechas de producción y vencimiento).

El objetivo de modificar los machotes electrónicos es el de no teclear y/o diseñar cada etiqueta desde cero nuevamente. Con ello se busca reutilizar los diseños anteriores únicamente mediante la actualización de fechas de producción y vencimiento. Los elementos que no cambian son los nombres de los productos, en este caso las salsas, y la identificación de la empresa.

**Imagen No. 23 – Machotes electrónicos modificables en fechas de producción y vencimiento**



Una vez listas en cuanto a fechas, el operario imprime las etiquetas de toda la producción del día de todos los distintos productos elaborados en cocina. Luego las transporta a esa área donde serán utilizadas luego de sacar los productos del “chiller”, pues todo lo elaborado dentro de la misma debe pasar por esa etapa de choque térmico y enfriamiento. Las etiquetas son almacenadas temporalmente en la estantería más próxima al “chiller”.

15.¿Carga lista? (1 segundo): Mientras la carga actual del chiller no haya terminado de pasar por su tiempo de enfriado, los operarios regresarán a la descarga de burulas y así continuarán con el llenado de bolsas. De lo contrario pasarán a la siguiente actividad.

16.Descarga del “chiller” y etiquetado (1200 segundos en promedio por descarga): El siguiente paso luego que las bolsas se han enfriado, es retirarlas manualmente del “chiller” e inmediatamente colocarles su etiqueta respectiva una por una. Luego son depositadas nuevamente en canastas plásticas para su conteo final y posterior traslado a bodega. Dichas canastas plásticas poseen dos tamaños posibles: uno con una capacidad promedio de 8 bolsas de 8 litros; y otro con una capacidad promedio de 4 bolsas de 8 litros (ver Imagen No. 8 – 2 canastas plásticas utilizadas (tipo 1 y 2)).

**Imagen No. 24 – Retirada manual de bolsas del chiller**



**Imagen No. 25 – Retirada manual de bolsas del chiller (2)**



**Imagen No. 26 – Etiquetado de bolsas de en canastas plásticas**



17. Almacenaje temporal en canastas plásticas para traslado a bodega (900 segundos en promedio): Este último paso consiste en apilar las canastas plásticas con el producto terminado y realizar un registro (ver Imagen No. 3 – Documento de registro para traslado de producto de cocina a almacén) del producto empacado. Dicho producto luego es entregado al personal de bodega y éste lo traslada al almacén para esperar el momento en que sea distribuido.

### **1. Análisis de los diagramas del proceso de fabricación de “salsa pizza”**

**a. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de “salsa pizza”** (Ver Diagrama No. 3 – Procedimiento de fabricación de “salsa pizza”). De acuerdo al diagrama el 60% de las actividades realizadas durante el proceso son las que agregan valor al mismo, puesto que únicamente 9 son operaciones, las cuales representan el 93.01% del tiempo de la operación del proceso. Las 6 actividades restantes son de transporte, decisión y almacenaje. Por lo tanto, este tipo de actividades no agrega valor debido a que no modifican el producto de alguna manera, es decir no producen algo realmente.

Además las actividades de transporte, tanto de burulas como de bolsas llenas, se repiten constantemente debido al tamaño del lote de producción diario promedio. No obstante en cuanto al tiempo se refiere, no son demasiado significativos, ya que únicamente se emplean 870 segundos (14.5 minutos) diarios de acuerdo a una demanda diaria promedio de 1152 litros para dichas actividades. Sin embargo este tiempo se traduce en casi Q534.53 diarios en costo de transporte de salsas dentro de la cocina, ya que el costo por segundo de mano de obra empleada para dicho efecto es de Q0.61.

Otro punto que no agrega valor es el pesado de verificación de las bolsas, puesto que, si bien sirve como referencia mental para los operarios para saber si están vertiendo la cantidad correcta de salsa, no modifica o altera el producto de alguna forma. Adicionalmente no existe una respuesta al caso en que las bolsas no pesen lo adecuado, debido al alto costo de reproceso. Para dicha verificación se emplean 777.6 segundos diarios para una producción promedio de 1152 litros salsa pizza, lo cual se traduce en Q467.71 diarios debido al costo de mano obra por segundo empleado en dicha operación el cual asciende a Q0.69.

Durante la operación de engrapado de las bolsas, la grapadora neumática remueve un exceso de 60 pulgadas cuadradas (10 pulgadas de ancho por 6 de largo) de cada bolsa, por lo tanto se desperdicia un 20% de cada bolsa (10 pulgadas de ancho por 30 de largo). Es decir que por cada 5 bolsas, se desperdicia una. El costo del desperdicio se traduce en Q0.86 por bolsa.

**b. Diagrama de flujo del proceso de llenado de “salsa pizza”**

**Diagrama No. 4 – Diagrama de flujo del proceso de llenado de “salsa pizza”**

Diagrama de flujo del proceso de llenado de salsa pizza

Ubicación:	Cadore S.A.
Actividad:	Llenado de salsa pizza
Fecha:	ago-12

Descripción de eventos	Símbolo	Tiempo	Distancia
Preparación de bolsas de 8 L	⊙ → □ ▽ D	275 s/100 bolsas	1 m
Preparación de salsa pizza	⊙ → □ ▽ D	1725 s/marmita	8 m
Descarga de marmitas a burulas	⊙ → □ ▽ D	47.4 s/burula	1 m
Transporte de burulas al área de empaque	⊙ → □ ▽ D	7.42 s/burula	3.5 m
Descarga de burulas a olla industrial	⊙ → □ ▽ D	22.3 s/burula	1 m
Vertido de salsa en bolsa de 8 L	⊙ → □ ▽ D	20.2 s/bolsa	2 m
Engrapado de bolsa con salsa	⊙ → □ ▽ D	8 s/bolsa	0.5 m
Pesado de bolsa con salsa para inspección	⊙ → □ ▽ D	5.4 s/bolsa	0.5 m
Transporte de bolsa hacia canasta metálica	⊙ → □ ▽ D	5 s/bolsa	3.5 m
Choque térmico y enfriado de salsa	⊙ → □ ▽ D	7200 s/carga	0.5 m
Preparación de etiquetas	⊙ → □ ▽ D	900 s	19 m
Retirada de enfriador y etiquetado de bolsas	⊙ → □ ▽ D	600 s/carga	0.5 m
Almacenaje temporal en canastas plásticas	⊙ → □ ▽ D	900 s	1 m

Resumen	
Evento	Cantidad
Operación	9
Transporte	2
Inspección	1
Almacenaje	1
<b>Total</b>	<b>13</b>

Adicionalmente y como ya se había mencionado anteriormente, se realiza una inspección de peso por cada bolsa llenada y cerrada, lo cual no agrega valor al proceso. Esto se debe a que dicha verificación no conlleva una actividad alterna que responda a la eventualidad de bolsas fuera del peso estipulado, sino únicamente sirve de referencia mental a los operarios para saber qué tan bien están realizando la operación de llenado de bolsas sin que exista algún tipo de reproceso. Además ésta actividad se repite por cada bolsa de salsa que se llena, lo cual hace que el proceso sea más lento y menos productivo.

En total se emplean 1522.8 segundos diarios (25.38 minutos) en inspeccionar un lote promedio de producción de salsas de 2256 litros, y 2041.2 segundos diarios (34.02 minutos) en uno de época pico de 3024 litros. Traducido en dinero se emplean entre Q3.78 y Q5.06 diarios para la verificación de peso de las bolsas de 8 litros de “salsa pizza” y “salsa ragú”.

c. Diagrama bimanual del proceso de llenado de “salsa pizza”

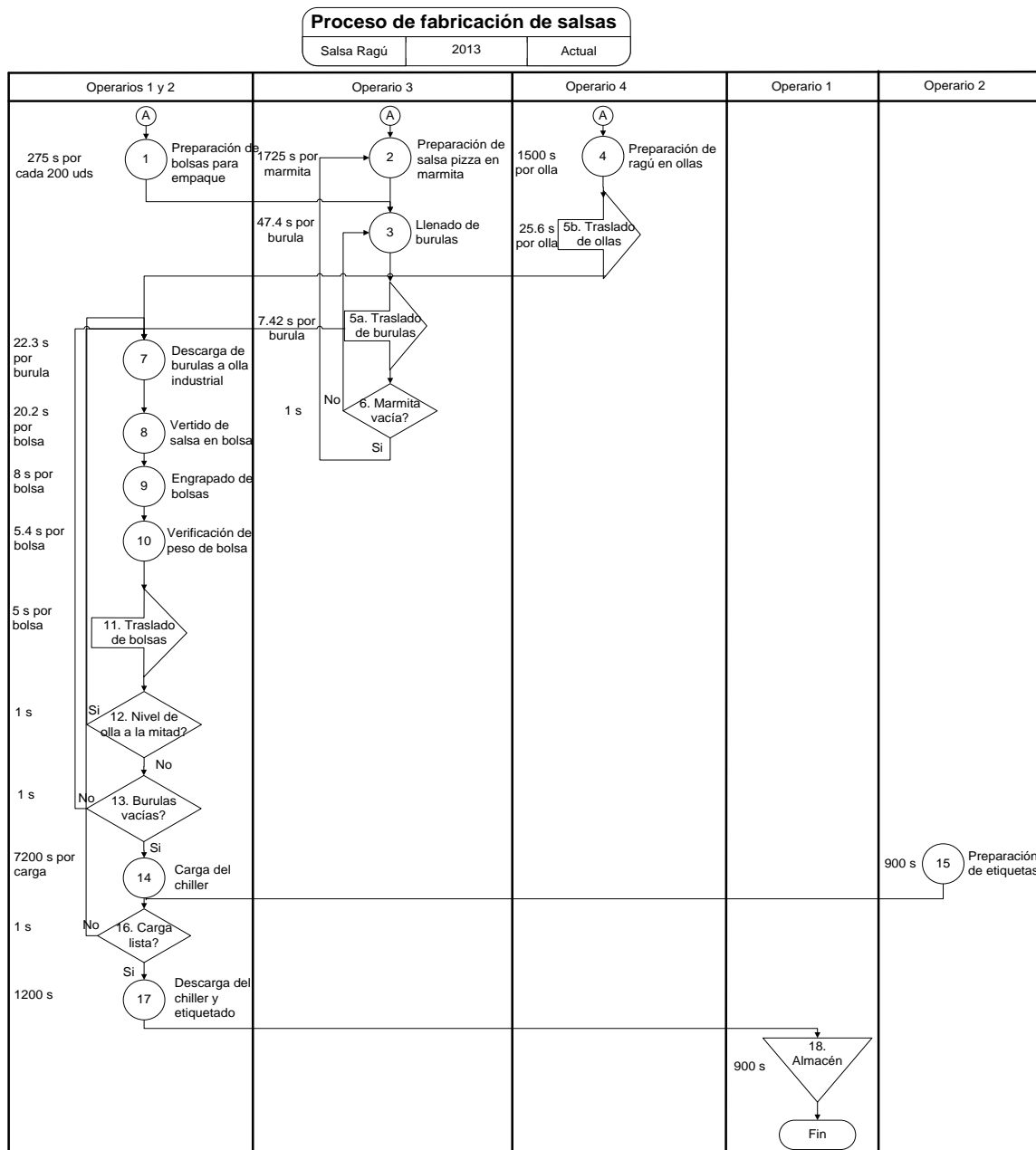
Diagrama No. 5 – Diagrama bimanual del proceso de llenado de “salsa pizza”

Operación:	Llenado de salsa pizza	Parte:	Proceso actual	Resumen		<b>IZQ</b>	<b>DER</b>
Nombre y número del operario:	Operario 1			Tiempo efectivo:		13.0 s	37.2 s
Persona que efectúa el análisis:	Pablo Contreras	Fecha:	13/08/12	Tiempo no efectivo:		31.6 s	7.4 s
				Tiempo del ciclo:		44.6 s	
				Método:	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>	
<b>Descripción mano izquierda</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Tiempo</b>		<b>Tiempo</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción mano derecha</b>	
Alcanzar bolsa vacía de 8 litros	AL T	2 s		2 s	D	Descanso mientras se toma la bolsa	
Sostener bolsa de 8 litros	SO	23.2 s		2 s	PP	Ajustar la abertura de la bolsa para el vertido	
				1 s	T	Tomar taza medidora	
				20.2 s	U	Verter medida de “salsa pizza” en bolsa con medidora	
Preposicionar la parte abierta de la bolsa para poder cargarla	PP	2 s		2 s	PP	Preposicionar la parte abierta de la bolsa para poder cargarla	
Descanso mientras se transporta bolsa	D	2 s		2 s	T	Tomar la bolsa y llevarla a engrapado	
Engrapado bolsa con engrapadora	U	2 s		2 s	U	Engrapado bolsa con engrapadora	
Sostener bolsa mientras se descarta basura	SO	1 s		1 s	S	Tirar exceso de bolsa cortado al basurero	
Mover bolsa a balanza para inspección de peso	M	1 s		1 s	M	Mover bolsa a balanza para inspección de peso	
Soltar la bolsa sobre la balanza	S	1 s		1 s	S	Soltar bolsa sobre la balanza	
Inspección de peso de la bolsa	I	5.4 s		5.4 s	I	Inspección de peso de la bolsa	
Retirar bolsa de balanza y depositar en canasta	AL T M	5 s		5 s	AL T M	Retirar bolsa de balanza y depositar en canasta	

Este diagrama ayuda a determinar las acciones efectivas y no efectivas realizadas por los movimientos manuales de los operarios involucrados en el proceso. Acerca de este diagrama cabe destacar que de los 44.6 segundos del tiempo de ciclo, el 71% del tiempo no es efectivo para la mano izquierda del operario, y el 17% no lo es para la mano derecha. Adicionalmente la acción de vertido de salsa en las bolsas se repite demasiadas veces durante el proceso y al irse agotando el producto dentro de la olla, los operarios deben estirarse al fondo de la misma para obtener más, lo cual puede ser causa de fatiga.

**E. Proceso de fabricación de “salsa ragú”**

**Diagrama No. 6 – Procedimiento de fabricación de “salsa ragú”**



RESUMEN		
Evento	Cantidad	Tiempo
Operación ○	11	12903.3 s
Trasporte ➡	3	38.02 s
Decisión ◇	4	4 s
Almacenaje ▽	1	900 s
<b>Total</b>		<b>13845.32 s</b>

A continuación se presenta la descripción detallada de las actividades numeradas:

Las actividades 1, 2, 3, 5, 6, 7 se realizan de la misma manera que el proceso de llenado de “salsa pizza” y únicamente se añaden y o modifican las siguientes actividades:

4. Preparación de ragú (1500 segundos por olla de 108 litros). Durante las tres actividades previas también se fabrica el ragú, el cual es el segundo ingrediente para la producción de “salsa ragú”, además de la “salsa pizza”. El ragú es preparado y cocinado en ollas industriales de 108 litros (ver Imagen No. 12 – Olla industrial) por un cuarto operario (quien de aquí en adelante será llamado operario 4). Este operario también recibe burulas con “salsa pizza” para la elaboración del ragú como parte de sus ingredientes, las cuales se descargan dentro de las ollas junto con los demás ingredientes previamente vertidos y cocidos. El operario 4 tiene a su disposición las 3 cocinetas más cercanas a la marmita número 1 para la fabricación de “ragú”. La capacidad de fabricación de ragú, desde la preparación de sus ingredientes hasta la cocción de los mismos, es de 3 ollas de 108 litros, es decir 324 litros cada 110 minutos.

5. Transporte de

- a. (Se realiza la misma actividad 5 que para el proceso de llenado de “salsa pizza”).
- b. Ollas de ragú desde área de fuegos hacia área de empaque (25.6 segundos en promedio por olla):

Una vez han sido cocinadas y se encuentran listas las ollas con ragú, se transportan desde el área de fuegos hacia el área de llenado y empaque, ya que es necesario tener ambos tipos de subproductos (“salsa pizza” y ragú) a la mano para realizar la mezcla y producción de la “salsa ragú”. Los operarios 1 y 2 colocan una de las ollas de ragú al costado del “chiller” y el resto las dejan cerca para tomarlas cuando se acabe el contenido de la que se encuentra en uso.

8. Vertido de salsas en bolsa (22.2 segundos en promedio por bolsa): Esta operación es realizada por los operarios 1 y 2, pero siempre uno a la vez. Primero toman una bolsa vacía de las canastas aledañas a la mesa de sellado y pesado. Luego vierten los 2.5 litros de ragú y seguidamente los 5.5 litros de “salsa pizza” en la bolsa con la ayuda de la taza medidora. De igual forma requieren de más servidas de lo que deberían por bolsa, debido a que no utilizan la capacidad total de la taza.

A partir de la actividad mencionada anteriormente, se repiten las mismas actividades del proceso para la fabricación de “salsa pizza” que van del número 8 al 16, con la salvedad que el peso de verificación de las bolsas con “salsa ragú” en la actividad No. 9, es de 18.2 lb.

## **1. Análisis de los diagramas del proceso de fabricación de “salsa ragú”**

**a. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de “salsa ragú”** (Ver Diagrama No. 6 – Procedimiento de fabricación de “salsa ragú”). Según el diagrama el 57% de las actividades que se llevan a cabo durante el proceso y que representan el 92% del tiempo total de la operación del mismo, son las que le agregan valor. Esto se debe a que son operaciones que modifican el producto para llevarlo a su presentación final. El porcentaje restante de actividades no agregan valor y se dividen en múltiples actividades de transporte, decisión y almacenaje.

Las actividades de transporte son las que más se repiten de acuerdo al diagrama. No obstante incluso contemplando la repetitividad, no representan un tiempo significativo, puesto que el tiempo utilizado asciende a los 991.92 segundos diarios (16.53 minutos) para una producción promedio de 1248 litros de salsa ragú. Además de los 7.43 segundos por cada burula que se transporta, están los 25.6 segundos por cada olla de ragú. Si bien son únicamente poco más de 3 veces al día las que se repite dicho transporte, de igual manera contribuye al tiempo total de actividades que no agregan valor dentro del proceso, ya que son actividades que no modifican de algún modo el producto para transformarlo en su versión final.

De igual manera ese tiempo se les paga a los trabajadores y realmente no están siendo productivos. Dicho tiempo representa un costo y éste asciende a Q450.37 diarios para la misma producción promedio de salsa ragú mencionada anteriormente. Para la obtención del costo señalado se toman Q0.15 y Q0.61 como el costo por segundo de mano de obra empleada en actividades de transporte para el ragú y la “salsa pizza” respectivamente.

**b. Diagrama de flujo del proceso de llenado de “salsa ragú”**

**Diagrama No. 7 – Diagrama de flujo del proceso de llenado de “salsa ragú”**

Diagrama de flujo del proceso de llenado de salsa ragú

Ubicación:	Cadore S.A.
Actividad:	Llenado de salsa pizza
Fecha:	ago-12

Descripción de eventos	Símbolo	Tiempo	Distancia
Preparación de bolsas de 8 L	○ → □ ▽ D	275 s/100 bolsas	1 m
Preparación de ragú	○ → □ ▽ D	1500 s/olla	6 m
Transporte de ollas de ragú a área de empaque	○ → □ ▽ D	25.6 s/olla	15 m
Preparación de salsa pizza	○ → □ ▽ D	1725 s/marmita	8 m
Descarga de marmitas a burulas	○ → □ ▽ D	47.4 s/burula	1 m
Transporte de burulas al área de empaque	○ → □ ▽ D	7.42 s/burula	3.5 m
Descarga de burulas a olla industrial	○ → □ ▽ D	22.3 s/burula	1 m
Vertido de salsa en bolsa de 8 L	○ → □ ▽ D	22.2 s/bolsa	2 m
Engrapado de bolsa con salsa	○ → □ ▽ D	6.8 s/bolsa	0.5 m
Pesado de bolsa con salsa para inspección	○ → □ ▽ D	4.6 s/bolsa	0.5 m
Transporte de bolsa hacia canasta metálica	○ → □ ▽ D	5 s/bolsa	3.5 m
Choque térmico y enfriado de salsa	○ → □ ▽ D	7200 s/carga	0.5 m
Preparación de etiquetas	○ → □ ▽ D	900 s	19 m
Retirada de enfriador y etiquetado de bolsas	○ → □ ▽ D	600 s/carga	0.5 m
Almacenaje temporal en canastas plásticas	○ → □ ▽ D	900 s	1 m

Resumen	
Evento	Cantidad
Operación	10
Transporte	3
Inspección	1
Almacenaje	1
<b>Total</b>	<b>15</b>

En este caso aplican las mismas observaciones que para el diagrama de flujo del proceso de llenado de “salsa pizza”. Adicional a esto cabe mencionar que las ollas de ragú deben ser transportadas en ocasiones por casi toda el área de cocina, por lo que dicha actividad además de ser tardada, recorre una gran distancia (15 metros) a pesar de realizarse pocas veces en el día. Esta actividad requiere de 25.6 segundos por olla transportada y ya que se transportan entre cuatro y seis ollas por día, esto se traduce en entre 102.4 y 153.6 segundos diarios en promedio utilizados para el transporte de ollas al área de empaque. Tomando en cuenta un costo de transporte de ragú por segundo de Q0.15, mencionado tiempo se traduce en entre Q15.36 y Q23.04 diarios en promedio.

Adicionalmente cabe mencionar que la preparación de etiquetas es una actividad dentro del proceso que también requiere un gran desplazamiento (ver apartado siguiente: F. Diagrama de Recorridos del Proceso de Llenado de Salsas). Si bien ésta únicamente se lleva a cabo una vez en el día, la misma es realizada por el operario 2, mientras el número 1 prosigue con el proceso de llenado, disminuyendo así la capacidad del proceso. Esta actividad requiere de 15 minutos para llevarse a cabo, lo cual se traduce en Q14.62 diarios.

### c. Diagrama bimanual del proceso de llenado de “salsa ragú”

**Diagrama No. 8 – Diagrama bimanual del proceso de llenado de “salsa ragú”**

Operación: Llenado de salsa ragú	Parte: Proceso actual	Resumen	<b>IZQ</b>	<b>DER</b>	
Nombre y número del operario: Operario 1	Fecha: 13/08/12	Tiempo efectivo:	13.0 s	39.2 s	
Persona que efectúa el análisis: Pablo Contreras		Tiempo no efectivo:	33.6 s	7.4 s	
		Tiempo del ciclo:	46.6 s		
	Método: <b>Actual</b> Propuesto				
Descripción mano izquierda	Símbolo	Tiempo	Tiempo	Símbolo	Descripción mano derecha
Alcanzar bolsa vacía de 8 litros	AL T	2 s	2 s	D	Descanso mientras se toma la bolsa
Sostener bolsa de 8 litros	SO	25.2 s	2 s	PP	Ajustar la abertura de la bolsa para el vertido
			1 s	T	Tomar taza medidora
			22.2 s	U	Verter medida de salsa ragú en bolsa con medidora
Preposicionar la parte abierta de la bolsa para poder cargarla	PP	2 s	2 s	PP	Preposicionar la parte abierta de la bolsa para poder cargarla
Descanso mientras se transporta bolsa	D	2 s	2 s	T	Tomar la bolsa y llevarla a engrapado
Engrapado bolsa con engrapadora	U	2 s	2 s	U	Engrapado bolsa con engrapadora
Sostener bolsa mientras se descarta basura	SO	1 s	1 s	S	Tirar exceso de bolsa cortado al basurero
Mover bolsa a balanza para inspección de peso	M	1 s	1 s	M	Mover bolsa a balanza para inspección de peso
Soltar la bolsa sobre la balanza	S	1 s	1 s	S	Soltar bolsa sobre la balanza
Inspección de peso de la bolsa	I	5.4 s	5.4 s	I	Inspección de peso de la bolsa
Retirar bolsa de balanza y depositar en canasta	AL T M	5 s	5 s	AL T M	Retirar bolsa de balanza y depositar en canasta

Este diagrama indica que de los 46.6 segundos de tiempo de ciclo, el 18% es efectivo para la mano izquierda, y el 84% lo es para la mano derecha. En este caso aplica la misma aclaración que para el proceso de llenado de “salsa pizza” sobre la repetitividad del vertido como causa de fatiga y máxime en una posición no adecuada mientras se acercan a vaciar la olla durante la actividad de llenado de bolsas.

#### **F. Diagrama de recorridos del proceso de llenado de salsas**

La siguiente descripción de actividades describe a grandes rasgos el proceso de fabricación de “salsa ragú” (ver Diagrama No. 9). Debido a que su base es la “salsa pizza”, implícitamente se toman en cuenta ambas salsas en toda la descripción.

1. a. El proceso inicia cuando la materia prima (la necesaria para cocinar ambos tipos de salsas; “salsa pizza” y “salsa ragú”) es llevada a sus respectivas áreas dentro de la cocina. La materia prima es preparada y trasladada por 2 operarios ajenos al proceso bajo estudio (uno para los ingredientes de la “salsa pizza” y otro para los de la “salsa ragú”) 2 veces al día únicamente. Una vez en la mañana antes que inicien labores los operarios que fabrican las salsas, y otra vez a medio día antes que regresen de almorzar dichos operarios.
- b. Simultáneamente se preparan las bolsas vacías que se utilizarán para la producción del día sobre la mesa de pesado y engrapado, obteniéndolas de la estantería más próxima al chiller.
- c. Además se verifica la existencia de burulas<sup>11</sup> de 56.8 litros de capacidad (ver Imagen No. 27 – Burulas donde se descarga la salsa pizza) en las cercanías del área de marmitas (ver Imagen No. 28 – Marmitas industriales (4)). Así también es en estas burulas<sup>12</sup> en donde se descarga la “salsa pizza” ya cocinada y lista para empacar.

---

<sup>11</sup> Contenedor plástico de color azul con orejeras para su fácil traslado y manipulación.

<sup>12</sup> Olla de metal de doble o múltiples caparazones utilizada en la industria para la cocción de alimentos mediante el aprovechamiento del vapor. Generalmente son hechas de aleaciones metálicas.

**Imagen No. 27 – Burulas donde se descarga la salsa pizza**



**Imagen No. 28 – Marmitas industriales (4)**



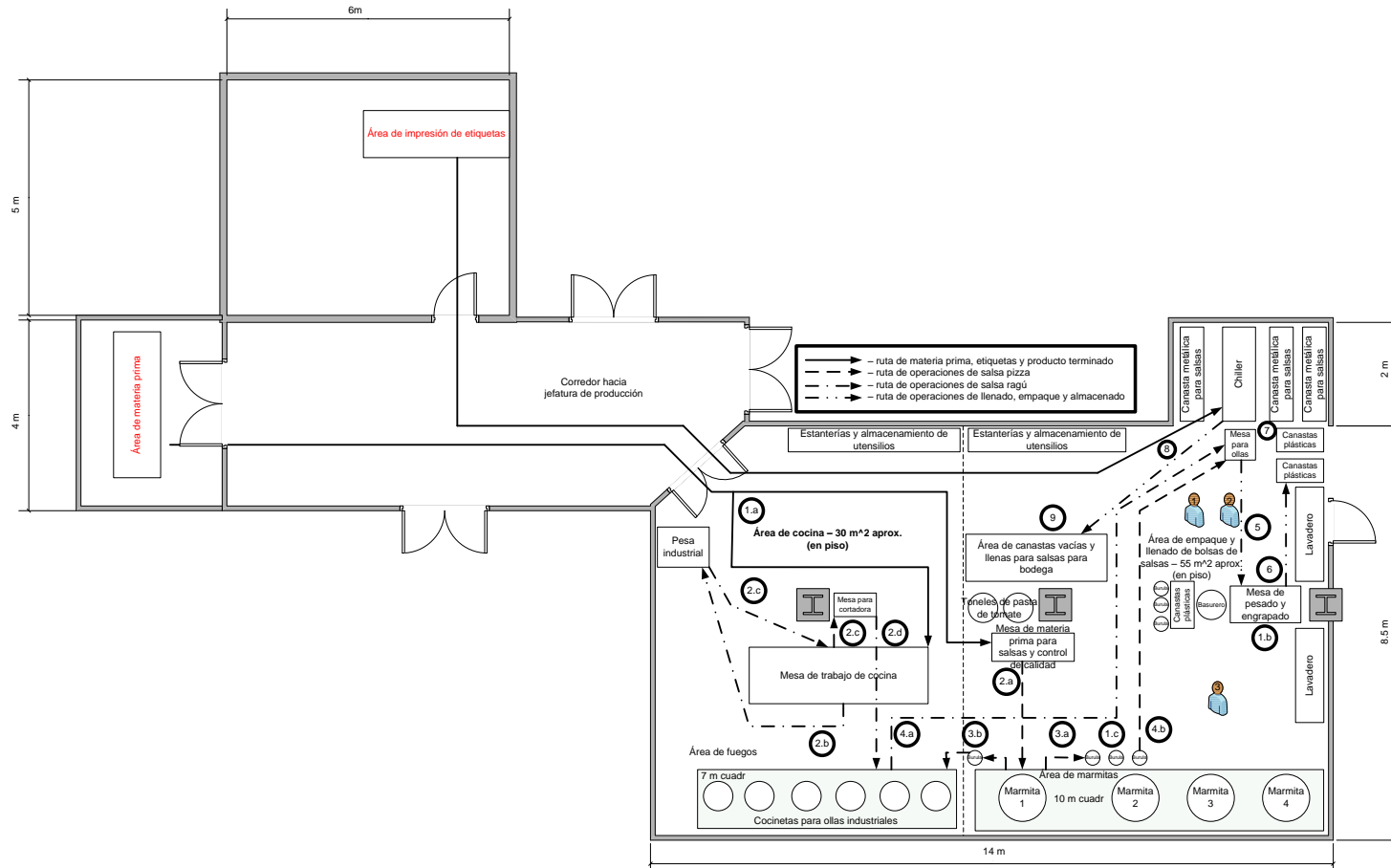
**Cuadro No. 6: Capacidades de cocción de “salsa pizza” en marmitas**

Marmitas	Capacidad de cocción <sup>13</sup>
<b>Marmita No.1</b>	144 litros en 15 minutos
<b>Marmita No. 2</b>	144 litros en 30 minutos
<b>Marmita No. 3</b>	144 litros en 30 minutos
<b>Marmita No. 4</b>	144 litros en 45 minutos

2. a. Acto seguido se hierve agua dentro de las marmitas y se mezclan los ingredientes dentro de la misma para la fabricación de la “salsa pizza”. Es importante mencionar que los ingredientes mencionados son porcionados previamente por un operario ajeno al proceso objeto de estudio. Este operario se encarga de realizar la preparación y el porcionado de los ingredientes en la bodega de materias primas para tenerlos siempre listos en las mesas respectivas del área de fabricación al momento que el operario correspondiente que los requiere inicie sus labores.
- b. Simultáneamente a la preparación de la “salsa pizza”, se preparan los ingredientes para la fabricación de “ragú”, los cuales son llevados al área por otro operario ajeno al proceso analizado antes que los mismos sean requeridos por el operario que cocina el ragú.
- c. Luego el operario encargado de cocinar el ragú pesa los ingredientes y los traslada a la mesa donde se encuentra la cortadora donde los procesa.
- d. Acto seguido dicho operario traslada y mezcla los ingredientes para la fabricación de “ragú” en ollas industriales en el área de fuegos.

<sup>13</sup> La diferencia en tiempos entre las 4 marmitas se debe a los años de utilización que poseen. La número 1, tiene aproximadamente 10 años de estar utilizándose por ser la adquirida más recientemente y el resto entre 20 y 25 años aproximadamente.

Diagrama No. 9 – Diagrama de recorridos del proceso de llenado de salsas<sup>14</sup>



<sup>14</sup> El área de cocina consta de 30 m<sup>2</sup> aproximadamente, mientras que el área de llenado, empaque y sellado de bolsas consta de 55 m<sup>2</sup> aproximadamente. Ambas áreas están separadas por una línea punteada vertical en el diagrama.

3. a. Una vez lista alguna de las marmitas con “salsa pizza”, se procede a descargar su contenido mediante la apertura de las válvulas<sup>15</sup> hacia las burulas mencionadas anteriormente. Esto se lleva a cabo para liberar las marmitas y poder seguir cocinando más salsa mientras se empaca la que fue cocinada y descargada anteriormente.  
  
b. Algunas burulas son apartadas de acuerdo al lote de producción y éstas son agregadas a las ollas de “ragú”.
4. a. Las ollas con “ragú” preparado son trasladadas al área de empaque y llenado por medio de una carretilla. No obstante los operarios deben cargar las ollas llenas de la hornilla hacia el carrito, y del carrito hacia la mesa ubicada adyacentemente al chiller en donde se realiza la actividad de llenado de bolsas.  
  
b. Igualmente se trasladan las burulas con “salsa pizza” a la misma área por medio de arrastre manual. Las burulas luego se vacían en una olla industrial, la cual se va relleno conforme se requiera durante el proceso de llenado de bolsas de salsas. La operación de relleno se hace manualmente por parte de los operarios que llenan las bolsas, quienes cargan las burulas hasta la altura de la olla para vaciar en ella la salsa.  
  
Cabe mencionar que luego de ser trasladadas tanto las ollas como las burulas (pasos 4.a. y b.), la encargada de cocina toma muestras de las mismas para realizar un proceso de control de calidad de las salsas. En base a ese control se modifican o no las cantidades de los ingredientes estipuladas en las recetas para la producción futura. Este paso de control únicamente se menciona con fines ilustrativos, pues no demora el proceso en sí, además que es realizado por una operaria adicional, en este caso la encargada, quien no toma parte en el proceso de fabricación, mas únicamente en el control de la calidad.
5. Se van tomando bolsas (una por una durante todo el proceso) y se les añade por medio de una sola taza medidora la medida de “ragú” y “salsa pizza” para obtener la “salsa ragú” para luego trasladarla a la mesa de engrapado y pesado donde son cerradas con la ayuda de una grapadora neumática y así darle paso a la operación de pesado como parte del control de calidad.

---

<sup>15</sup> De las marmitas utilizadas, tres cuentan con llaves de bola, las cuales se abren con un movimiento de 45 grados, y una con llave de compuerta, la cual se debe girar múltiples veces para liberar adecuadamente el flujo a través de la misma.

6. Acto seguido las bolsas llenas y selladas son depositadas en canastas, ya sean metálicas o plásticas según disponibilidad, puesto que únicamente existen 3 metálicas con capacidad para 28 bolsas.
7. Cada vez que se llena una canasta metálica, ésta es introducida dentro del chiller para enfriar las salsas, pues son éstas únicamente las que se introducen en el chiller para la etapa de enfriamiento. Actualmente el chiller es sobrecargado con bolsas adicionales de salsa sobre la superficie de la canasta metálica, lo cual hace la etapa de enfriado el doble de larga durando aproximadamente 2 horas para 60 bolsas de 8 litros de salsa.
8. Luego que se enfriaron, se retiran las salsas y se les coloca una etiqueta que las identifica con las siguientes características:
  - Tipo de salsa,
  - Fecha de producción,
  - Fecha de caducidad,
  - y el nombre de la empresa.
9. Finalmente las salsas son depositadas, apiladas y contabilizadas en canastas plásticas, donde aguardarán a ser trasladadas al almacén de la fábrica o directamente a los medios de transporte de la empresa para su inmediata distribución.

Téngase en cuenta que para el caso de la “salsa pizza” se siguen los mismos pasos con la salvedad que son obviados los pasos 2. b., c., y d., 3. b., 4.a. Adicionalmente se modifica el paso 5 añadiendo únicamente “salsa pizza” a las bolsas que deben ser llenadas y empacadas en lugar de la combinación de “ragú” y “salsa pizza”.

El diagrama de recorridos muestra el tránsito dentro del área de producción a causa del proceso analizado. La ruta mayormente recorrida es la roja, puesto que comprende la ruta entre el llenado, empacado, pesado y transporte de salsas a las canastas. Para el caso de las salsas de este análisis se realiza poco más de 282 veces al día para una producción promedio de 2256 litros entre “salsa pizza” y “salsa ragú”, tomándose 10,885.2 segundos (181.42 minutos).

Para este diagrama las rutas son las mismas, tanto para la “salsa pizza” como para la “salsa ragú”. La única salvedad es que la primera no necesita ragú. Las ollas de ragú son transportadas desde el área de fuegos hacia el área de llenado y empaque siguiendo la ruta verde, pero el ragú se produce considerablemente menos por constituir el 31% de la mezcla de “salsa ragú”. Por lo tanto se requieren 102.4 segundos para trasladar las ollas necesarias para una producción promedio diaria de 1248 litros de salsa ragú.

Adicional a esto hay que señalar que la ruta amarilla mostrada en el diagrama, únicamente se cubre una vez al día para la actividad de preparación de etiquetas tomándose un tiempo de 15 minutos para llevarse a cabo. Las rutas azules, se cubren poco más de 30 veces al día tomándose aproximadamente 4 minutos en total, y las rojas, poco más de 280 veces al día tomándose aproximadamente 100 minutos. Finalmente las verdes (para el caso de la salsa ragú), se realizan 3, 6 o 9 veces al día con una duración de 1.28, 2.56 o 3.84 minutos. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, tanto el área cercana a las marmitas como la cercana a la engrapadora y balanza, son áreas de mucho tránsito durante el proceso.

### G. Análisis por etapas del proceso

A continuación se presenta un cuadro con las capacidades por etapas dentro del proceso de acuerdo a la maquinaria disponible en cada una. Adicionalmente se presentan algunos cuadros y gráficos con la demanda promedio y pico actual diaria y la proyectada a 5 años según un crecimiento anual del 7% de acuerdo a históricos y proyecciones de la empresa.

**Cuadro No. 7: Capacidades de producción diarias por etapas del proceso<sup>16</sup>**

Etapas del proceso <sup>17</sup>	Capacidad de producción de “salsa pizza”	Capacidad de producción de “salsa ragú”
1. Producción de salsas	3686.4 litros diarios (entregando 144 litros en 45 minutos con la marmita No.1, 288 litros en 60 minutos con las marmitas No. 2 y 3, y 144 litros en 75 minutos con la marmita No. 4)	1296 litros de ragú diarios (entregando 324 litros de ragú cada 120 minutos)
2. Transporte de salsas	21120 litros diarios (entregando 44 litros cada minuto)	121500 litros de ragú diarios (1 olla de 108 litros cada 25.6 segundos)
3. Llenado, empaquetado y sellado del producto	5760 litros diarios (entregando una bolsa, es decir, 8 litros cada 40 segundos)	
4. Enfriado de salsas	1920 litros diarios (entregando 240 litros cada 60 minutos)	
5. Etiquetado y almacenado	11520 litros diarios (entregando 480 litros cada 20 minutos)	

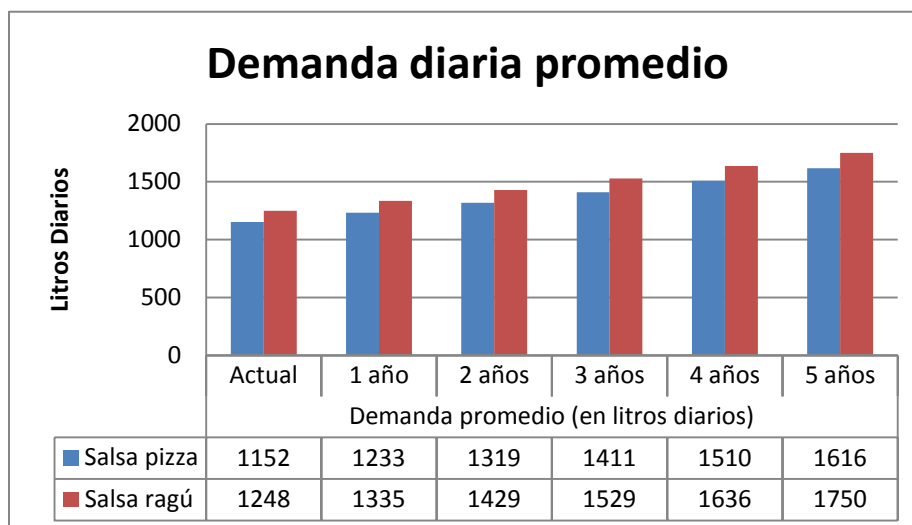
**Cuadro No. 8: Demanda promedio de litros diarios de salsa (actual y proyectada a 5 años)**

Demanda promedio actual (en litros diarios)		Demanda promedio (en litros diarios) proyectada a:				
		1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Salsa pizza	1152	1233	1319	1411	1510	1616
Salsa ragú	1248	1335	1429	1529	1636	1750

<sup>16</sup> Dentro de las capacidades actuales está contemplado el factor de retraso humano por cansancio, necesidades fisiológicas, acomodo del equipo, etc., puesto que se incluyó en la toma de tiempos original.

<sup>17</sup> Estas etapas fueron delimitadas de acuerdo al Esquema No.1 en la página 5.

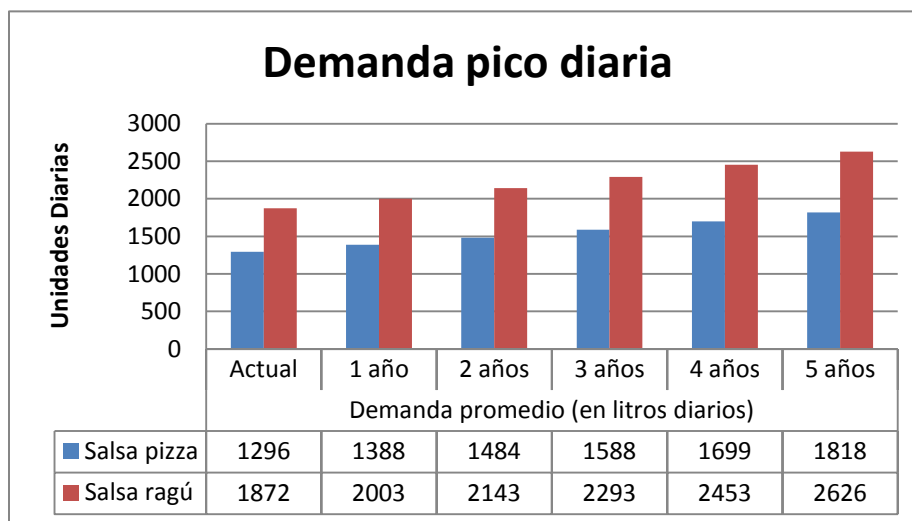
Gráfica No. 1: Demanda diaria promedio (actual y proyectada)

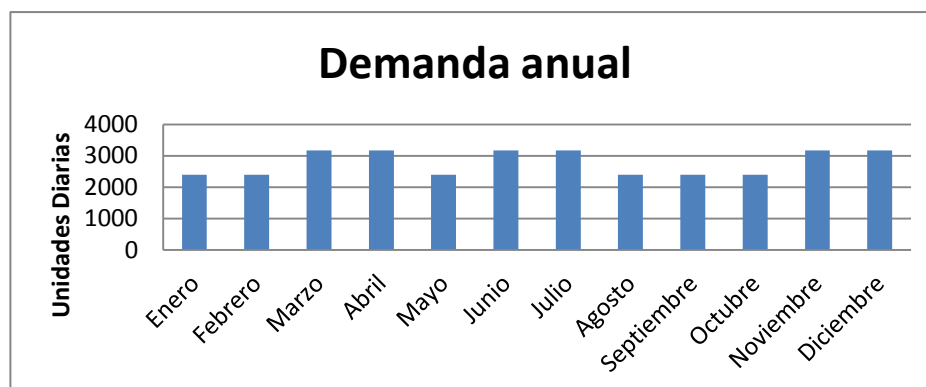


Cuadro No. 9: Demanda pico de litros diarios de salsa (actual y proyectada a 5 años)

Demanda pico actual (en litros diarios)	Demanda pico (en litros diarios) proyectada a:					
	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	
Salsa pizza	1296	1388	1484	1588	1699	1818
Salsa ragú	1872	2003	2143	2293	2453	2626

Gráfica No. 2: Demanda pico diaria (actual y proyectada)



**Gráfica No. 3: Comportamiento de demanda anual**

De acuerdo a los gráficos anteriores se observa que la demanda pico se da en parejas de meses: marzo y abril, junio y julio, y finalmente noviembre y diciembre. De acuerdo al gerente general de la empresa, la primera pareja de meses se debe al descanso de Semana Santa; la segunda, al Bono 14; y la tercera a las fiestas de Navidad y Año Nuevo. Esto debido a que el consumo en los restaurantes a los cuales se surte aumenta significativamente.

En los siguientes cuadros se muestra la capacidad requerida por cada una de las etapas para ser llevadas a cabo tanto para las demandas actuales, como para las proyectadas. El primer cuadro refleja las capacidades de acuerdo a demandas diarias promedio, en tanto que el segundo hace lo mismo para las demandas diarias en temporada alta.

**Cuadro No. 10: Capacidades requeridas para cubrir demandas diarias promedio**

		Capacidad requerida para cubrir demandas diarias promedio (actuales y proyectadas)										
Etapa	Capacidad diaria actual (litros/día)		1 año (litros/día)		2 años (litros/día)		3 años (litros/día)		4 años (litros/día)		5 años (litros/día)	
	SP <sup>18</sup>	R	SP	R	SP	R	SP	R	SP	R	SP	R
1.	1752	648	1875	693	2006	742	2146	794	2296	849	2458	909
2.	1752	648	1875	693	2006	742	2146	794	2296	849	2458	909
3.	2400		2568		2748		2940		3146		3366	
4.	2400		2568		2748		2940		3146		3366	
5.	2400		2568		2748		2940		3146		3366	

<sup>18</sup> De aquí en adelante se utilizará el símbolo SP para hacer referencia a la "salsa pizza" y R para hacer referencia al "ragú".

**Cuadro No. 11: Capacidades requeridas para cubrir demandas pico**

Capacidad requerida para cubrir demandas diarias pico (actuales y proyectadas)												
Etapa	Capacidad diaria actual (litros/min)		1 año (litros/min)		2 años (litros/min)		3 años (litros/min)		4 años (litros/min)		5 años (litros/min)	
	SP	R	SP	R	SP	R	SP	R	SP	R	SP	R
1.	2196	972	2351	1040	2514	1113	2691	1191	2879	1274	3080	1363
2.	2196	972	2351	1040	2514	1113	2691	1191	2879	1274	3080	1363
3.	3168		3391		3627		3881		4152		4444	
4.	3168		3391		3627		3881		4152		4444	
5.	3168		3391		3627		3881		4152		4444	

De acuerdo a los cuadros anteriores es posible realizar las siguientes aseveraciones para cada etapa del proceso:

1. La capacidad actual de producción de ambas salsas (3686.4 l/día y 1296 l/día para la salsa pizza y para el ragú respectivamente) es capaz de surtir la demanda promedio, tanto la actual como la proyecta (1752 - 2458 l/día para la salsa pizza; 648 - 909 l/día para el ragú). No obstante, en términos de la demanda pico proyectada, a partir del año 5, la demanda de 1363 litros diarios de ragú excede la capacidad de producción de 1296 litros diarios, lo cual ocasionaría un cuello de botella. Consecuentemente este retraso debido a un inventario en proceso crecería a una tasa de 67 litros diarios.
2. La segunda etapa posee una capacidad adecuada para cubrir todas las demandas, tanto promedio como pico, y tanto actuales como proyectadas. Posee una capacidad de transporte de salsas de 21120 y 121500 litros diarios respectivamente para salsa pizza y ragú, contra demandas requeridas de menos de 3366 litros diarios. Por lo tanto es 6 y 36 veces más rápido respectivamente para transportar que lo que se requiere de acuerdo a la demanda.
3. En lo que a la tercera etapa se refiere, la misma también es capaz de cubrir la demanda, puesto que posee una capacidad actual de 5760 litros de salsa diarios contra una demanda, que inclusive proyectada, no llega a sobrepasar los 4444 litros diarios.
4. La etapa 4 posee una capacidad menor a la demanda, lo cual se traduce en acumulación de inventario en proceso. La etapa posee una capacidad de enfriamiento de 1920 litros diarios, no obstante la demanda requiere una superior a los 2400 litros

diarios para la demanda promedio, y una superior a los 3168 litros diarios para la demanda pico. Por lo tanto se identifica esta parte del proceso como el mayor cuello de botella, pues posee una capacidad menor a la demanda, provocando una acumulación de inventario de 480 litros diarios y de 1248 litros diarios respectivamente para cada caso. En consecuencia esto pudiese ocasionar una necesidad de horas extras, o la sobrecarga del recurso (adicional a la sobrecarga que ya se le da, la cual se menciona en la descripción del proceso).

5. Finalmente la etapa 5 sí es capaz de cubrir la demanda, puesto que posee una capacidad de 11520 litros diarios contra una demanda que proyectada alcanza los 3366 y 4444 litros diarios respectivamente para las demandas promedio y pico.

De acuerdo a lo descrito anteriormente es posible identificar actualmente a la etapa de enfriado como el más grande cuello de botella dentro del proceso, y a futuro, de igual forma a la etapa de producción de ragú. Esto se debe a que la demanda excede la capacidad de producción actual y futura de la etapa de enfriamiento, y únicamente a partir del año 5 para la etapa de producción del ragú como se identificó anteriormente.

## VII. PROBLEMÁTICA ACTUAL

### A. Riesgos de seguridad industrial

**1. Riesgo por quemaduras.** Uno de los inconvenientes se debe al hecho que se empaqueta el producto justo después de cocinarlo tal y como se menciona en las actividades de la 3 a la 7 del proceso de llenado, por lo que el mismo se encuentra a una temperatura muy alta cercana al punto de ebullición. Esta temperatura tan elevada dificulta la manipulación tanto de las bolsas como de la salsa (pizza o ragú), la cual debe verterse manualmente dentro de las mismas con la ayuda de una taza medidora mientras la operación de llenado se lleva a cabo. De igual manera se corren riesgos al descargar la “salsa pizza” desde las marmitas hacia las burulas, y desde las burulas hacia la olla industrial, puesto que únicamente utilizan guantes de látex o vinilo para protegerse las manos (doble guante la mayoría de las veces). Por lo tanto existe un riesgo por quemaduras por no contar con la protección adecuada.

**2. Riesgo por fatiga.** Las cantidades de litros que se manejan por lote de producción también son bastante elevadas, pues ascienden a los 2256 litros diarios en época normal y los 3024 litros diarios en época pico entre ambas salsas (pizza o ragú). Por lo tanto la actividad descrita como llenado de bolsas con salsa mediante la taza medidora, debe repetirse entre 1128 y 1512 veces diariamente, lo cual se traduce en 564 y 756 veces por operario diariamente, ya que son 2 los operarios encargados de llevar a cabo dicha actividad. Esto se debe a que la capacidad de la taza medidora es de 2000 c.c. (lo equivalente a 2 litros) y las bolsas son llenadas con 8 litros de producto. Consecuentemente existen riesgos por fatiga a consecuencia de la repetitividad de la operación debido a la cantidad de repeticiones diarias mencionadas que deben realizar los operarios, para lo cual se toman entre 2848.2 y 3817.8 segundos por operario aproximadamente (entre 47.47 y 63.63 minutos respectivamente) de acuerdo a la duración de dicha actividad establecida en el diagrama del proceso de llenado.

#### **3. Riesgo por lesiones.**

**a. Por jalar cargas.** De acuerdo a la NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) no debería permitírsele a un trabajador manipular o transportar cargas más allá de los 25 kg (= 55 libras), y los operarios manejan burulas llenas de “salsa pizza” que se acercan a los 60 kg tal y como se menciona en la actividad 4 del diagrama del proceso de llenado de “salsa pizza”. Por un lado al momento de arrastrar las burulas desde el área de marmitas hacia el área de empaque, el operario 3 debe encorvarse para jalarlas (ver Imagen No. 10 – Cambio de burula llena por vacía e Imagen No. 11 – Traslado de burula llena al área de empaque), lo cual es una manipulación inadecuada. Esto se debe a que las agarraderas de las burulas se encuentran por debajo del nivel de la cintura del operario. Por lo tanto, para una manipulación adecuada al jalar cargas, las agarraderas debieran estar a la altura de su cintura (Snook y Ciriello, 1991).

Por otro lado únicamente deberían manipular a lo sumo 54 kg de esta manera, realizando un levantamiento<sup>19</sup> cada minuto (Niebel y Freivalds, 2004). No obstante y según el diagrama de flujo de proceso, transcurren 47.4 segundos entre levantamientos, tiempo que corresponde a llenar nuevamente una burula para trasladarla al área de empaque. Por lo tanto, debido a la repetitividad (alrededor de entre 21 y 24 levantamientos diarios de acuerdo a la producción promedio de “salsa pizza”), aumenta la probabilidad de lesiones en la espalda.

**Imagen No. 29 – Fuerza al jalar (en lb y kg) a la altura de la cintura aceptable para hombres y mujeres promedio (I = Inicial, S = Sostenido)**

Distancia jalada en pies (metros)	1 levantamiento/min				1 levantamiento/30 min											
	Hombres		Mujeres		Hombres		Mujeres									
	I	S	I	S	I	S	I	S								
	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg						
150 (45)	37	17	26	12	40	18	24	11	48	22	42	19	48	22	26	12
50 (15)	57	26	42	19	42	19	26	12	62	28	51	23	51	23	33	15
7 (2)	68	31	57	26	55	25	35	16	73	33	70	32	66	30	44	20

Fuente: Adaptado de Snook y Ciriello, 1991.

**b. Por levantar cargas.** Al momento de descargar las burulas en la olla industrial utilizada para el llenado, los operarios 1 y 2 deben cargar dicha olla entre ambos (ver Imagen No. 16 – Rellenado de olla con salsa de burulas (vista trasera) e Imagen No. 17 – Rellenado de olla con salsa de burulas (vista lateral)). El levantamiento lo realizan desde la altura de sus nudillos hasta la altura del hombro aproximadamente, tal y como se menciona en la actividad número 6 del diagrama de proceso de llenado de “salsa pizza”. Esto se debe a que es a la altura de sus nudillos a la cual se encuentran las agarraderas de las burulas.

Esta operación únicamente permite cargas de 25 kg por operario (50 kg en conjunto entre los 2 operarios) por un levantamiento<sup>20</sup> cada minuto (Snook y Ciriello, 1991), y entre ambos operarios cargan alrededor de 60 kg (es decir, 30 kg cada uno) 2 veces cada minuto por ciclo de vaciado de ollas mediante el vertido en bolsas, el cual dura 5 minutos y 15 segundos de acuerdo al diagrama de flujo de proceso. Debido a esto, se excede nuevamente en el peso recomendado de 25 kg por operario y en el número de levantamientos recomendado por minuto de un levantamiento, puesto que se realizan dos levantamientos.

<sup>19</sup> Levantamiento, para este caso, se refiere a la acción de sacar del reposo el objeto (en este caso la burula) y trasladarlo al punto deseado (en este caso el área de empaque).

<sup>20</sup> Levantamiento, para este caso, se refiere a la acción de sacar del reposo el objeto (en este caso la burula) levantándolo por las agarraderas desde el punto inicial (en este caso la altura de los nudillos) al punto deseado (en este caso la altura del hombro).

**Imagen No. 30 – Peso máximo (en lb y kg) aceptable para hombres y mujeres promedio levantando cajas con agarraderas**

Tarea	1 levantamiento /0.5 min				1 levantamiento /1 min				1 levantamiento /30 min			
	Hombres		Mujeres		Hombres		Mujeres		Hombres		Mujeres	
	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg
Del suelo a altura de nudillos	42	19	26	12	66	30	31	14	84	38	37	17
De nudillos a altura de hombro	42	19	20	9	55	25	29	13	64	29	33	15
De hombro a alcance de brazo	37	17	18	8	51	23	24	11	59	27	29	13

(Fuente: Adaptado de Snook y Ciriello, 1991)

De igual forma al cargar las ollas industriales de “ragú” desde la carretilla con la cual se transportaron al área de empaque hacia la mesa adyacente al chiller, están manipulando un peso mayor a los 60 kg entre ambos operarios. Si bien el cincho lumbar los protege hasta cierto punto, la repetitividad de la actividad hace que se incurra en un riesgo de lesiones de espalda. Por lo tanto, de acuerdo a la imagen No. 30, el peso correcto debe ser nuevamente no mayor a los 25 kg por operario (50 kg por 2 operarios) realizando un levantamiento cada minuto.

**c. Por piso resbaloso.** Durante las primeras actividades de los operarios 3 y 4 en la preparación inicial se lavan las marmitas, burulas y ollas, por lo que eventualmente se dan derrames de agua. Esto provoca que el piso del área de cocina se vuelva resbaloso, y por lo tanto, peligroso para los operarios que lo recorren.

## **B. Indumentaria inadecuada y/o insuficiente**

**1. Guantes protectores.** Los operarios cuentan únicamente con guantes de vinilo y/o látex, los cuales no protegen contra las altas temperaturas a las cuales se encuentran las salsas y consecuentemente sus recipientes. Dichas temperaturas se deben a que las salsas son empacadas justo luego de ser cocinadas, por lo tanto a veces optan por utilizar doble guante y así buscar reducir el riesgo de quemaduras. No obstante debido a que están acostumbrados a las altas temperaturas y a las quemaduras, en ocasiones también optan por no utilizar guantes del todo, ya que por los años que llevan realizando el trabajo argumentan haber perdido sensibilidad en las manos.

**2. Delantal protector.** Uno de los operarios involucrados únicamente posee un delantal de tela, el cual en caso de derrames no evita el riesgo de quemaduras. Adicionalmente los operarios que sí poseen un delantal protector adecuado en cuanto a material (por estar hecho a base de plástico principalmente), únicamente les cubren hasta por encima de las rodillas debido a que el mismo mide 1.10 metros de largo. Esto resulta en que exista un espacio entre el delantal y la bota, el cual queda al descubierto y vulnerable a quemaduras, puesto que únicamente la tela del

pantalón del uniforme protege la piel en dicha área. Esto se debe también a que la bota cubre 40 centímetros del largo de la pierna desde el suelo hacia arriba.

### **C. Subutilización de equipo**

**1. Grapadora en desuso.** Existe otro inconveniente a considerar durante el empaqueo, el cual se debe a la forma en que las bolsas son cerradas y a la forma en que los operarios involucrados lo realizan. Esta actividad es llevada a cabo por medio de una máquina neumática que utiliza grapas metálicas de aproximadamente 54 centímetros cúbicos tal y como se describe en la actividad 8 del diagrama del proceso de llenado de “salsa pizza”. Si bien la fábrica posee 2 de éstas máquinas, únicamente utiliza una, ya que sólo ésta se encuentra conectada a la fuente de aire comprimido, característica necesaria para que la misma funcione, lo cual es producto de la falta de una manguera adecuada para dicha conexión.

**2. Depósito elevado en desuso.** El área de llenado y empaque de salsas cuenta con un depósito para “salsa pizza” (con capacidad de 580 litros aproximadamente) elevado a 2.5 metros, el cual ya no se utiliza, pues era parte del proceso anterior de llenado de salsas utilizado por la empresa tal y como se menciona en la actividad 4 del proceso de llenado de “salsa pizza”.

**3. Llenadora de pistón por volumen en desuso.** Se cuenta con una llenadora neumática de pistón por volumen, la cual también era parte del proceso anterior de llenado. Ésta requería de constante calibración para su utilización debido a la presión de la salsa ejercida por la cantidad de la misma en el depósito elevado, pues la llenadora se encontraba conectada a la base del mismo. De acuerdo a esto, entorpecía la operación de llenado para los operarios tal y como se menciona en la actividad 7 del proceso de llenado de “salsa pizza”.

**4. Bomba para transporte de salsa en desuso.** Existe una bomba que transportaba la salsa hacia el depósito elevado, la cual tenía fugas de aceite. En ocasiones este desperfecto mecánico comprometió la integridad del producto durante el proceso anterior de llenado de salsas, por lo que se optó por discontinuar su uso tal y como se menciona en la actividad 4 del proceso de llenado de “salsa pizza”.

### **D. Pérdidas de tiempo**

**1. Tiempo muerto durante el primer cerrado de bolsa con grapa.** Con la utilización de una sola grapadora se da el inconveniente que existen 2 operarios que deben realizar la acción de cerrar las bolsas, por lo que deben esperar a que su compañero desocupe la máquina para utilizarla. No obstante esto sólo ocurre una vez debido a que el tiempo que requiere las actividades posteriores de pesado, depositado y llenado de una nueva bolsa es de 10.4 segundos por bolsa, de esta manera excede el tiempo de engrapado de 8 segundos por bolsa.

Por lo tanto cuando el primer operario necesite utilizar nuevamente la grapadora, ésta ya se habrá liberado.

## **E. Equipo**

**1. Cuellos de botella.** Tal y como se describió en el análisis por etapas del proceso, la producción de ragú puede llegar a convertirse en un cuello de botella a partir del año 5, debido a que la demanda excedería la capacidad (1363 litros diarios mayor a 1296 litros diarios), y el chiller ya lo es en el presente, debido a que la demanda no se ve satisfecha por la capacidad actual de 1920 litros diarios.

## **F. Desperdicio de producto**

**1. Desperdicio en bolsas.** Durante el proceso de engrapado de las bolsas, la grapadora neumática remueve un exceso de 60 pulgadas cuadradas (10 pulgadas de ancho por 6 de largo) de cada bolsa, por lo tanto se desperdicia un 20% de cada bolsa. Es decir que por cada 5 bolsas, se desperdicia una.

**2. Riesgo de desperdicio de salsas.** Este riesgo se da durante el traslado de burulas desde las marmitas hacia el área de empaque por parte del operario No. 3, ya que las mismas no poseen alguna tapadera que evite que se derrame su contenido mientras son arrastradas al lugar. Adicionalmente los operarios 1 y 2 tienden a trabajar rápidamente la operación de vertido, por lo que derraman salsa ocasionalmente alrededor de las ollas industriales de dónde obtienen el producto.

## **G. Actividades que no agregan valor**

**1. Verificación de peso del 100% de bolsas llenas y cerradas.** Parte del proceso consiste en verificar que las bolsas llenas de salsa tengan el peso adecuado de acuerdo al tipo de salsa que contengan (18.5 libras para el caso de la “salsa pizza” y 18.2 libras para el de la “salsa ragú”). No obstante independientemente que concuerde el peso medido con el estipulado, la bolsa con producto sigue su proceso descrito sin alteración o reprocesamiento. Por lo tanto únicamente depende de los operarios el empacar el producto lo más justo posible para no regalar o quedar debiendo parte del mismo.

## **H. Tiempos a mejorar dentro del proceso**

A continuación se listan los tiempos relevantes que debieran mejorar con las alternativas que se propongan:

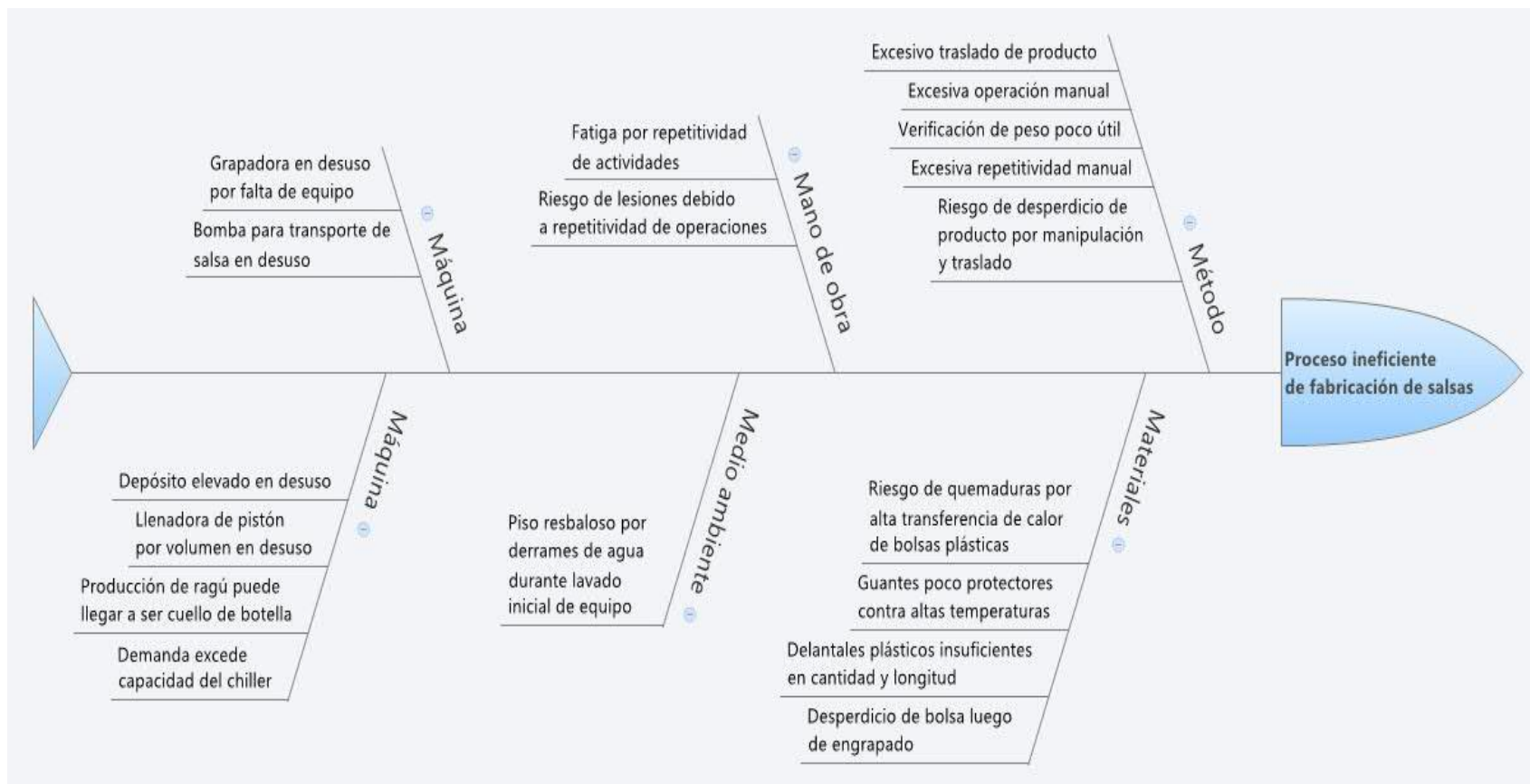
- Operación de llenado de salsa pizza
  - Tiempo de ciclo actual de: 44.6 segundos por bolsa de 8 litros

- Operación de llenado de salsa ragú
  - Tiempo de ciclo actual de: 46.6 segundos por bolsa de 8 litros

De acuerdo a los tiempos de ciclo anteriores se tiene una producción diaria de 5166 litros diarios y 4944 litros diarios respectivamente para la salsa pizza y la salsa ragú. Por lo tanto de lograr mejorar dicha producción, se podría surtir de mejor manera la demanda y el proceso se tornaría más eficiente.

A manera de resumen se pueden encontrar en el siguiente diagrama de Ishikawa las causas del por qué de un proceso ineficiente de llenado de salsa actual en la empresa.

Diagrama No. 10 – Diagrama de causa y efecto del proceso de fabricación de salsas



## VIII. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Dentro de las alternativas propuestas se pretende ciertas implementaciones y/o mejoras imprescindibles, las cuales serán llamadas la Alternativa 0. Ésta conlleva primordial y obligatoriamente lo siguiente en la búsqueda de mejorar el proceso de llenado de salsas:

- ✓ La adquisición de un equipo de protección adecuado para los operarios para promover su seguridad y riesgos asociados,
- ✓ La adquisición de un segundo chiller para la etapa de enfriamiento para erradicar el mayor cuello de botella del proceso de fabricación, y
- ✓ La adquisición de hornilla adicional para el área de fuegos para prever un cuello de botella a futuro.

A continuación se presentan de manera resumida la Alternativa 0 de mejoras imprescindibles, en conjunto con las dos alternativas propuestas que conllevan dichas mejoras indispensables para el proceso de fabricación de salsas.

**Cuadro No. 12: Alternativas propuestas<sup>21</sup>**

Alternativa 0	Implementación de mejoras imprescindibles: equipo de protección adecuado, chiller adicional y hornilla adicional.
Alternativa 1	Adquisición de máquina llenadora-selladora de bolsas, utilización de depósito elevado en desuso y adquisición de depósito adicional en conjunto con la Alternativa 0.
Alternativa 2	Utilización del depósito elevado en desuso junto con la llenadora neumática de pistón y adquisición de un dosificador con medida de 8 litros en conjunto con la Alternativa 0.

De acuerdo a lo mencionado, ambas alternativas cuentan con adquisiciones implícitas para su implementación, es decir, la Alternativa 0. Seguidamente se detallan las características de mencionada alternativa, la cual será obligatoriamente elegida independientemente, de que se complemente o no con las adquisiciones y mejoras adicionales que conllevan las 2 alternativas adicionales.

<sup>21</sup> Ambas alternativas llevan implícito la adquisición del equipo de protección, del chiller, de la marmita sustituta adicional y de la hornilla adicional para el área de fuegos.

## **A. Alternativa 0**

A continuación se detallan las características de las adquisiciones incluidas dentro de la Alternativa 0, tanto en maquinaria como en equipo de protección para los operarios. Esta alternativa contempla adquisiciones necesarias y obligatorias para mitigar los problemas principales actuales y futuros dentro del proceso concerniente a los cuellos de botella y la seguridad de los empleados involucrados en términos de riesgos por quemaduras, mas no en términos de riesgos por fatiga o lesiones. Adicionalmente no hace énfasis en mitigar los riesgos en el aseguramiento de la calidad del producto. Es por eso que esta alternativa será la más barata y menos completa a la vez, no obstante resolverá problemas muy significativos.

**1. Equipo de protección para operarios.** Se requiere la adquisición de equipo adecuado de protección para los operarios, ya que actualmente no poseen uno completo ni uno adecuado. De acuerdo a la descripción de las actividades del proceso y a los puntos expuestos en la problemática actual, los operarios se encuentran en constante contacto con altas temperaturas durante aproximadamente 50% del tiempo total de las actividades del proceso, las cuales son:



- a. producción de salsa,
- b. transporte de salsa,
- c. descarga de salsa (desde marmitas hacia burulas y desde burulas hacia ollas),
- d. vertido de salsa en bolsas (llenado),
- e. empacado de bolsas,
- f. transporte de bolsas,
- g. y cerrado de bolsas.

El contacto cercano y/o directo con las altas temperaturas se debe a que los recipientes utilizados para cocinar el producto son metálicos (marmitas, ollas y taza medidora), material indispensable (en el caso de las marmitas y las ollas) para el cocimiento de alimentos debido su alta transferencia de calor por ser un material conductor. Por otro lado los recipientes usados para manipular o trasladar el producto son plásticos (burulas y bolsas). Estos recipientes, de igual manera, permiten una alta transferencia de calor en sus superficies, calor que viene dado por el hecho que el producto se descarga, transporta, vierte y empaca justo después de haberse cocinado. Adicionalmente, tanto las ollas como las burulas, no poseen tapaderas, lo que permite derrames y/o contacto directo con el producto a alta temperatura en caso de accidentes.

A lo anterior se le suma que los operarios actualmente realizan las tareas mencionadas con guantes inadecuados de látex o vinilo, los cuales no los protegen de quemaduras. También utilizan delantales inadecuados de tela o no lo suficientemente largos para protegerlos adecuadamente de cualquier derrame de producto. Por lo tanto y así como se expuso en la problemática actual la existencia de riesgos por quemaduras e indumentaria inadecuada, se toma como una necesidad obligatoria adquirir la indumentaria adecuada de protección para los operarios y así promover su salud y seguridad física.

A continuación se presenta el equipo adecuado a adquirir para asegurar la seguridad de los operarios dentro del proceso.

**Cuadro No. 13: Equipo adecuado de protección a adquirir**

Equipo	Descripción	Cantidad
	<p>Guante de nitrilo de 45 cm de longitud para protección térmica desde la mano hasta el codo y para el manejo de bolsas de salsas y sus recipientes. (Modelo: Temp Cook 476)</p>	<p>3 pares</p>
	<p>Delantal impermeable de 110 cm de largo y 80 cm de ancho a base de PVC y poliéster para protección térmica por interacción con salsas y/o posibles derrames de las mismas durante su manipulación. (Modelo: Guy Cotten Etal)</p>	<p>3 delantales</p>

A continuación se describen los costos del nuevo equipo de protección para los operarios:

**Cuadro No. 14: Costo de indumentaria**

Indumentaria	Costo unitario	Cantidad	Recambio
Par de guantes	Q 690.00	3	6 meses
Delantal	Q 287.50	3	6 meses

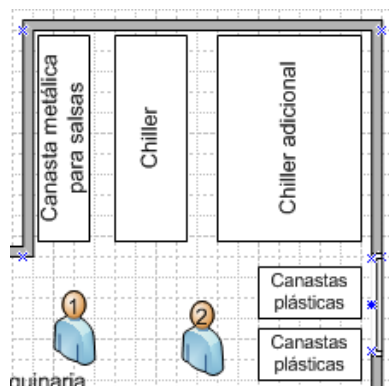
**2. Chiller adicional para etapa de enfriamiento.** Es imprescindible contar con la adquisición de un segundo chiller para la etapa de enfriamiento puesto que la demanda, tanto actual como proyectada, y tanto promedio como pico, excede la capacidad de enfriado actual de 4 litros por minuto. Se buscaría obtener un chiller con el doble de capacidad en comparación con el actual de manera que, actuando en conjunto, tuviesen 3 veces la capacidad actual de enfriado, es decir, 12 litros por minuto. Esto se debe a que de acuerdo a la demanda proyectada, se requerirá una capacidad de 9.3 litros por minuto en época pico para el año 5, lo cual, por medio de la obtención de un chiller de la misma capacidad al actual, no se podría satisfacer en un largo plazo, pues la capacidad sería de 8 litros por minuto únicamente.

El chiller actual de la fábrica posee una capacidad de 4 litros enfriados por minuto y tuvo un costo total aproximado de Q 257,730.00, por lo tanto el mismo enfría actualmente 60 bolsas de 8 litros por cada ciclo de enfriado (120 minutos). Con estos datos se determinó un precio por unidad enfriada de Q 4,295.50 aproximadamente. En consecuencia se estima un precio de Q515,460.00 para el chiller que se desea adquirir, el cual tendría una capacidad de 8 litros por minuto. No obstante a este precio se le debe añadir el efecto de la tasa inflacionaria, por tanto de acuerdo a una tasa de inflación promedio del 5.6%<sup>22</sup> anual, se estima que el valor presente del chiller asciende a los Q 797,893.58.

**Imagen No. 31 – Chiller adicional de mayor capacidad**



**Diagrama No. 11 – Localización del chiller adicional**



<sup>22</sup> La tasa de inflación para dicho cálculo se estimó del promedio de las tasas de inflación mensuales desde el 2006 hasta el 2013 según el Instituto Nacional de Estadística, publicadas en <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=imm/imm01&e=570>.

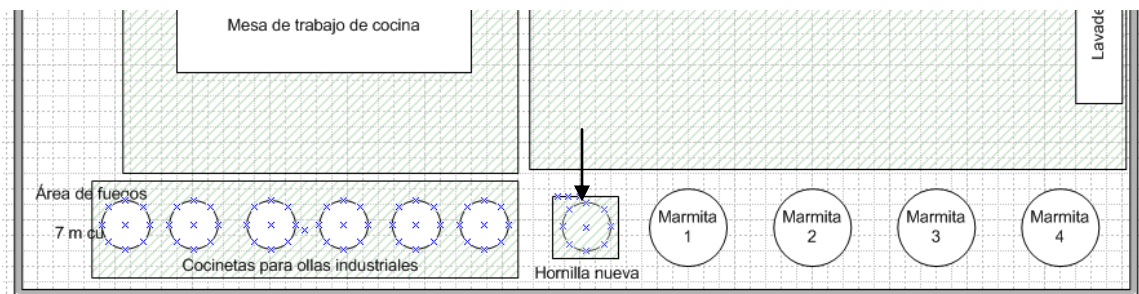
**3. Adquisición de hornilla nueva.** La razón de esta decisión se desprende del hecho que las proyecciones de la demanda dictan que se podría llegar a exceder la capacidad actual de producción de ragú tal y como se observa en las proyecciones mencionadas en el análisis del proceso. De acuerdo a las proyecciones esto sucedería entre el año 4 y el año 5, puesto que ya en el año 5 la demanda requeriría de 1363 litros diarios cuando la capacidad únicamente surte 1296 litros diarios. Esto se traduciría en acumulación de inventario a una tasa de 67 litros diarios.

Para subsanar este problema a largo plazo se planea adquirir una hornilla industrial (Dimensiones: 500 cm de largo x 500 cm de ancho x 570 cm de alto; ver Imagen No. 32 – Hornilla industrial adicional), la cual posee un costo de Q 2,817.50. Ésta se colocaría en el espacio que existe entre el área de fuegos y el área de marmitas (ver Diagrama No. 12 – Ubicación de hornilla adicional entre áreas de fuegos y marmitas), puesto que existe una salida de gas ubicada en dicho espacio. Esta salida ya existe, pues se pensó y se dejó habilitada cuando se hizo la instalación original de la tubería de gas pronosticando y previendo la eventualidad de tener que aumentar el número de hornillas.

**Imagen No. 32 – Hornilla industrial adicional**



**Diagrama No. 12 – Ubicación de hornilla adicional entre áreas de fuegos y marmitas**



#### a. Análisis de la problemática con la Alternativa 0

**1) Riesgos de seguridad industrial.** Este riesgo únicamente se resolvería parcialmente debido a que sólo se estaría dotando a los operarios de la indumentaria adecuada para protegerles de quemaduras. No obstante la fatiga y lesiones que pudieran causarles la naturaleza de las operaciones que realizan, ya sea durante el transporte de salsas, el vertido del contenido de las burulas en ollas o la repetitividad durante el llenado de bolsas, permanecería sin resolverse.

**2) Indumentaria inadecuada y/o insuficiente.** Este problema se resolvería por completo al adquirirse los guantes y delantales descritos anteriormente como necesarios para los operarios.

**3) Subutilización de equipo.** Este problema no se resolvería, ya que se optaría por no vender la maquinaria en desuso con el objetivo que pudieran ser reutilizados más adelante según se cuente con los recursos económicos para echarlos a andar correctamente en la búsqueda de un proceso de fabricación mejorado.

**4) Pérdidas de tiempo.** Este problema seguiría existiendo, ya que no se modificarían las operaciones dentro del proceso actual más allá de las implementaciones mencionadas.

**5) Equipo.** El problema del cuello de botella concerniente al equipo se erradicaría, ya que la alternativa implica la adquisición del chiller y la hornilla adicional. De esta manera aumentaría la capacidad de producción de ragú para la “salsa ragú” evitando cuellos de botella que podrían darse a partir del año 5. Adicionalmente se incrementaría la capacidad del chiller, lo cual de igual manera evitaría los cuellos de botella en la etapa de enfriamiento de las salsas, tanto hoy en día como a 5 años plazo, incluyendo épocas pico.

**6) Desperdicio de producto.** Este problema seguiría existiendo, puesto que no se modificarían las operaciones del proceso en sí, por lo que el traslado de salsas y descarte del exceso de bolsa continuarían.

#### 7) Actividades que no agregan valor

##### a) Verificación de peso del 100% de bolsas llenas y cerradas

Se continuaría inspeccionando el producto, pero no el 100% del mismo, sino por medio de muestras representativas. Para el caso de la “salsa pizza” se tomaría una muestra aleatoria de 105 bolsas; para la “salsa ragú”, una de 112 bolsas.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Las muestras se determinaron de acuerdo a un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%, valores habituales para el cálculo respectivo.

**8) Tiempos a mejorar dentro del proceso.** Esta alternativa no contempla mejorar el tiempo de ciclo del proceso más allá de aumentar la capacidad de la etapa de enfriado y de la producción de ragú con el fin de mitigar el cuello de botella existente y futuro a 5 años plazo. Por lo tanto la operación de llenado y empackado permanecería de la misma manera con el mismo tiempo de ciclo.

**b. Análisis financiero con alternativa 0.** A continuación se muestra un cuadro con la inversión inicial necesaria para la alternativa de que contempla las adquisiciones indispensables.

**Cuadro No. 15: Inversión inicial con alternativa 0**

Inversión inicial	Costo
Indumentaria	Q 2,932.50
Instalaciones	Q 1,000.00
Hornilla	Q 2,817.50
Chiller	Q 797,893.58
<b>Total</b>	<b>Q 804,643.58</b>

De acuerdo al cuadro anterior la inversión inicial de esta alternativa ascendería a los Q804,643.58.

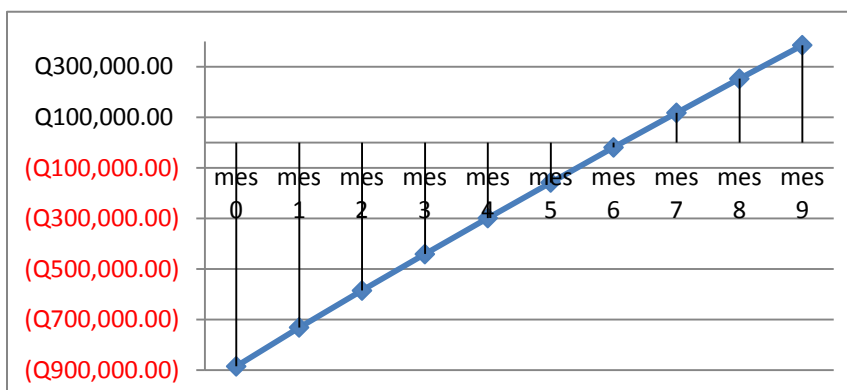
De acuerdo a las utilidades determinadas en el estado de resultados proyectado a 9 meses para la alternativa 0 (ver Anexo A), se determinó el siguiente flujo de efectivo para los meses en cuestión junto con la inversión inicial en el mes 0.

**Cuadro No. 16: Flujo de efectivo después de impuestos con alternativa 0**

Mes	0	1	2	3	4
FEDI	(Q804,643.58)	Q153,862.26	Q145,773.12	Q144,157.38	Q142,457.74

Mes	5	6	7	8	9
FEDI	Q140,671.84	Q138,797.28	Q136,831.58	Q134,772.22	Q132,616.60

**Gráfica No. 4: Período de recuperación – alternativa 0**



De acuerdo al gráfico anterior se determinó primeramente que la inversión en la alternativa 0 posee un período de recuperación de la inversión entre los 5 y 6 meses, tomando en cuenta los cambios porcentuales en costos, gastos e ingresos según los registros históricos de la empresa. Además dicha alternativa arrojó una tasa interna de retorno (TIR) a nueve meses del 10.5%, tasa que es mayor a la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) mensual de la empresa de 1.42%, la cual se deriva de la tasa anual de 13.5% fijada por la misma. Por lo tanto de acuerdo al criterio de aceptación de proyectos mediante la comparación entre la TIR y la TMAR, la primera debe ser mayor a la segunda hecho que se cumple en este caso.

Adicionalmente se calculó el valor actual neto (VAN) de la inversión, también llamado Valor Presente Neto (VPN). Este cálculo consiste en traer al presente los flujos de efectivo con lo cual se obtuvo un valor de Q 381,598.42. Puesto que el VAN resultó ser positivo, se determinó que la alternativa sería económicamente viable para un período de 9 meses.

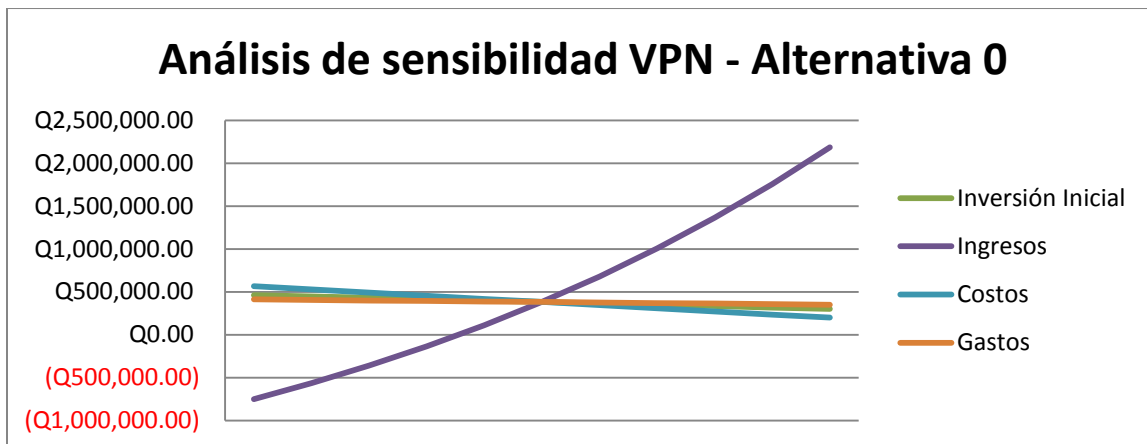
Por otro lado se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el grado con el cual las distintas variables involucradas afectan tanto al VPN como a la TIR de la alternativa. Las variables utilizadas para dicho análisis fueron la inversión inicial, los ingresos, los costos y los gastos, mediante una respectiva variación porcentual entre -10% y 10% con el objetivo de observar el grado de influencia que poseen sobre el VPN y la TIR.

**Cuadro No. 17: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 0**

Variación	-10%	-8%	-6%	-4%
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q462,062.78	Q445,969.91	Q429,877.04	Q413,784.16
<b>Ingresos</b>	(Q751,722.15)	(Q565,387.13)	(Q360,747.08)	(Q136,020.79)
<b>Costos</b>	Q564,381.88	Q527,825.19	Q491,268.49	Q454,711.80
<b>Gastos</b>	<b>Q412,080.53</b>	<b>Q405,984.11</b>	<b>Q399,887.69</b>	<b>Q393,791.27</b>
Variación	-2%	0%	2%	4%
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q397,691.29	Q381,598.42	Q365,505.55	Q349,412.68
<b>Ingresos</b>	Q110,727.35	Q381,598.42	Q678,870.64	Q1,005,011.65
<b>Costos</b>	Q418,155.11	Q381,598.42	Q345,041.73	Q308,485.04
<b>Gastos</b>	Q387,694.84	Q381,598.42	Q375,502.00	Q369,405.58
Variación	6%	8%	10%	
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q333,319.81	Q317,226.94	Q301,134.06	
<b>Ingresos</b>	Q1,362,691.46	Q1,754,796.08	Q2,184,441.78	
<b>Costos</b>	Q271,928.35	Q235,371.66	Q198,814.97	
<b>Gastos</b>	Q363,309.15	Q357,212.73	Q351,116.31	

De acuerdo al cuadro anterior cabe destacar que únicamente los ingresos se comportan de igual manera que el Valor Presente Neto, es decir, a medida que los ingresos aumentan, también lo hace el VPN, y lo hace fuertemente, siendo esta variable una de las más influyentes en el resultado económico de la alternativa. Por otro lado tanto la inversión inicial, como los costos y los gastos provocan un comportamiento inverso en el Valor Presente Neto, puesto que a medida que alguna de las tres variables aumenta, el VPN disminuye, pero en menor medida comparado con la primera variable mencionada.

**Gráfica No. 5: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 0**



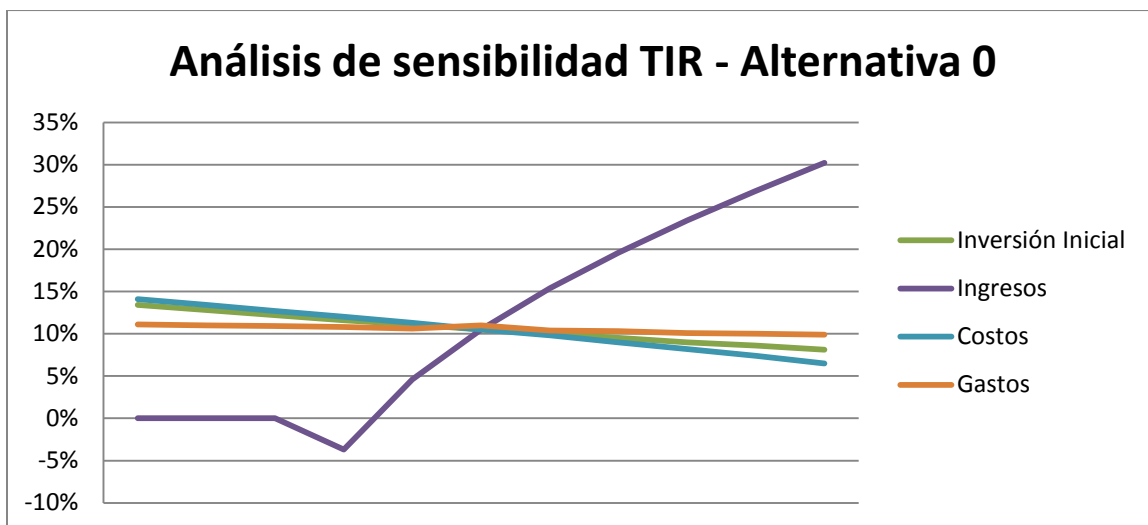
De acuerdo a la gráfica anterior es posible observar claramente la fuerte influencia que poseen los ingresos sobre el resultado del VPN, y el menor grado de la misma que poseen las tres variables restantes analizadas. Tal y como se mencionó anteriormente el análisis de sensibilidad también se realizó para observar la influencia de las mismas variables sobre la TIR. A continuación el cuadro y gráfico respectivos.

**Cuadro No. 18: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 0**

Variación	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Variables	Efecto en TIR										
Inversión Inicial	13%	13%	12%	12%	11%	11%	10%	10%	9%	9%	8%
Ingresos	-	-	-	-4%	5%	11%	15%	20%	23%	27%	30%
Costos	14%	13%	13%	12%	11%	11%	10%	9%	8%	7%	7%
Gastos	11%	11%	11%	11%	11%	11%	10%	10%	10%	10%	10%

De acuerdo al cuadro anterior se puede observar de igual manera que la variable que más afecta la Tasa Interna de Retorno son los ingresos y lo hace de manera significativa con variaciones porcentuales que sobrepasan los cuatro puntos porcentuales. Por otro lado se observa un comportamiento menos influyente en lo que a las tres variables restantes concierne, las cuales modifican levemente dicha tasa.

Gráfica No. 6: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 0



Gracias al gráfico que precede es posible evidenciar lo mencionado en el cuadro anterior, y es que los ingresos influyen de manera mucho más significativa que los costos, gastos o la inversión inicial para la tasa de retorno de la alternativa analizada. Si bien el aumento en los ingresos propiciará resultados económicos positivos para la alternativa según los cuadros y las gráficas, se debe tomar en cuenta que este análisis considera que las demás variables permanecerán constantes mediante la variación de una sola. De acuerdo a esto, los ingresos adicionales podrían esconder costos y gastos adicionales los cuales no están necesariamente reflejados, pero de igual manera afectarían los resultados.

**B. Alternativa 1**

Como se mencionó, la alternativa conlleva la adquisición primeramente del equipo de protección adecuado para los operarios involucrados para promover su seguridad y los riesgos asociados, la del chiller adicional para aumentar la capacidad de la etapa de enfriado y de esta manera erradicar el mayor cuello de botella del proceso, y la de la hornilla adicional para aumentar la capacidad de producción de ragú y así prever un cuello de botella a futuro. Es decir, esta alternativa conlleva intrínsecamente la Alternativa 0.

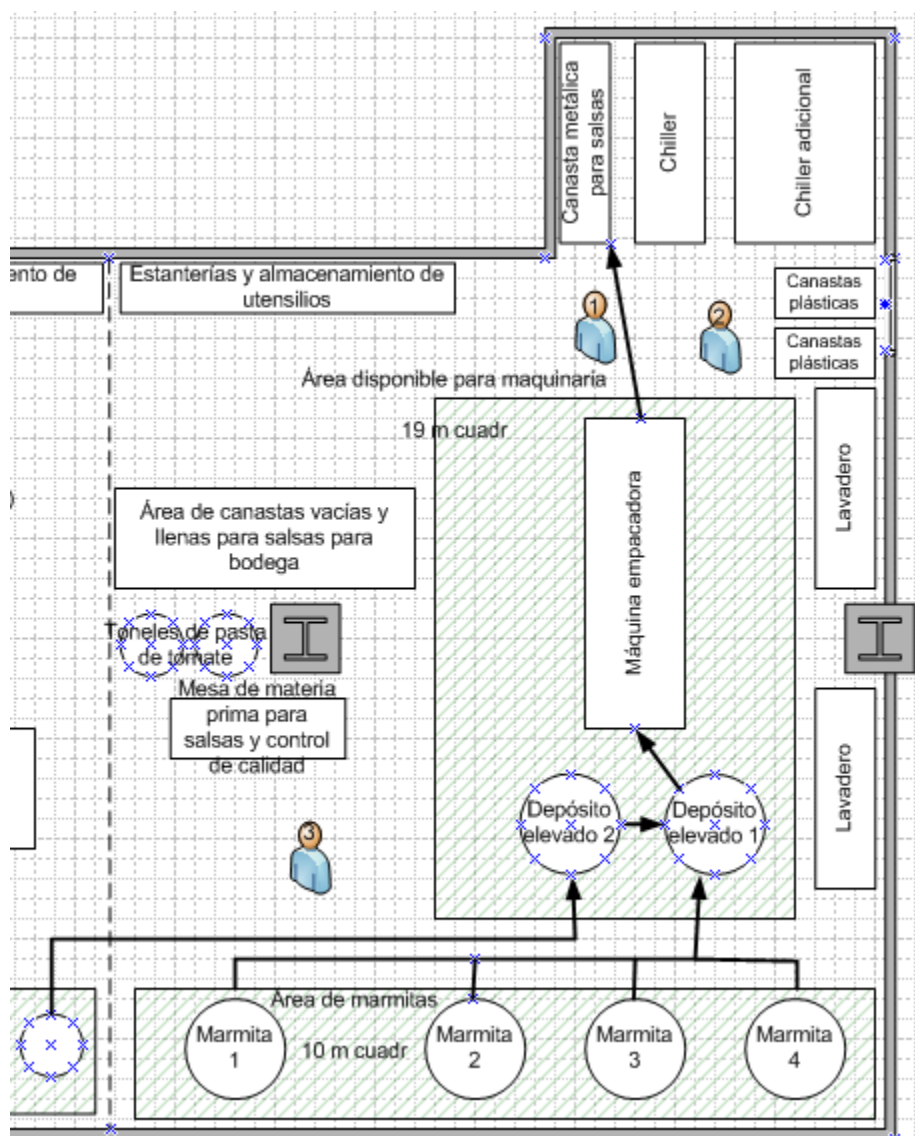
La alternativa también consiste en la adquisición de una máquina llenadora de bolsas (ver Imagen No. 33 – Máquina llenadora y selladora de bolsas modelo GWTG XD-2000 GDX (Dimensiones: 2160 mm de alto x 1050 mm de ancho x 3030 mm de largo)) y la utilización en conjunto del depósito elevado en desuso. Esta máquina tiene la capacidad de empaquetar 10 bolsas de 10 litros por minuto, es decir 100 litros de salsa por minuto, lo cual aumentaría la capacidad actual de llenado, empaquetado y sellado de 5760 litros diarios en un 88%. Más que buscar mejorar la capacidad de llenado, empaquetado y sellado, esta alternativa busca disminuir el contacto directo y la manipulación del producto por parte de los operarios. De esta manera se disminuirán los riesgos de accidentes para los operarios y se evitará poner riesgo la calidad de la salsa por manipulación, lo cual podría contaminarla. Adicionalmente la máquina es totalmente automática, por lo tanto la misma es capaz de formar la bolsa, llenarla, sellarla y cortarla, de esta manera se erradicaría la actividad de preparación de bolsas por los operarios al comienzo del día, la cual requiere casi 7 minutos diarios, es decir poco más de Q 1.00 diario en mano de obra.

La máquina recibe la salsa en la parte superior e internamente forma la bolsa de empaque mediante un molde que es alimentado por la bobina de plástico para bolsas. Adicionalmente, se vierte el producto dentro de la bolsa de manera automática. La cantidad deseada se establece por volumen en el mando de control al frente de la máquina. Una vez se ha descargado la cantidad deseada, la plancha térmica interna presiona la parte superior de la bolsa que se encuentra abierta y realiza un sello térmico. Finalmente corta la bolsa y la deposita en la bandeja inferior de la máquina, la cual por medio de una banda transportadora la hace llegar hacia la mesa donde se almacenarán temporalmente hasta que el operario 1 o 2 la trasladen a la siguiente etapa.

Imagen No. 33 – Máquina llenadora y selladora de bolsas modelo GWTG XD-2000 GD  
 (Dimensiones: 2160 mm de alto x 1050 mm de ancho x 3030 mm de largo)

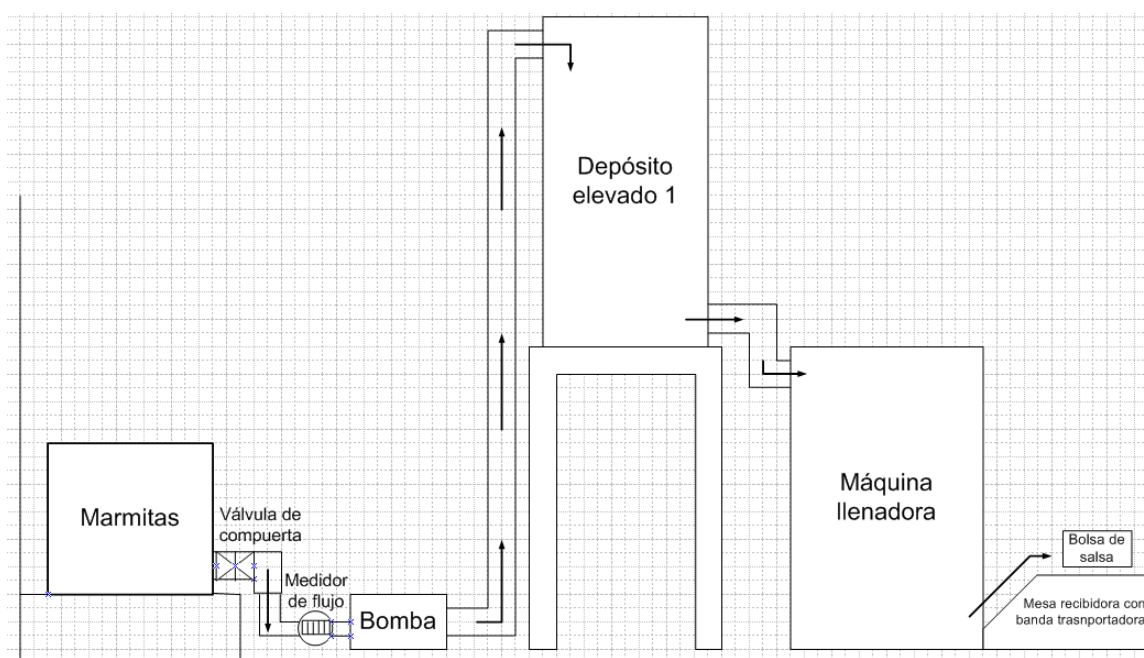


Diagrama No. 13 – Distribución de espacios en área de llenado y empaque con máquina



Como se observa en el Diagrama No. 13, para el caso del llenado de “salsa pizza” en primer lugar el depósito elevado 1 recibiría la “salsa pizza” directamente de las marmitas una vez se haya cocinado la misma. Esto se lograría por medio de una bomba centrífuga que la bombearía desde las marmitas hasta la altura del mismo (ver Diagrama No. 14 – Recorrido de la salsa desde marmitas hacia máquina llenadora (vista lateral)). Adicionalmente existiría un medidor de flujo anterior a la bomba, es decir un contador volumétrico que indique la cantidad de “salsa pizza” bombeada al depósito, de manera que sirva como referencia para su uso posterior con la “salsa ragú”.

**Diagrama No. 14 – Recorrido de la salsa desde marmitas hacia máquina llenadora (vista lateral)**

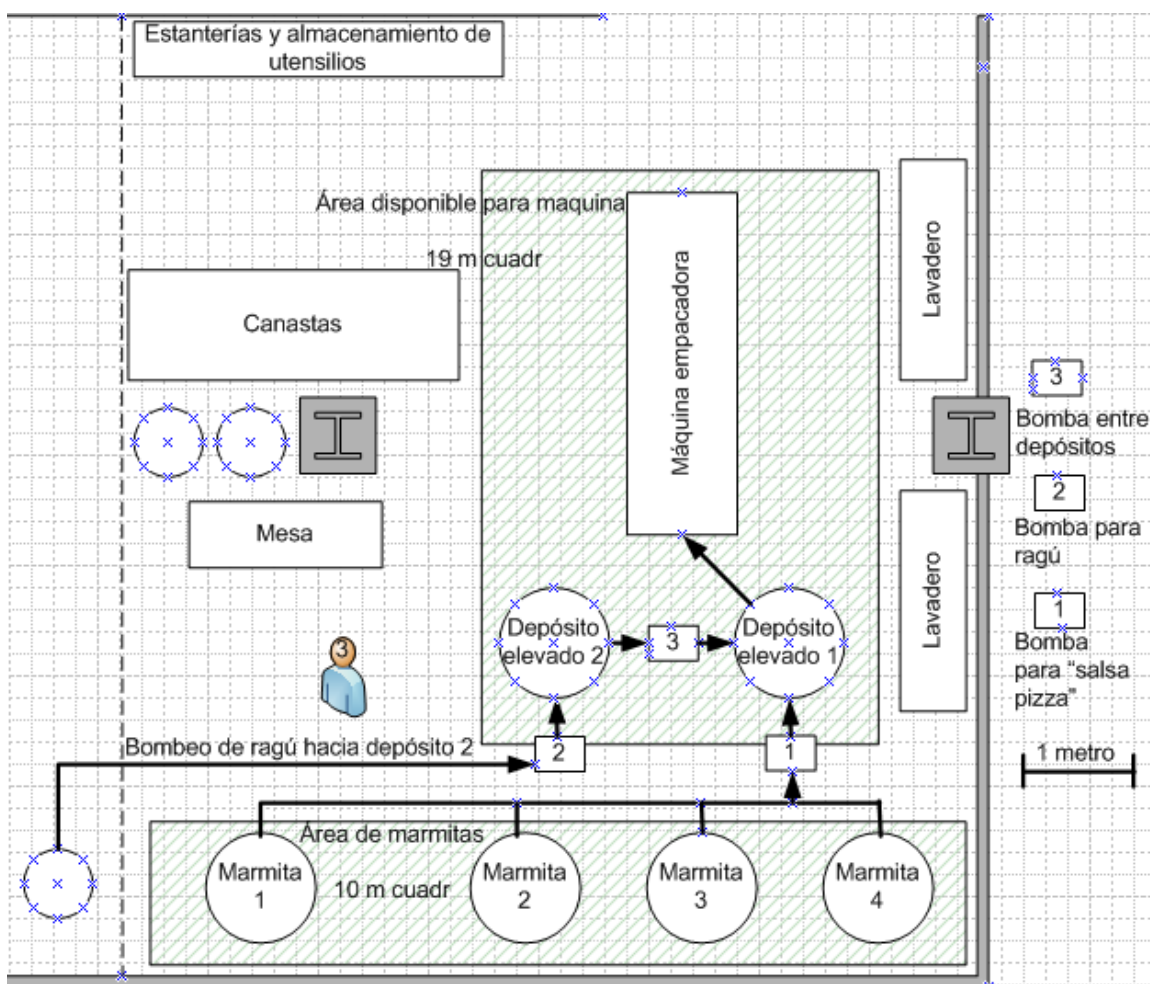


La salida de este depósito estaría conectada directamente a la entrada de la máquina llenadora y selladora, mas la transferencia sería únicamente por gravedad. Esto se debe a que el depósito posee una elevación mayor a la altura de la máquina llenadora. La base del depósito se encuentra a 2.5 metros de altura y la altura de la máquina es de 2.16 metros.

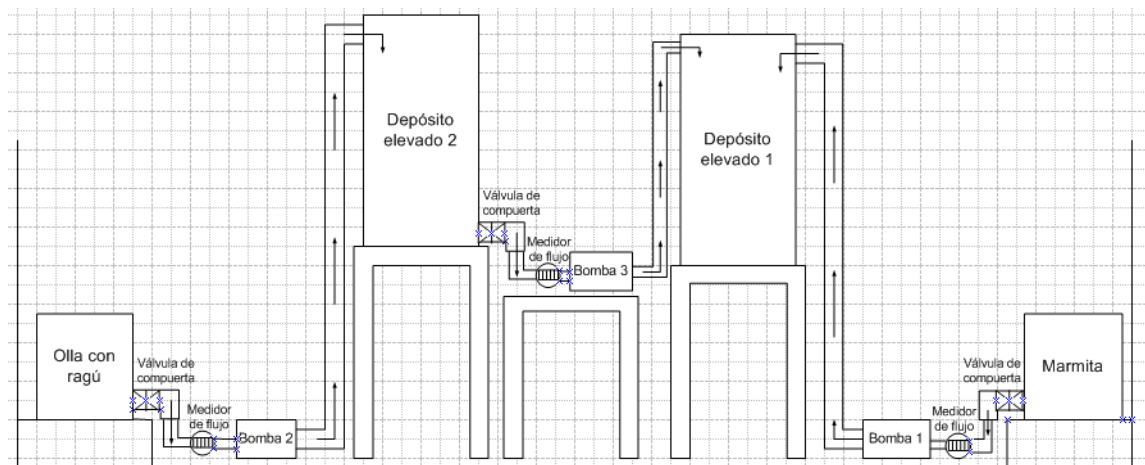
Por otro lado para la “salsa ragú” se requerirá, además de bombear la “salsa pizza” al depósito 1, bombear el ragú al mismo para realizar la mezcla y obtener la “salsa ragú” (ver Diagrama No. 15 – Detalle de conexión entre depósitos elevados). Para ello se obtendría un segundo depósito de igual capacidad al primero (580 litros) a donde se bombearía el ragú por medio de una segunda bomba centrífuga igual a la utilizada para la “salsa pizza”. Previo a esta segunda bomba también existiría un medidor de flujo o contador volumétrico para tener referencia de la cantidad de ragú bombeada al depósito 2.

La salida del segundo depósito (en la base) se conectaría a otro medidor de flujo, es decir otro contador volumétrico, el cual serviría para saber la cantidad de ragú que se bombeará para realizar la mezcla idónea con la "salsa pizza" en el primer depósito. Luego este contador se acoplaría a una tercera bomba, la cual bombearía su contenido hacia su conexión con el primer depósito en la parte superior. Finalmente se realizaría la mezcla dentro del primer depósito, el cual estaría vinculado a la máquina llenadora (ver Diagrama No. 16 – Detalle de conexión entre depósitos elevados (vista trasera)).

**Diagrama No. 15 – Detalle de conexión entre depósitos elevados**



**Diagrama No. 16 – Detalle de conexión entre depósitos elevados (vista trasera)**



De manera análoga a la “salsa pizza”, los operarios entrarían en contacto con el producto caliente y ya cocinado hasta el momento en el que ya se encuentra empacado en las bolsas. La razón se debe a que luego de su producción en las marmitas, todo su transporte y manipulación se realizaría mecánicamente con la ayuda de las bombas, los depósitos y la máquina llenadora. Por lo tanto únicamente tendrían que trasladar las bolsas llenas y cerradas a la canasta metálica para su posterior etapa de choque térmico y enfriado en el “chiller”.

Por lo tanto al optar por la implementación de la máquina llenadora de salsas para el proceso, ésta aportaría con lo siguiente:

- Mejoraría el tiempo del proceso
- Disminuiría los tiempos no efectivos dentro del proceso
- Evitaría el vertido manual de salsa
- Disminuiría la inspección por pesado del 100% de bolsas con producto
- Se ahorraría el desperdicio por exceso de plástico al usar la bobina y no las bolsas
- Promovería la seguridad de los operarios al evitar trasladar cargas pesadas (burulas u ollas llenas de salsa)
- Promovería la inocuidad del producto al evitar el contacto directo de los operarios con el mismo
- Erradicaría el riesgo humano de derrames de producto al automatizar el llenado de bolsas

## 1. Análisis de la problemática con la alternativa 1

### a. Riesgos de seguridad industrial

1) **Riesgo por quemaduras, fatiga y lesiones.** Esta alternativa eliminaría el riesgo por quemaduras, fatiga y lesiones de los operarios al prescindir de las actividades de:

- descarga de marmitas hacia las burulas,
- traslado de burulas por arrastre desde área de marmitas hacia área de empaque,
- descarga de burulas a la olla industrial,
- vertido manual de la salsa en las bolsas,
- traslado de bolsas hacia grapadora, y
- engrapado de bolsas llenas

**Cuadro No. 19: Ahorro en tiempo y costos (anuales) al prescindir de actividades listadas<sup>24</sup>**

	Tiempo requerido actual	Tiempo estimado con maquinaria	Ahorro en costos estimado
Salsa pizza	35188 min	5391 min	Q4,432.30
Salsa ragú	36012 min	5841 min	Q4,487.95

### b. Indumentaria inadecuada y/o insuficiente

1) **Guantes y delantales protectores.** Esta alternativa, al igual que la segunda, lleva implícito dotar a los operarios involucrados dentro del proceso con los guantes y delantales protectores adecuados y suficientes mencionados anteriormente, por lo tanto también contribuiría a erradicar los riesgos de quemaduras dentro del mismo.

### c. Subutilización de equipo

1) **Grapadora, llenadora de pistón por volumen y bomba para transporte de salsa en desuso.** En lo que concierne a ambas grapadoras neumáticas y a la llenadora de pistón, se optaría por venderlas, ya que dentro del proceso ya no serían necesarias y que no existe competencia directa al vender el producto a la propia empresa. Así mismo y por medio de su valor de recuperación se obtendrían fondos para sufragar la inversión requerida para esta alternativa. A continuación se presentan las cantidades respectivas que se ingresarían por su venta.

<sup>24</sup> La tabla se calculó con base en una demanda promedio de 2400 litros diarios de salsa.

**Cuadro No. 20: Valor de recuperación de maquinaria en desuso**

Valor de recuperación de maquinaria en desuso		
<b>2 Grapadoras neumáticas</b>	<b>1 Llenadora de pistón</b>	<b>1 Bomba centrífuga</b>
Q 7,000.00 (Q 3,500.00 c/u)	Q 4,000.00	Q 5,500.00

**2) Depósito elevado en desuso.** El depósito volvería a utilizarse dentro del nuevo proceso de llenado, siendo éste quien reciba de las marmitas la “salsa pizza” y del depósito 2, el ragú.

**d. Pérdidas de tiempo**

**1) Tiempo muerto durante el primer cerrado de bolsa con grapa.** Con esta alternativa se erradicaría este tiempo muerto, pues las grapadoras neumáticas ya no serían parte del proceso. Esto se debe a que los operarios ya no estarían involucrados directamente con la operación de llenado y empaquetado de bolsas, puesto que la máquina realizaría dichas actividades. Éstos únicamente configurarían la máquina y recibirían las bolsas con producto para el traslado a la etapa de enfriamiento.

**e. Equipo/utensilios**

**1) Cuellos de botella.** Este problema se erradicaría, ya que la alternativa cuenta implícitamente con la adquisición del chiller y la hornilla adicional. De esta manera aumentaría la capacidad de producción de ragú para la “salsa ragú” evitando cuellos de botella que podrían darse a partir del año 5. Adicionalmente se incrementaría la capacidad del chiller, lo cual de igual manera evitaría los cuellos de botella en la etapa de enfriamiento de las salsas, tanto en temporada normal como en temporada alta.

**f. Desperdicio de producto**

**1) Desperdicio en bolsas.** Esta alternativa eliminaría el desperdicio de plástico actual con las bolsas utilizadas para 8L de salsa. Esto sucede, ya que durante cada ciclo del proceso de llenado (independientemente de la salsa que sea) al realizar el engrapado de la bolsa, se corta y desecha el exceso de bolsa al final de la grapa. La máquina en cambio no desperdiciaría plástico, pues aprovecharía la bolsa casi al máximo por tratarse de una bobina de plástico la que alimenta a la misma.

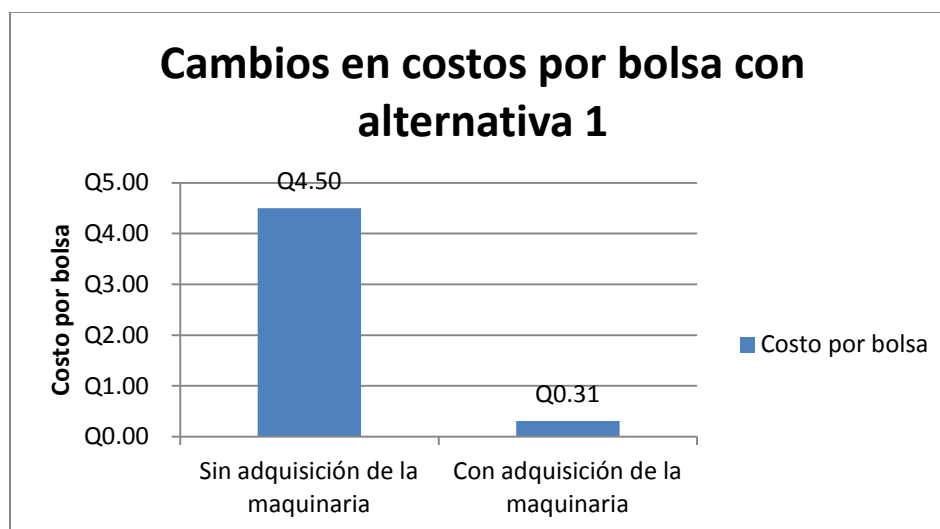
La bobina de plástico enrollado (ver Imagen No. 34), es una sola bolsa de gran longitud la cual se va cortando y fraccionando a medida que se llenan y sacan bolsas selladas y cortadas con producto en su interior. Esta bobina se compra por kilogramo y es posible obtenerla del mismo calibre de plástico que las utilizadas actualmente, que son de calibre 600, a un costo mucho menor.

**Imagen No. 34 – Bobina de plástico para bolsas**



Actualmente la empresa obtiene cada bolsa por Q. 4.50 y podría comprar una bolsa más por el desperdicio generado de cada 5 que llena y empaqa. Con el nuevo proveedor de plástico (ahora en rollos o bobinas) que sería el mismo proveedor de la máquina, se obtendría la bolsa a Q. 0.31, lo cual equivale a un costo casi 93% más bajo (ver Gráfica No. 7), por lo tanto habría un ahorro muy significativo (ver Cuadro No. 21: Ahorro en material de empaque), además que ya no habría desperdicio de plástico. Esto se debe a que los rollos plásticos o bobinas poseen una medida estándar para determinado número de bolsas de determinado tamaño, por lo tanto se ordenaría el tamaño apropiado para la producción.

**Gráfica No. 7: Cambios en costos por bolsa con alternativa 1**



**Cuadro No. 21: Ahorro en material de empaque<sup>25</sup>**

Costo anual actual	Costo anual estimado	Ahorro anual estimado
Q 437,400.00	Q 30,132.00	Q 407, 268.00

<sup>25</sup> Los valores se calcularon con base en una demanda promedio de 2400 litros diarios de salsa.

**2) Riesgo de desperdicio de salsas.** Adicionalmente se erradicaría el riesgo de desperdicio de salsas, ya sea por derrames o por comprometer la integridad del producto. Esto sería así, ya que la salsa ya no sería transportada manualmente desde donde es producida hacia donde es empacada por medio de burulas. De acuerdo a lo expuesto anteriormente y a las actividades de las cuales se prescindirían (ver Riesgos de seguridad industrial, página 47), los operarios entrarían en contacto con el producto hasta que se encuentre empacado. Por lo tanto únicamente lo trasladarían a la canasta metálica para su posterior proceso de enfriamiento.

**g. Actividades que no agregan valor**

**1) Verificación de peso del 100% de bolsas llenas y cerradas.** Esta actividad se modificaría, ya que la máquina llenadora vertería únicamente la cantidad deseada por control electrónico con un margen de error mínimo. Adicionalmente se continuaría inspeccionando el producto, pero no el 100% del mismo, sino por medio de muestras representativas. Para el caso de la “salsa pizza” se tomaría una muestra aleatoria de 105 bolsas; para la “salsa ragú”, una de 112 bolsas.

**h. Tiempos a mejorar dentro del proceso**

**Cuadro No. 22: Comparación de velocidades de operación de llenado, sellado y cortado (hombre vs máquina)**

	Hombre	Máquina
Capacidad de llenado, empaquetado y sellado	12 litros por minuto	80 litros por minuto

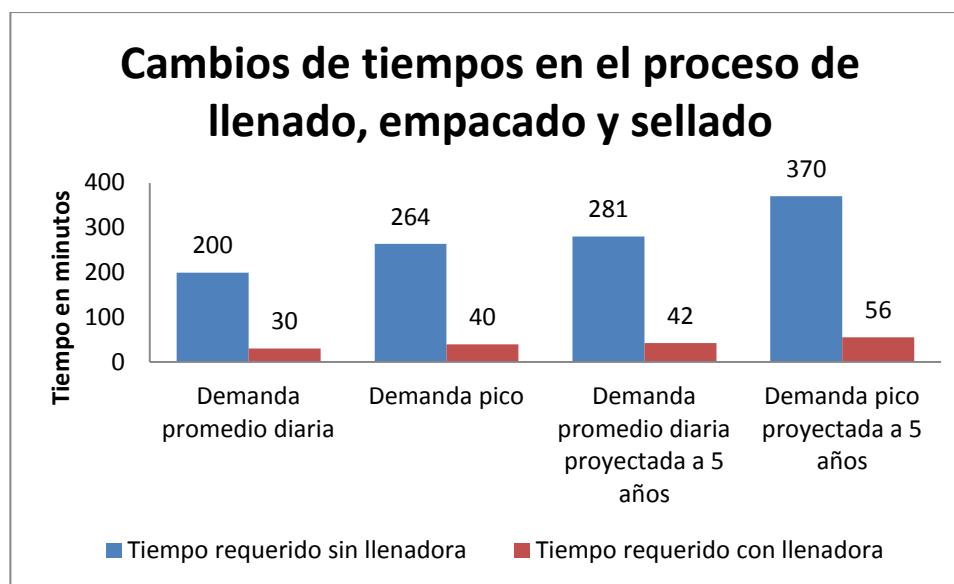
De acuerdo a las especificaciones de la máquina y al cuadro anterior, ella es 6.66 veces<sup>26</sup> más rápida para el proceso de llenado, empaquetado y sellado de salsas, que un operario que lo hace manualmente. Así se lograría aumentar la capacidad de llenado, empaquetado y sellado, por lo que sería posible cubrir de mejor manera la demanda debido a la mejora en eficiencia.

**Cuadro No. 23: Demanda actual y proyectada para la etapa de llenado, empaquetado y sellado**

Demanda promedio	Demanda pico	Demanda promedio proyectada a 5 años	Demanda pico proyectada a 5 años
2400 litros diarios	3168 litros diarios	3366 litros diarios	4444 litros diarios

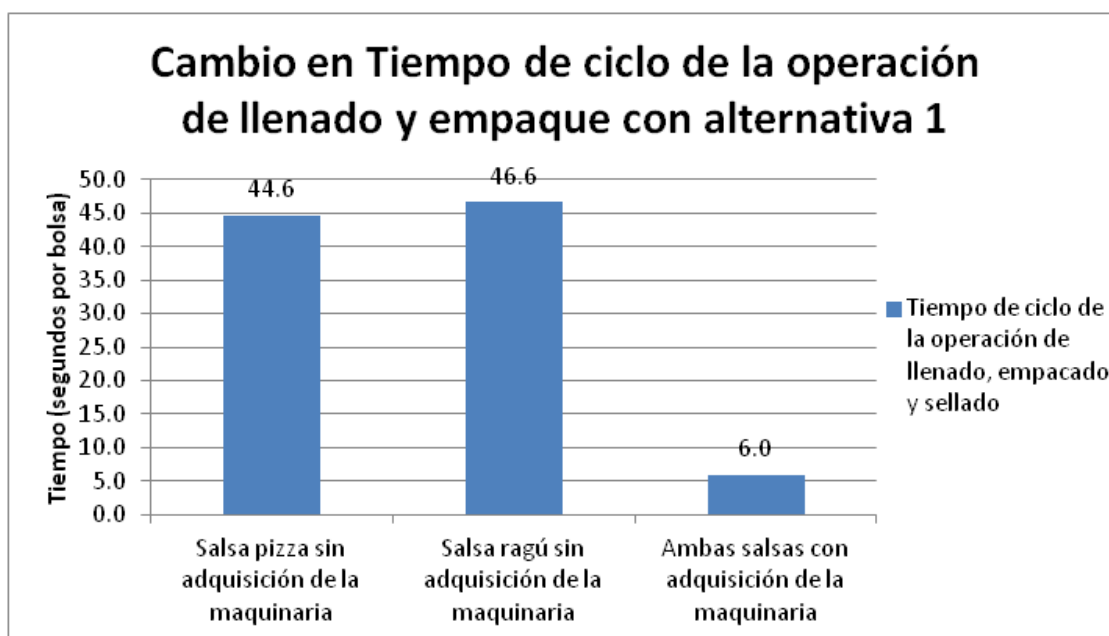
<sup>26</sup> Este valor se obtiene dividiendo la velocidad de operación de la máquina por la velocidad de operación del operario para la fila de la salsa pizza. Ambas están reflejadas en el cuadro No. 12.

Gráfica No. 8: Cambios en tiempos de empaqueo con alternativa 1



De igual manera la velocidad de operación de la máquina cubre la demanda en cualquiera de los casos del Cuadro no. 5, reduciendo el tiempo de la etapa en cada uno de los casos en un 85% respectivamente.

Gráfica No. 9: Cambios en el tiempo de ciclo de operación de llenado, empaqueo y sellado con alternativa 1



De acuerdo al cuadro anterior el nuevo tiempo de ciclo para la operación de llenado, empaqueo y sellado por bolsa se reduciría en un 86.5% para la salsa pizza, y en un 87.1% para la salsa ragú.

**2. Análisis financiero con alternativa 1.** A continuación se muestra un cuadro con la inversión inicial necesaria para la alternativa 1. Adicionalmente se presenta un cuadro con los ingresos que se obtendrían por la venta de la maquinaria en desuso.

**Cuadro No. 24: Inversión inicial con alternativa 1**

<b>Inversión inicial</b>	<b>Costo</b>	
Máquina llenadora	Q	146,625.00
3 Bombas centrífugas	Q	88,800.00
3 medidores de flujo (contadores vol.)	Q	12,000.00
Indumentaria	Q	2,932.50
Tuberías	Q	1,912.68
Instalaciones	Q	2,500.00
Hornilla	Q	2,817.50
Chiller	Q	797,893.58
<b>Total</b>	<b>Q</b>	<b>1,055,481.26</b>

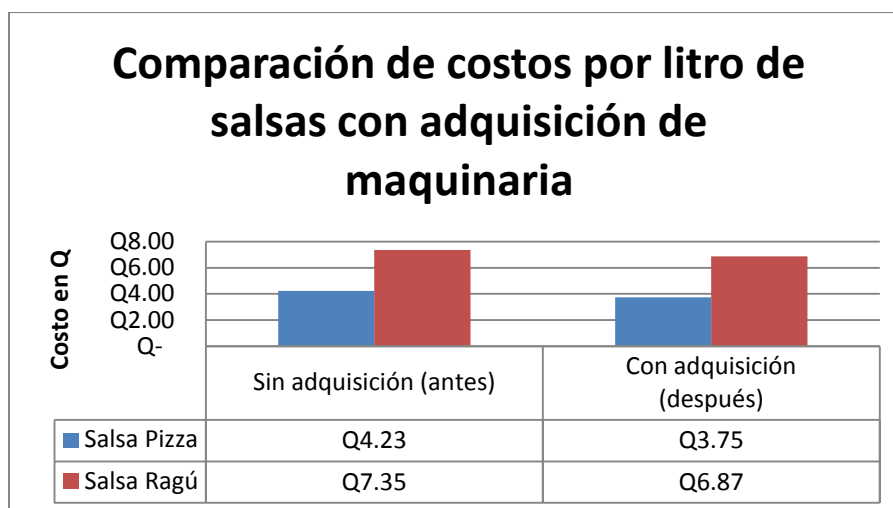
**Cuadro No. 25: Ingresos por venta de maquinaria en desuso**

<b>Maquinaria</b>	<b>Valor de recuperación</b>	
2 grapadoras neumáticas	Q	7,000.00
1 llenadora de pistón	Q	4,000.00
1 bomba centrífuga	Q	5,500.00
<b>Total</b>	<b>Q</b>	<b>9,500.00</b>

De acuerdo a los cuadros anteriores la inversión inicial de esta alternativa ascendería a los Q 1,055,481.26. No obstante luego de la venta de la maquinaria en desuso se obtendrían ingresos por Q 9,500.00, los cuales ayudarían a iniciar la recuperación de dicha inversión.

Con la adquisición de la maquinaria y el nuevo proveedor de bolsa, el costo por litro de salsa, tanto para la “salsa pizza” como para la “salsa ragú” se reduciría en un 11% y 7% respectivamente debido al ahorro en desperdicios mencionado anteriormente en el análisis de la problemática. A continuación se muestra una comparativa entre dichos costos para ambas salsas.

Gráfica No. 10: Comparación de costos por litro de salsas con adquisición de maquinaria



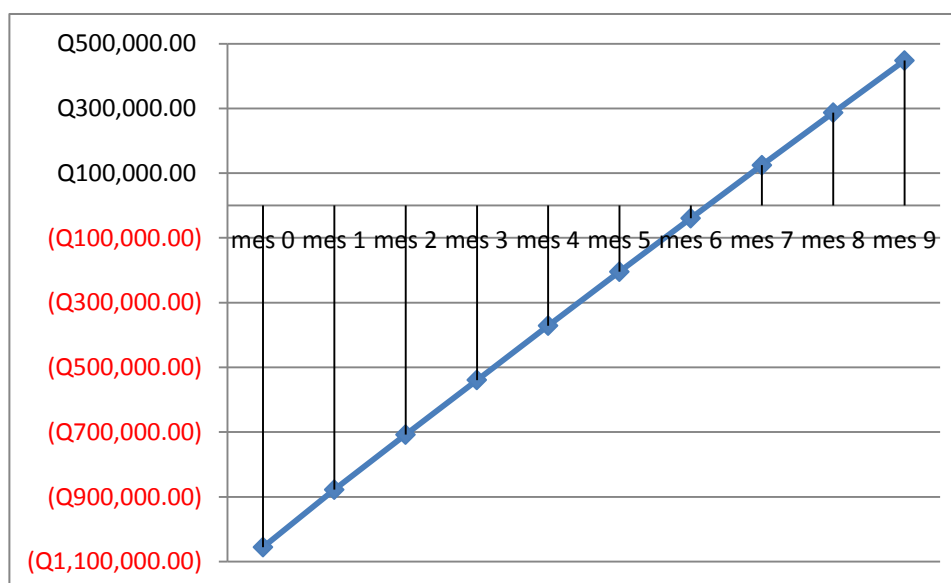
De acuerdo a las utilidades determinadas en el estado de resultados proyectado a 9 meses para la alternativa 1 (ver Anexo B), se determinó el siguiente flujo de efectivo para los meses en cuestión junto con la inversión inicial en el mes 0.

Cuadro No. 26: Flujo de efectivo después de impuestos con alternativa 1

Mes	0	1	2	3	4
FEDI	(Q1,055,481.26)	Q177,551.59	Q169,993.14	Q168,919.94	Q167,774.94

Mes	5	6	7	8	9
FEDI	Q166,556.08	Q165,261.22	Q163,888.17	Q162,434.70	Q160,898.53

Gráfica No. 11: Período de recuperación – alternativa 1



De acuerdo al gráfico anterior se determinó primeramente que la inversión en la alternativa 1 posee un período de recuperación de la inversión entre los 6 y 7 meses, tomando en cuenta los cambios porcentuales en costos, gastos e ingresos según los registros históricos de la empresa. Además dicha alternativa arrojó una tasa interna de retorno (TIR) a nueve meses del 7.8%, tasa que es mayor a la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) mensual de la empresa de 1.42%, la cual se deriva de la tasa anual de 13.5% fijada por la misma. Por lo tanto de acuerdo al criterio de aceptación de proyectos mediante la comparación entre la TIR y la TMAR, la primera debe ser mayor a la segunda hecho que se cumple en este caso.

Adicionalmente se calculó el valor actual neto (VAN) de la inversión, también llamado Valor Presente Neto (VPN). Este cálculo consiste en traer al presente los flujos de efectivo con lo cual se obtuvo un valor de Q 347,939.44. Puesto que el VAN resultó ser positivo, se determinó que la alternativa sería económicamente viable para un período de 9 meses.

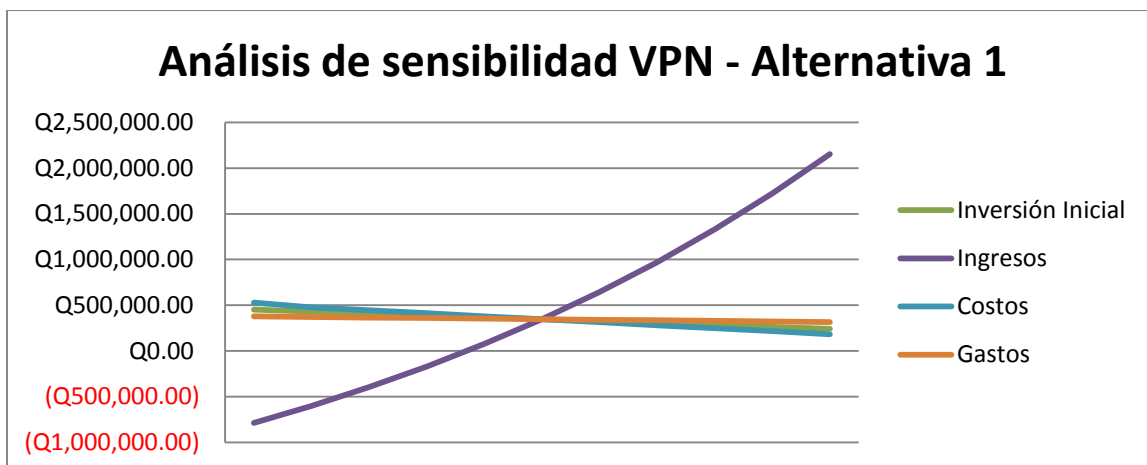
Por otro lado se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el grado con el cual las distintas variables involucradas afectan tanto al VPN como a la TIR de la alternativa. Las variables utilizadas para dicho análisis fueron la inversión inicial, los ingresos, los costos y los gastos, mediante una respectiva variación porcentual entre -10% y 10% con el objetivo de observar el grado de influencia que poseen sobre el VPN y la TIR.

**Cuadro No. 27: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 1**

Variación	-10%	-8%	-6%	-4%
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q453,487.56	Q432,377.94	Q411,268.31	Q390,158.69
<b>Ingresos</b>	(Q785,381.13)	(Q599,046.12)	(Q394,406.07)	(Q169,679.78)
<b>Costos</b>	Q531,123.27	Q478,660.57	Q445,980.29	Q413,300.01
<b>Gastos</b>	Q378,421.55	Q372,325.13	Q366,228.70	Q360,132.28
Variación	-2%	0%	2%	4%
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q369,049.06	Q347,939.44	Q326,829.81	Q305,720.19
<b>Ingresos</b>	Q77,068.37	Q347,939.44	Q645,211.65	Q971,352.66
<b>Costos</b>	Q380,619.72	Q347,939.44	Q315,259.15	Q282,578.87
<b>Gastos</b>	Q354,035.86	Q347,939.44	Q341,843.01	Q335,746.59
Variación	6%	8%	10%	
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q284,610.56	Q263,500.94	Q242,391.31	
<b>Ingresos</b>	Q1,329,032.48	Q1,721,137.09	Q2,150,782.80	
<b>Costos</b>	Q249,898.59	Q217,218.30	Q184,538.02	
<b>Gastos</b>	Q329,650.17	Q323,553.75	Q317,457.32	

De acuerdo al cuadro anterior cabe destacar que únicamente los ingresos se comportan de igual manera que el Valor Presente Neto, es decir, a medida que los ingresos aumentan, también lo hace el VPN, y lo hace fuertemente, siendo esta variable una de las más influyentes en el resultado económico de la alternativa. Por otro lado tanto la inversión inicial, como los costos y los gastos provocan un comportamiento inverso en el Valor Presente Neto, puesto que a medida que alguna de las tres variables aumenta, el VPN disminuye, pero en menor medida comparado con la primera variable mencionada.

**Gráfica No. 12: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 1**



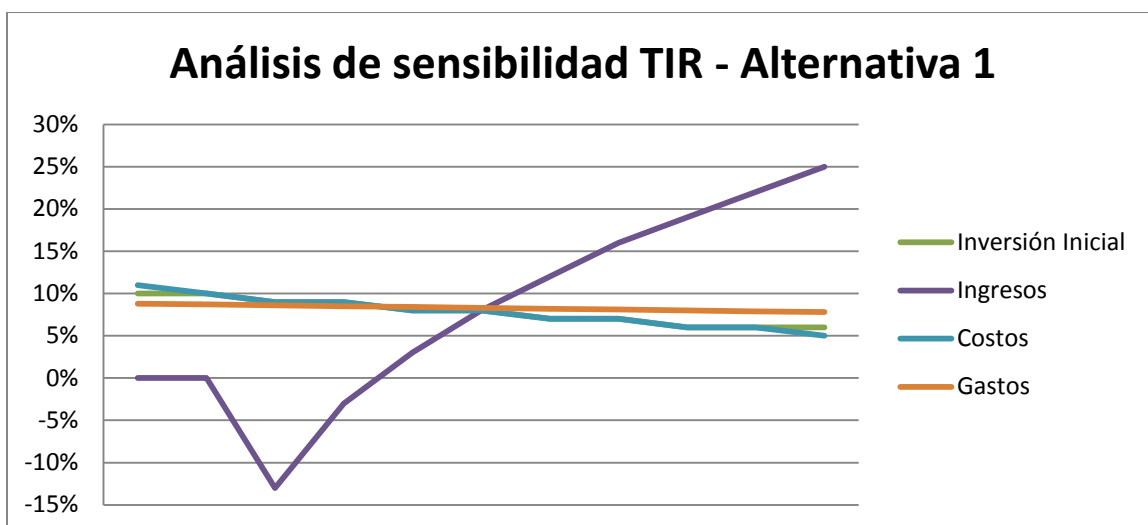
De acuerdo a la gráfica anterior es posible observar claramente la fuerte influencia que poseen los ingresos sobre el resultado del VPN, y el menor grado de la misma que poseen las tres variables restantes analizadas. Tal y como se mencionó anteriormente el análisis de sensibilidad también se realizó para observar la influencia de las mismas variables sobre la TIR. A continuación el cuadro y gráfico respectivos.

**Cuadro No. 28: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 1**

Variación	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Variables	Efecto en TIR										
Inversión Inicial	10%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	6%
Ingresos	-	-	-13%	-3%	3%	8%	12%	16%	19%	22%	25%
Costos	11%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	5%
Gastos	9%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

De acuerdo al cuadro anterior se puede observar de igual manera que la variable que más afecta la Tasa Interna de Retorno son los ingresos y lo hace de manera significativa con variaciones porcentuales que sobrepasan los 4 puntos porcentuales. Por otro lado se observa un comportamiento menos influyente en lo que a las 3 variables restantes concierne, las cuales modifican levemente dicha tasa.

Gráfica No. 13: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 1



Gracias al gráfico que precede es posible evidenciar lo mencionado en el cuadro anterior, y es que los ingresos influyen de manera mucho más significativa que los costos, gastos o la inversión inicial para la tasa de retorno de la alternativa analizada. Si bien el aumento en los ingresos propiciará resultados económicos positivos para la alternativa según los cuadros y las gráficas, se debe tomar en cuenta que este análisis considera que las demás variables permanecerán constantes mediante la variación de una sola. De acuerdo a esto, los ingresos adicionales podrían esconder costos y gastos adicionales los cuales no están necesariamente reflejados, pero de igual manera afectarían los resultados.

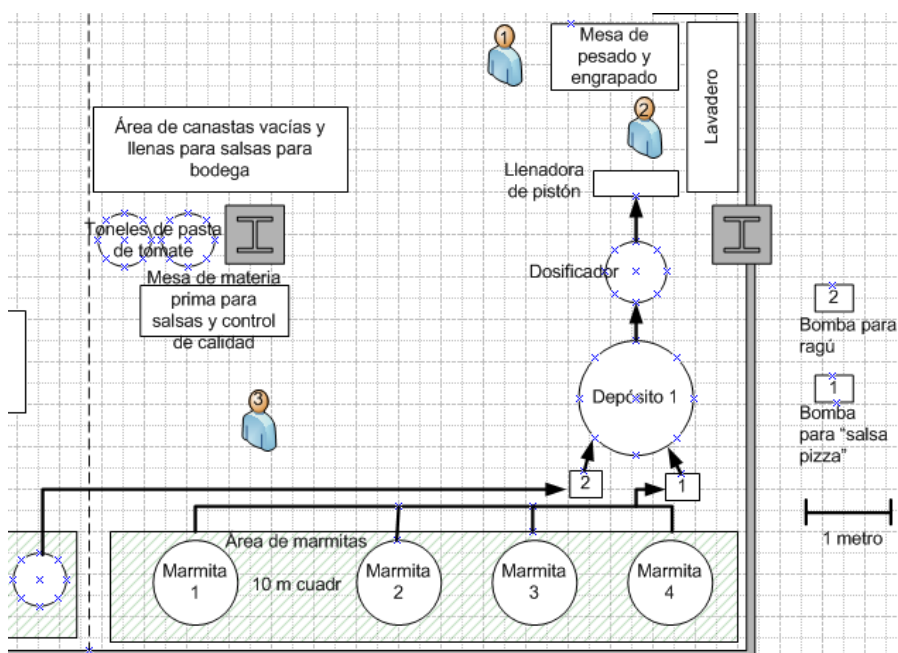
### C. Alternativa 2

De igual manera que la alternativa 1, la 2 conlleva la adquisición primeramente del equipo de protección adecuado para los operarios involucrados para promover su seguridad y los riesgos asociados, la del chiller adicional para aumentar la capacidad de la etapa de enfriado y de esta manera erradicar el mayor cuello de botella del proceso, y la de la hornilla adicional para aumentar la capacidad de producción de ragú y así prever un cuello de botella a futuro. Por lo tanto nuevamente esta alternativa, al igual que la anterior, conlleva de manera intrínseca la Alternativa 0.

La segunda alternativa también consiste en la utilización de una llenadora neumática de pistón con capacidad de llenado de 1 litro por segundo, la cual se conectaría a la salida del depósito elevado por medio de un dosificador intermedio (ver Diagrama No. 17 – Distribución de espacios en área de llenado y empaque con depósitos y llenadora de pistón). Este depósito recibiría las salsas por medio de una bomba conectada a las marmitas. Este se conectaría al dosificador, el cual serían un segundo recipiente con la medida de los 8 litros por bolsa.

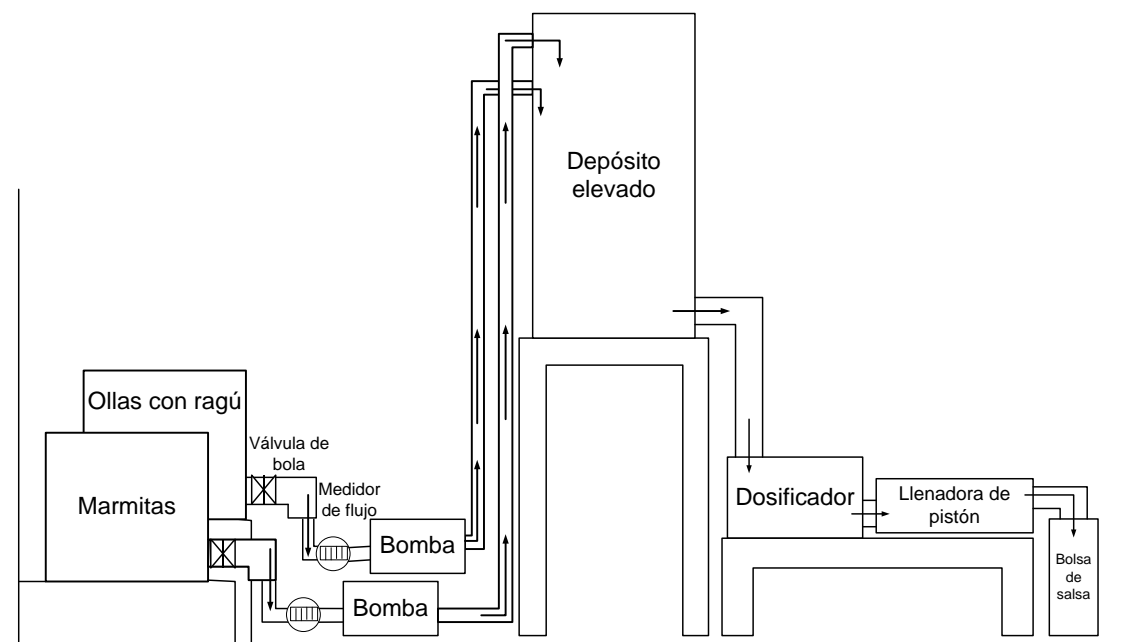
Este recipiente se llenaría por medio de un flote, el cual una vez alcanza la cantidad necesaria, deja de obtener salsa del depósito. Una vez lleno el depósito se activaría la llenadora de pistón para descargar los 8 litros en la bolsa respectiva. Finalmente se pasaría a la mesa de engrapado donde se cerraría la bolsa con la respectiva grapa metálica, para luego pasar a la etapa de enfriado.

**Diagrama No. 17 – Distribución de espacios en área de llenado y empaque con depósitos y llenadora de pistón**



Como se puede observar en el siguiente diagrama (ver Diagrama No. 18 – Recorrido de salsas desde marmitas y ollas hacia llenadora de pistón) se erradicaría el traslado y utilizado de las burulas para el transporte de salsa hacia el área de llenado y empaque. Esto se debe a que la “salsa pizza” ya no se descargaría desde las marmitas hacia las burulas, sino que se bombearía al depósito directamente desde las marmitas. En paralelo se bombearía el ragú desde la olla industrial donde se cocinó hacia el depósito elevado durante la fabricación de salsa ragú.

**Diagrama No. 18 – Recorrido de salsas desde marmitas y ollas hacia llenadora de pistón**



Cabe mencionar que para dividir lo que produce cada marmita, se dotaría de una llave de bola a la única marmita que posee en su lugar una llave de compuerta. De esta manera será posible bombear el contenido de cada marmita por separado abriendo su llave respectiva y manteniendo cerradas las demás. Adicional a esto, también se incluirá un medidor de flujo o contador volumétrico previo a las bombas, tanto de ragú como de “salsa pizza”, de manera que se pueda monitorear la cantidad de salsa a bombear y así controlar las cantidades requeridas para la mezcla idónea que necesita la “salsa ragú”.

Debido a lo mencionado anteriormente se reduciría la manipulación del producto previo a ser empacado debido a la erradicación del traslado manual de las burulas. Ahora bien el contacto con el producto se daría directamente en la operación de llenado de bolsas mediante la llenadora de pistón. No obstante la misma dispensaría el producto directamente al interior de la bolsa por lo que se esperaría un bajo riesgo de contaminación del producto al igual que un bajo riesgo de quemaduras para los operarios que realicen el procedimiento correctamente y con su indumentaria pertinente.

## 1. Análisis de la problemática con la alternativa 2

### a. Riesgos de seguridad industrial

1) **Riesgo por quemaduras, fatiga y lesiones.** Esta alternativa eliminaría el riesgo por fatiga y lesiones de los operarios al prescindir de las actividades de:

- descarga de marmitas hacia las burulas,
- traslado de burulas por arrastre desde área de marmitas hacia área de empaque, y
- descarga de burulas a la olla industrial.

**Cuadro No. 29: Ahorro en tiempo y costos (anuales) al prescindir de actividades listadas<sup>27</sup>**

	Tiempo requerido actual	Tiempo estimado con maquinaria	Ahorro en costos estimado
<b>Salsa pizza</b>	7540 min	2074 min	Q 813.18
<b>Salsa ragú</b>	6060 min	2246 min	Q 567.23

En lo que al riesgo por quemaduras se refiere, se reduciría casi por completo debido a la obtención de la protección adecuada para los operarios involucrados dentro del proceso y la erradicación de las actividades mencionadas anteriormente.

### b. Indumentaria inadecuada y/o insuficiente

1) **Guantes y delantales protectores.** Esta alternativa, al igual que la primera, dotaría a los operarios involucrados dentro del proceso con los guantes y delantales protectores adecuados y suficientes mencionados anteriormente, por lo tanto también contribuiría a erradicar por completo los riesgos por quemaduras dentro del mismo.

### c. Subutilización de equipo

1) **Grapadora, llenadora de pistón por volumen y bomba para transporte de salsa en desuso.** En lo que concierne a la llenadora de pistón, ésta reanudaría su funcionamiento dentro del nuevo proceso de llenado, por lo que únicamente se le realizaría un mantenimiento adecuado. Dicho mantenimiento está tasado en Q1,500.00.

Por otro lado se optaría por vender la bomba en desuso, ya que dentro del proceso ya no sería necesaria, además que posee desperfectos mecánicos. Así mismo y por medio de su valor de recuperación se obtendrían fondos para sufragar la inversión requerida para esta alternativa. A continuación se presentan las cantidades respectivas que se ingresarían por su venta.

<sup>27</sup> La tabla se calculó con base en una demanda promedio de 2400 litros diarios de salsa.

**Cuadro No. 30: Valor de recuperación de maquinaria en desuso**

<b>Valor de recuperación de maquinaria en desuso</b>
<b>1 Bomba centrífuga</b>
Q 5,500.00

Adicionalmente la grapadora en desuso continuaría de esta forma previendo que en un futuro lejano pudiera ser necesaria si la demanda excediera la capacidad de una sola grapadora. Sin embargo con esta alternativa, únicamente se tendría una de ellas en uso.

**2) Depósito elevado en desuso.** El depósito volvería a utilizarse dentro del nuevo proceso de llenado, siendo éste quien reciba de las marmitas la “salsa pizza”, y de la olla industrial, el ragú cuando se empaque “salsa ragú”.

**d. Pérdidas de tiempo**

**1) Tiempo muerto durante el primer cerrado de bolsa con grapa.** Este problema se erradicaría, puesto que la capacidad de engrapado de 1 litro por segundo (1 bolsa de 8 litros cada 8 segundos), permitiría que el segundo operario llene su primera bolsa con la llenadora, mientras el primero ya se encuentra realizando el engrapado. De esta manera cuando el segundo operario termine de realizar el llenado de su primera bolsa de 8 litros, el primero ya habrá finalizado con el engrapado de su primera bolsa y habrá desocupado el recurso para dicha operación. Consecuentemente no se dará un cuello de botella en dicha parte del proceso, ya que la capacidad de la llenadora es igual a la capacidad del engrapado.

**e. Equipo/utensilios**

**1) Cuellos de botella.** Este problema también se erradicaría mediante la segunda alternativa, ya que de igual manera cuenta implícitamente con la adquisición del chiller y la hornilla adicional. De esta manera aumentaría la capacidad de producción de ragú para la “salsa ragú” evitando cuellos de botella que podrían darse a partir del año 5. Adicionalmente se incrementaría la capacidad del chiller, lo cual de igual manera evitaría los cuellos de botella en la etapa de enfriamiento de las salsas, tanto en temporada normal como en temporada alta.

**f. Desperdicio de producto**

**1) Desperdicio en bolsas.** Este problema no se erradicaría debido a que se utilizaría el mismo proveedor de bolsas, por lo tanto también el mismo procedimiento de engrapado de las mismas.

**2) Riesgo de desperdicio de salsas.** Este riesgo, ya sea por derrames o por comprometer la integridad del producto, se reduciría al mínimo. Esto sería así, ya

que la salsa ya no sería transportada manualmente por medio de burulas desde donde es producida hacia donde es empacada. De acuerdo a lo expuesto anteriormente y a las actividades de las cuales se prescindirían (ver Riesgos de seguridad industrial, página 59), los operarios entrarían en contacto indirecto con el producto al momento de la operación de llenado de las bolsas. No obstante en ningún momento comprometerían su integridad si realizan adecuadamente la operación de vertido desde la llenadora directamente hacia la bolsa con la protección adecuada y la concentración debida.

**g. Actividades que no agregan valor**

**1) Verificación de peso del 100% de bolsas llenas y cerradas.**

Esta actividad se modificaría, ya que la llenadora de pistón por volumen vertería únicamente la cantidad deseada con la ayuda del dosificador, el cual únicamente le dispensaría la cantidad requerida de 8 litros. Adicionalmente se continuaría inspeccionando el producto, pero no el 100% del mismo, sino por medio de muestras representativas. Para el caso de la “salsa pizza” se tomaría una muestra aleatoria de 105 bolsas; para la “salsa ragú”, una de 112 bolsas para asegurar la calidad de la actividad de llenado.

**h. Tiempos a mejorar dentro del proceso**

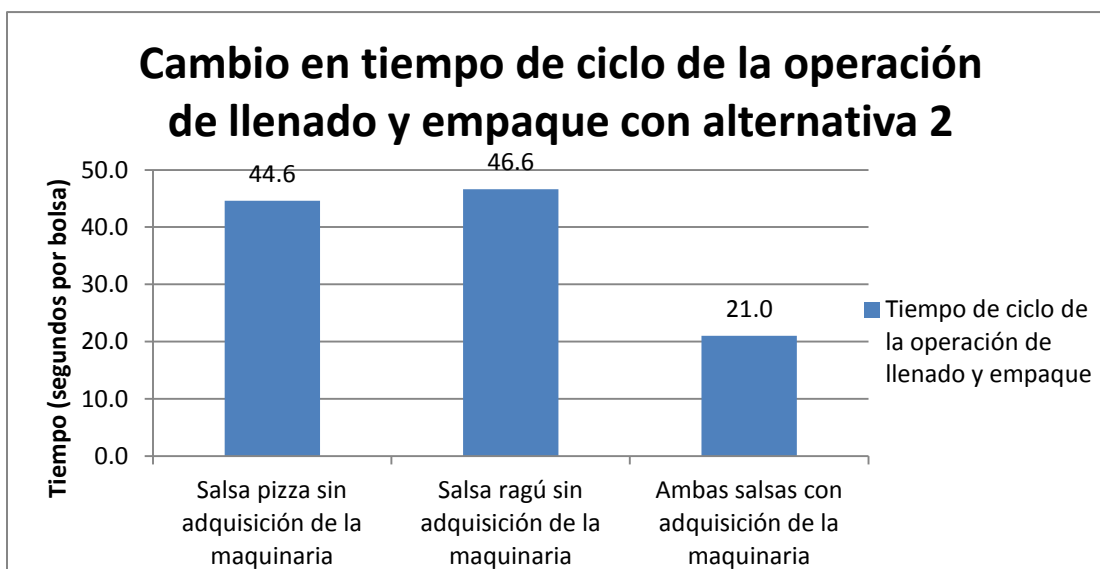
**Cuadro No. 31: Comparación de velocidades de operación de llenado, empacado y sellado (hombre vs llenadora vs demanda)**

Capacidad de operación hombre	Capacidad de operación llenadora	Demanda pico a 5 años
11 litros por minuto	23 litros por minuto	9.3 litros por minuto

De acuerdo a las especificaciones de la llenadora y al cuadro anterior, ella es 2.09 veces<sup>28</sup> más rápida para la operación de llenado y empacado de salsa, que un operario que lo hace manualmente. Por lo tanto se lograría aumentar la capacidad de llenado, empaquetado y sellado, y así sería posible cubrir de mejor manera la demanda debido a la mejora en eficiencia. Adicionalmente se estarían previendo aumentos en la demanda futura al menos hasta 15 años, en los cuales no habría problemas producción por capacidad inferior a la demanda.

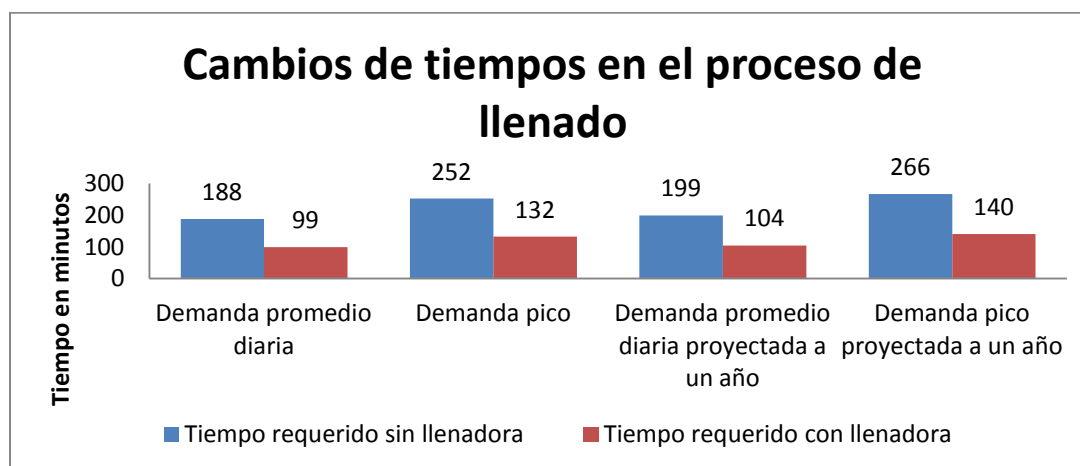
<sup>28</sup> Este valor se obtiene dividiendo la velocidad de operación de la máquina por la velocidad de operación del operario para la fila de la salsa pizza. Ambas están reflejadas en el cuadro No. 7.

**Gráfica No. 14: Cambios en el tiempo de ciclo de operación de llenado y empaque con alternativa 2**



De acuerdo al cuadro anterior el nuevo tiempo de ciclo para la operación de llenado y empaque se reduciría en un 52.9% para la salsa pizza, y en un 54.9% para la salsa ragú, por lo tanto la capacidad de la etapa de empaque aumentaría a 21 segundos por bolsa de 8 litros, es decir 22.9 litros por minuto.

**Gráfica No. 15: Cambios en tiempos de empacado con alternativa 2**



De igual manera la velocidad de operación de la máquina cubre la demanda en cualquiera de los casos del Cuadro no. 5, reduciendo el tiempo de la etapa en cada uno de los mismos en un 48% respectivamente

**2. Análisis financiero con alternativa 2.** A continuación se muestra un cuadro con la inversión inicial necesaria para la alternativa 2. Adicionalmente se presenta un cuadro con los ingresos que se obtendrían por la venta de la maquinaria en desuso.

**Cuadro No. 32: Inversión inicial con alternativa 2**

Inversión inicial	Costo
Mantenimiento a llenadora de pistón	Q 1,500.00
Depósito intermedio (dosificador)	Q 1,495.00
2 Bombas centrífugas	Q 59,200.00
2 medidores de flujo (contadores vol.)	Q 8,000.00
Indumentaria	Q 2,932.50
Tuberías	Q 1,738.80
Instalaciones	Q 1,500.00
Hornilla	Q 2,817.50
Chiller	Q 797,893.58
<b>Total</b>	<b>Q 877,072.38</b>

**Cuadro No. 33: Ingresos por venta de maquinaria en desuso**

Maquinaria	Valor de recuperación
1 bomba centrífuga	Q 5,500.00
<b>Total</b>	<b>Q 5,500.00</b>

De acuerdo a los cuadros anteriores la inversión inicial de esta alternativa ascendería a los Q 877,072.38. No obstante luego de la venta de la maquinaria en desuso se obtendrían ingresos por Q 5,500.00, los cuales ayudarían a iniciar la recuperación de dicha inversión.

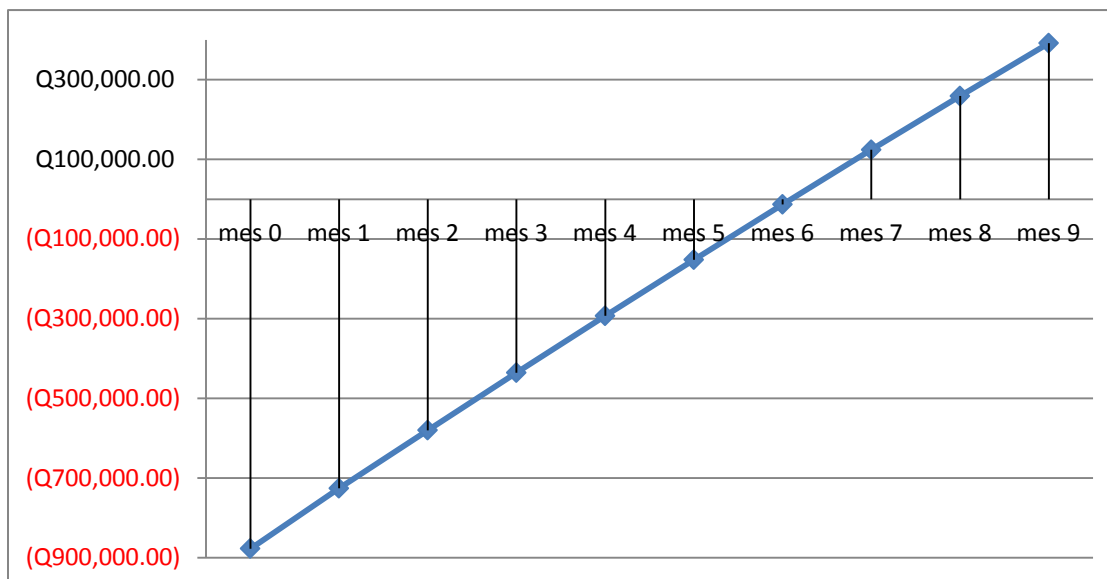
De acuerdo a las utilidades determinadas en el estado de resultados proyectado a 9 meses para la alternativa 2 (ver Anexo C), se determinó el siguiente flujo de efectivo para los meses en cuestión junto con la inversión inicial en el mes 0.

**Cuadro No. 34: Flujo de efectivo después de impuestos con alternativa 2**

Mes	0	1	2	3	4
FEDI	(Q877,072.38)	Q151,181.63	Q145,935.48	Q144,323.44	Q142,627.58

Mes	5	6	7	8	9
FEDI	Q140,845.55	Q138,974.95	Q137,013.30	Q134,958.08	Q132,806.70

**Gráfica No. 16: Período de recuperación – alternativa 2**



De acuerdo al gráfico anterior se determinó primeramente que la inversión en la alternativa 2 posee un período de recuperación de la inversión entre los 6 y 7 meses, tomando en cuenta los cambios porcentuales en costos, gastos e ingresos según los registros históricos de la empresa. Además dicha alternativa arrojó una tasa interna de retorno (TIR) a nueve meses del 8.3%, tasa que es mayor a la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) mensual de la empresa de 1.42%, la cual se deriva de la tasa anual de 13.5% fijada por la misma. Por lo tanto de acuerdo al criterio de aceptación de proyectos mediante la comparación entre la TIR y la TMAR, la primera debe ser mayor a la segunda hecho que se cumple también para la segunda alternativa.

Adicionalmente se calculó el valor actual neto (VAN) de la inversión, también llamado Valor Presente Neto (VPN). Este cálculo consiste en traer al presente los flujos de efectivo con lo cual se obtuvo un valor de Q 307,827.47. Puesto que el VAN resultó ser positivo, se determinó que la alternativa sería económicamente viable para un período de 9 meses.

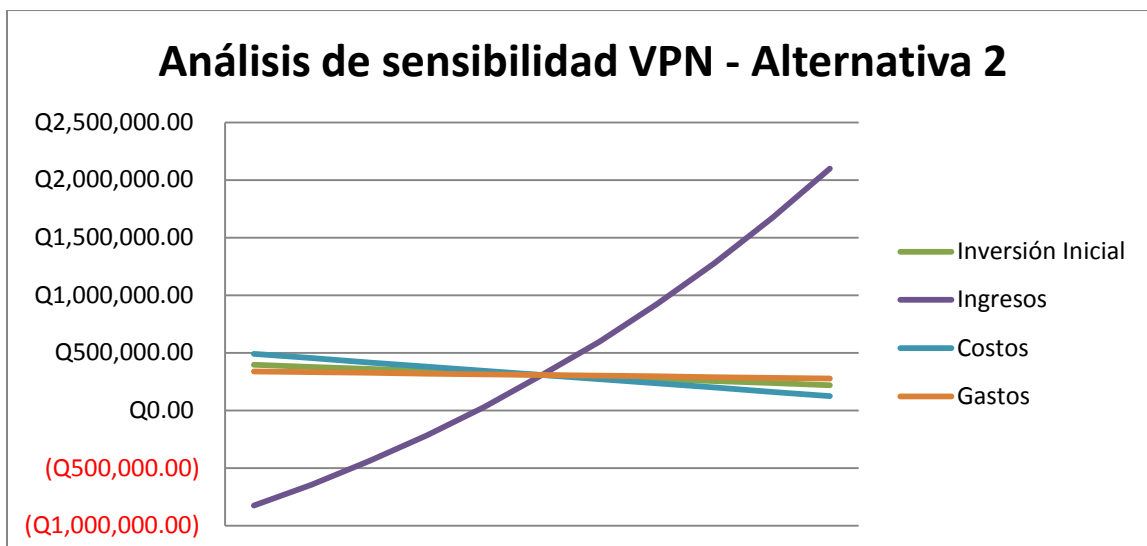
Por otro lado se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el grado con el cual las distintas variables involucradas afectan tanto al VPN como a la TIR de la alternativa. Las variables utilizadas para dicho análisis fueron la inversión inicial, los ingresos, los costos y los gastos, mediante una respectiva variación porcentual entre -10% y 10% con el objetivo de observar el grado de influencia que poseen sobre el VPN y la TIR.

**Cuadro No. 35: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 2**

Variación	-10%	-8%	-6%	-4%
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q395,534.71	Q377,993.26	Q360,451.81	Q342,910.37
<b>Ingresos</b>	(Q825,493.10)	(Q644,198.20)	(Q439,974.95)	(Q215,700.52)
<b>Costos</b>	Q490,480.82	Q453,950.15	Q417,419.48	Q380,888.81
<b>Gastos</b>	Q338,309.58	Q332,213.16	Q326,116.74	Q320,020.32
Variación	-2%	0%	2%	4%
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q325,368.92	Q307,827.47	Q290,286.02	Q272,744.58
<b>Ingresos</b>	Q30,557.90	Q307,827.47	Q597,596.01	Q923,114.96
<b>Costos</b>	Q344,358.14	Q307,827.47	Q271,296.80	Q234,766.13
<b>Gastos</b>	Q313,923.89	Q307,827.47	Q301,731.05	Q295,634.63
Variación	6%	8%	10%	
<b>Variables</b>	<b>Efecto en VPN</b>			
<b>Inversión Inicial</b>	Q255,203.13	Q237,661.68	Q220,120.23	
<b>Ingresos</b>	Q1,280,121.64	Q1,671,498.19	Q2,100,356.79	
<b>Costos</b>	Q198,235.46	Q161,704.79	Q125,174.12	
<b>Gastos</b>	Q289,538.20	Q283,441.78	Q277,345.36	

De acuerdo al cuadro anterior cabe destacar que únicamente los ingresos se comportan de igual manera que el Valor Presente Neto, es decir, a medida que los ingresos aumentan, también lo hace el VPN, y lo hace fuertemente, siendo esta variable una de las más influyentes en el resultado económico de la alternativa. Por otro lado tanto la inversión inicial, como los costos y los gastos provocan un comportamiento inverso en el Valor Presente Neto, puesto que a medida que alguna de las tres variables aumenta, el VPN disminuye, pero en menor medida comparado con la primera variable mencionada.

Gráfica No. 17: Análisis de sensibilidad VPN – alternativa 2



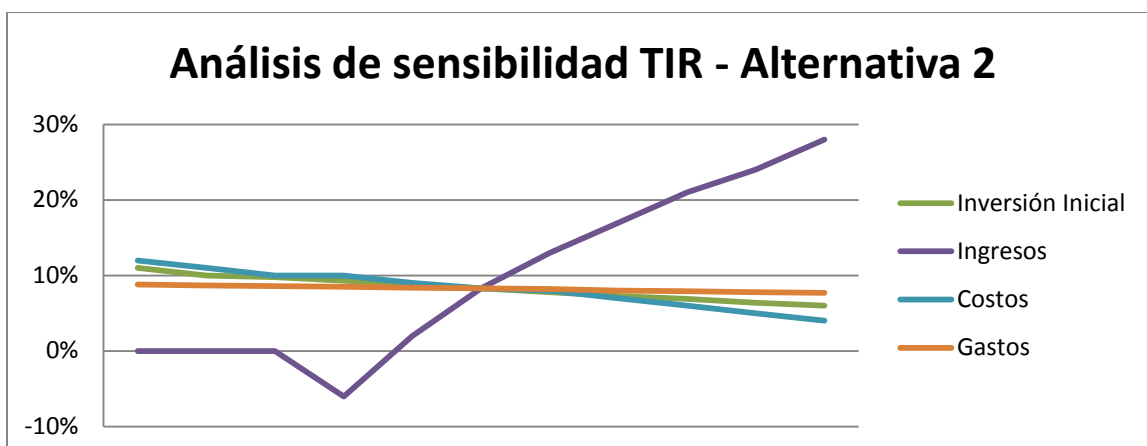
De acuerdo a la gráfica anterior es posible observar claramente la fuerte influencia que poseen los ingresos sobre el resultado del VPN, y el menor grado de la misma que poseen las 3 variables restantes analizadas. Tal y como se mencionó anteriormente el análisis de sensibilidad también se realizó para observar la influencia de las mismas variables sobre la TIR. A continuación el cuadro y gráfico respectivos.

Cuadro No. 36: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 2

Variación	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%
<b>Variables</b>	<b>Efecto en TIR</b>										
<b>Inversión Inicial</b>	11%	10%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	6%	6%
<b>Ingresos</b>	-	-	-	-6%	2%	8%	13%	17%	21%	24%	28%
<b>Costos</b>	12%	11%	10%	10%	9%	8%	8%	7%	6%	5%	4%
<b>Gastos</b>	9%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

De acuerdo al cuadro anterior se puede observar de igual manera que la variable que más afecta la Tasa Interna de Retorno son los ingresos y lo hace de manera significativa con variaciones porcentuales que sobrepasan los cuatro puntos porcentuales. Por otro lado se observa un comportamiento menos influyente en lo que a las tres variables restantes concierne, las cuales modifican levemente dicha tasa.

Gráfica No. 18: Análisis de sensibilidad TIR – alternativa 2



Gracias al gráfico que precede es posible evidenciar lo mencionado en el cuadro anterior, y es que los ingresos influyen de manera mucho más significativa que los costos, gastos o la inversión inicial para la tasa de retorno de la alternativa analizada. Si bien el aumento en los ingresos propiciará resultados económicos positivos para la alternativa según los cuadros y las gráficas, se debe tomar en cuenta que este análisis considera que las demás variables permanecerán constantes mediante la variación de una sola. De acuerdo a esto, los ingresos adicionales podrían esconder costos y gastos adicionales los cuales no están necesariamente reflejados, pero de igual manera afectarían los resultados.

**3. Análisis financiero para el flujo incremental entre alternativas 1 y 2.** Puesto que el presente trabajo trata de determinar la mejor alternativa para solucionar los problemas expuestos, se presenta el siguiente análisis del flujo incremental entre las alternativas opcionales, puesto que las mismas son mutuamente excluyentes y la Alternativa 0 se encuentra implícita en ambas.

Cuadro No. 37: Flujo de efectivo Incremental entre alternativas

Mes	0	1	2	3	4
<b>FEDI Incremental (No. 1 - No. 2)</b>	(Q178,403.88)	Q26,369.96	Q24,057.66	Q24,596.50	Q25,147.36
Mes	5	6	7	8	9
<b>FEDI Incremental (No. 1 - No. 2)</b>	Q25,710.53	Q26,286.27	Q26,874.87	Q27,476.62	Q28,091.83

Según el flujo de efectivo incremental se obtuvo un valor presente neto positivo que asciende a los Q 40,116.98, hecho que avala la inversión adicional en la alternativa 1 sobre la alternativa 2. Además el flujo arroja una TIR del 5.7% mensual, tasa que es mayor a la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) mensual de la empresa de 1.42%, la cual se deriva de la tasa anual de 13.5% fijada por la misma.

## IX. CONCLUSIONES

- Concerniente al objetivo general, la mejor alternativa es la 1, ya que mejora el proceso de fabricación de salsas de la empresa sustancialmente, aumentando la capacidad de las etapas del proceso para poder cubrir de mejor manera la demanda actual y futura a 5 años minimizando al mismo tiempo los riesgos asociados tanto para los operarios como para la calidad del producto. Además de reducir el costo por litro de salsa, al análisis del flujo de efectivo incremental avala la decisión por la inversión adicional que la misma conlleva. Por lo tanto la Alternativa 1 excede en todos los aspectos a la Alternativa 2.
- Referente al primer objetivo específico, las actividades dentro del proceso que generan pérdidas de tiempo y/o monetarias radican en: la utilización de burulas para la descarga de marmitas y transporte de la salsa debido a un transporte manual de la salsa; la utilización de una única taza medidora durante el llenado de bolsas debido a la capacidad del proceso de llenado; el desperdicio del excedente de bolsa durante el engrapado; la verificación de peso del 100% del producto como parte de control de calidad; y el cuello de botella en la etapa de enfriamiento.
- Relativo al segundo objetivo específico, la principales características de la maquinaria que se adquiera con el fin de mejorar el proceso y prever problemas futuros deben ser las siguientes: una capacidad de enfriamiento superior o igual a 8 litros por minuto para el chiller adicional; una capacidad mayor a los 8 litros cada 40 segundos, un tiempo de ciclo menor a 44.6 segundos para el proceso de llenado de salsa pizza y un tiempo de ciclo menor a 46.6 segundos para el proceso de llenado de salsa ragú para la llenadora de salsas; y una capacidad para una olla de 108 litros para la hornilla adicional.
- Siguiendo el tercer objetivo específico, ambas alternativas propuestas son económicamente viables según los análisis económicos realizados (TIRs > TMARs; VANs positivos), además que optimizan las tareas de llenado y empacado, reduciendo tiempos de ciclo y de contacto directo con el producto, problemas y riesgos asociados a las actividades dentro del proceso. Adicionalmente las implementaciones mejoran las capacidades de las etapas del proceso para cubrir de mejor manera la demanda tanto actual como proyectada.
- Continuando con el cuarto objetivo específico, la seguridad de los operarios involucrados dentro del proceso mejorará sustancialmente debido a la implementación obligatoria e imprescindible de indumentaria protectora adecuada para sus actividades respectivas como parte de la Alternativa 0, adicional al hecho que, de elegir la Alternativa 1 o 2, ya

- no comprometerán su condición física mediante la manipulación de cargas pesadas como lo eran las burulas llenas de salsa.
- En línea con el quinto objetivo específico, todas las alternativas contemplan aumentar la capacidad del cuello de botella a 5760 litros diarios, por lo tanto se estarían previendo aumentos en la demanda actual y en la proyectada a 5 años, tanto la promedio como la pico.
- Decantarse por la alternativa 1 o 2 aumentaría la capacidad de producción, la de llenado y empaçado de bolsas, y la de enfriamiento, promoviendo cubrir de mejor manera la demanda tanto actual como proyectada.
- La verificación de peso del 100% de las bolsas de salsa no es necesaria, ya que es posible hacer una inspección por muestreo para dicha verificación de calidad, el cual representaría a la población total de bolsas con un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%.
- Existe un desperdicio actual en desechos de bolsas muy significativo, debido al descarte del exceso de bolsa luego de engrapar la misma, el cual, con la primera alternativa, se traduciría en un ahorro promedio de Q 33,939.00 mensuales debido al nuevo costo que sería 93% más bajo que el actual.
- La etapa de enfriamiento de salsas es el principal cuello de botella dentro del proceso, ya que su demanda, ya sea actual (2400 litros diarios) o proyectada (3366 litros diarios), exceden su capacidad de producción (1920 litros diarios). De esta manera genera un inventario en proceso de 480 y 1346 litros diarios respectivamente.

## X. RECOMENDACIONES

- Si bien ambas alternativas son viables económicamente, de contar con los recursos económicos, se recomienda decantarse por la primera a pesar que conlleva una inversión mayor debido a la adquisición de la máquina llenadora y selladora de bolsas. Si bien dicha máquina aumenta la capacidad de llenado y sellado, este aumento no es imprescindible, ya que la capacidad actual o la segunda alternativa pueden sopesar la demanda actual y proyectada que se analizaron y estimaron. No obstante el análisis del flujo efectivo incremental avala dicha opción y he ahí su recomendación, puesto que además de atacar y resolver los problemas expuestos, arroja un valor presente positivo y una TIR mayor a la TMAR establecida. Adicionalmente dicha alternativa estará previendo problemas de cuellos de botella en la etapa de llenado, empaclado y sellado a más largo plazo del alcance del presente estudio.
- Se sugiere sustituir la tarea de verificación de peso del 100% de las bolsas, por una verificación por muestreo que permita extrapolar los resultados de una muestra para la población entera con el margen de error y el nivel de confianza mencionados.
- Se exhorta a la elaboración e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria actual y aquella que se adquiera (según la alternativa que se elija) con el fin de alargar su vida útil y aprovechar su rendimiento correctamente.
- Se invita a ahondar en el continuo análisis del proceso de fabricación de salsas para seguir detectando áreas de mejora no observados en este estudio, de manera que se puedan seguir reduciendo costos y desperdicios, al mismo tiempo que se maximiza la rentabilidad de la empresa.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Blank, L.; Tarquin, A. *Ingeniería Económica*. 6ª edición. México, D.F. Editorial McGraw-Hill. 816 pp.
- Cengel, Y.; Cimbala, J. *Mecánica de Fluidos*. México, D.F. Editorial McGraw-Hill. 956 pp.
- Criollo, R.G. Estudio del trabajo. Medición del trabajo. 1998. México. Editorial McGraw Hill.
- Evans, J.; Lindsay, W. *Administración y Control de la Calidad*.
- Finnerty, J.D. *Financiamiento de proyectos. Técnicas modernas de Ingeniería Económica*. 1998. 1era edición. México. Prentice Hall Hispanoamericana.
- Ketelhöhn, W.; Marín, J.; Montiel, E. *INVERSIONES. Análisis de inversiones estratégicas*. 2004. Colombia. Grupo Editorial Norma. 288pp.
- Marín, J.; Ketelhöhn, W. *Fusiones y Adquisiciones en la práctica*. 2008. México, D.F. Cengage Learning Editores, S.A. 225 pp.
- Niebel, B.; Freivalds, A. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11ª edición. 2004. México, D.F. Editorial Alfaomega. 745 pp.
- Salvendy, G. *Biblioteca del Ingeniero Industrial. Volumen 2*. 1990. México. Editorial Limusa.

## XII. ANEXOS

### A. Estado de Resultados proyectado para alternativa 0

Estado de Resultados Proyectado												
Nombre de la empresa:		Empresa alimenticia										
Período:		del 31 de diciembre del 2013 al 30 de junio de 2014										
Cuenta	Mes de diciembre	Mes de enero	Mes de febrero	Mes de marzo	Mes de abril	Mes de mayo	Mes de junio	Mes de julio	Mes de agosto	Mes de septiembre		
<b>Ingresos:</b>												
Ventas netas	Q 602,258.00	Q 598,685.58	Q 604,672.44	Q 610,719.16	Q 616,826.35	Q 622,994.62	Q 629,224.56	Q 635,516.81	Q 641,871.98	Q 648,290.69		
<i>Total de Ingresos</i>	<b>Q 602,258.00</b>	<b>Q 598,685.58</b>	<b>Q 604,672.44</b>	<b>Q 610,719.16</b>	<b>Q 616,826.35</b>	<b>Q 622,994.62</b>	<b>Q 629,224.56</b>	<b>Q 635,516.81</b>	<b>Q 641,871.98</b>	<b>Q 648,290.69</b>		
<b>Costos:</b>												
Costos	Q 325,096.42	Q 332,075.01	Q 339,205.42	Q 346,491.01	Q 353,935.18	Q 361,541.46	Q 369,313.40	Q 377,254.68	Q 385,369.03	Q 393,660.27		
<b>Utilidad bruta</b>	<b>Q 277,161.58</b>	<b>Q 266,610.57</b>	<b>Q 265,467.01</b>	<b>Q 264,228.15</b>	<b>Q 262,891.17</b>	<b>Q 261,453.16</b>	<b>Q 259,911.16</b>	<b>Q 258,262.13</b>	<b>Q 256,502.95</b>	<b>Q 254,630.42</b>		
<b>Gastos:</b>												
<i>Gastos de Operación:</i>												
Gastos	Q 54,172.80	Q 55,345.17	Q 56,543.27	Q 57,767.66	Q 59,018.93	Q 60,297.68	Q 61,604.52	Q 62,940.07	Q 64,304.98	Q 65,699.90		
<i>Total de gastos</i>	<b>Q 54,172.80</b>	<b>Q 55,345.17</b>	<b>Q 56,543.27</b>	<b>Q 57,767.66</b>	<b>Q 59,018.93</b>	<b>Q 60,297.68</b>	<b>Q 61,604.52</b>	<b>Q 62,940.07</b>	<b>Q 64,304.98</b>	<b>Q 65,699.90</b>		
<b>Total de Gastos de Operación</b>	<b>Q 54,172.80</b>	<b>Q 55,345.17</b>	<b>Q 56,543.27</b>	<b>Q 57,767.66</b>	<b>Q 59,018.93</b>	<b>Q 60,297.68</b>	<b>Q 61,604.52</b>	<b>Q 62,940.07</b>	<b>Q 64,304.98</b>	<b>Q 65,699.90</b>		
<b>Utilidad Operativa (EBIT)</b>	<b>Q 222,988.78</b>	<b>Q 211,265.40</b>	<b>Q 208,923.74</b>	<b>Q 206,460.49</b>	<b>Q 203,872.24</b>	<b>Q 201,155.48</b>	<b>Q 198,306.64</b>	<b>Q 195,322.06</b>	<b>Q 192,197.97</b>	<b>Q 188,930.53</b>		
<i>Gastos Financieros</i>												
	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -		
<b>Total de Gastos Financieros</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>		
<b>Utilidades antes de impuestos (EBT)</b>	<b>Q 222,988.78</b>	<b>Q 211,265.40</b>	<b>Q 208,923.74</b>	<b>Q 206,460.49</b>	<b>Q 203,872.24</b>	<b>Q 201,155.48</b>	<b>Q 198,306.64</b>	<b>Q 195,322.06</b>	<b>Q 192,197.97</b>	<b>Q 188,930.53</b>		
<i>Impuestos</i>												
ISR	Q 69,126.52	Q 65,492.27	Q 64,766.36	Q 64,002.75	Q 63,200.39	Q 62,358.20	Q 61,475.06	Q 60,549.84	Q 59,581.37	Q 58,568.46		
<b>Utilidad Neta después de impuestos (EAT)</b>	<b>Q 153,862.26</b>	<b>Q 145,773.12</b>	<b>Q 144,157.38</b>	<b>Q 142,457.74</b>	<b>Q 140,671.84</b>	<b>Q 138,797.28</b>	<b>Q 136,831.58</b>	<b>Q 134,772.22</b>	<b>Q 132,616.60</b>	<b>Q 130,362.06</b>		

## B. Estado de Resultados proyectado para alternativa 1

Estado de Resultados Proyectado												
Nombre de la empresa:		Empresa alimenticia										
Período:		del 31 de diciembre del 2013 al 30 de junio de 2014										
Cuenta	Mes de diciembre	Mes de enero	Mes de febrero	Mes de marzo	Mes de abril	Mes de mayo	Mes de junio	Mes de julio	Mes de agosto	Mes de septiembre		
<b>Ingresos:</b>												
Ventas netas	Q 602,258.00	Q 598,685.58	Q 604,672.44	Q 610,719.16	Q 616,826.35	Q 622,994.62	Q 629,224.56	Q 635,516.81	Q 641,871.98	Q 648,290.69		
<i>Total de ingresos</i>	Q 602,258.00	Q 598,685.58	Q 604,672.44	Q 610,719.16	Q 616,826.35	Q 622,994.62	Q 629,224.56	Q 635,516.81	Q 641,871.98	Q 648,290.69		
<b>Costos:</b>												
Costos	Q 290,764.06	Q 296,973.53	Q 303,317.66	Q 309,799.41	Q 316,421.80	Q 323,187.93	Q 330,100.96	Q 337,164.12	Q 344,380.73	Q 351,754.15		
<b>Utilidad bruta</b>	Q 311,493.94	Q 301,712.05	Q 301,354.77	Q 300,919.75	Q 300,404.55	Q 299,806.69	Q 299,123.60	Q 298,352.69	Q 297,491.25	Q 296,536.54		
<b>Gastos:</b>												
<u>Gastos de Operación:</u>												
Gastos	Q 54,172.80	Q 55,345.17	Q 56,543.27	Q 57,767.66	Q 59,018.93	Q 60,297.68	Q 61,604.52	Q 62,940.07	Q 64,304.98	Q 65,699.90		
<i>Total de gastos</i>	Q 54,172.80	Q 55,345.17	Q 56,543.27	Q 57,767.66	Q 59,018.93	Q 60,297.68	Q 61,604.52	Q 62,940.07	Q 64,304.98	Q 65,699.90		
<i>Total de Gastos de Operación</i>	Q 54,172.80	Q 55,345.17	Q 56,543.27	Q 57,767.66	Q 59,018.93	Q 60,297.68	Q 61,604.52	Q 62,940.07	Q 64,304.98	Q 65,699.90		
<b>Utilidad Operativa (EBIT)</b>	Q 257,321.14	Q 246,366.87	Q 244,811.50	Q 243,152.09	Q 241,385.62	Q 239,509.01	Q 237,519.09	Q 235,412.61	Q 233,186.27	Q 230,836.65		
<u>Gastos Financieros</u>												
	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -		
<i>Total de Gastos Financieros</i>	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -		
<b>Utilidades antes de impuestos (EBT)</b>	Q 257,321.14	Q 246,366.87	Q 244,811.50	Q 243,152.09	Q 241,385.62	Q 239,509.01	Q 237,519.09	Q 235,412.61	Q 233,186.27	Q 230,836.65		
<u>Impuestos</u>												
ISR	Q 79,769.55	Q 76,373.73	Q 75,891.57	Q 75,377.15	Q 74,829.54	Q 74,247.79	Q 73,630.92	Q 72,977.91	Q 72,287.74	Q 71,559.36		
<b>Utilidad Neta después de impuestos (EAT)</b>	Q 177,551.59	Q 169,993.14	Q 168,919.94	Q 167,774.94	Q 166,556.08	Q 165,261.22	Q 163,888.17	Q 162,434.70	Q 160,898.53	Q 159,277.29		

### C. Estado de Resultados proyectado para alternativa 2

Estado de Resultados Proyectado											
Nombre de la empresa:		Empresa alimenticia									
Período:		del 31 de diciembre del 2013 al 30 de junio de 2014									
Cuenta	Mes de diciembre	Mes de enero	Mes de febrero	Mes de marzo	Mes de abril	Mes de mayo	Mes de junio	Mes de julio	Mes de agosto	Mes de septiembre	
<b>Ingresos:</b>											
Ventas netas	Q 598,258.00	Q 598,685.58	Q 604,672.44	Q 610,719.16	Q 616,826.35	Q 622,994.62	Q 629,224.56	Q 635,516.81	Q 641,871.98	Q 648,290.69	
<i>Total de Ingresos</i>	Q 598,258.00	Q 598,685.58	Q 604,672.44	Q 610,719.16	Q 616,826.35	Q 622,994.62	Q 629,224.56	Q 635,516.81	Q 641,871.98	Q 648,290.69	
<b>Costos:</b>											
Costos	Q 324,981.38	Q 331,839.70	Q 338,964.76	Q 346,244.86	Q 353,683.43	Q 361,283.97	Q 369,050.04	Q 376,985.31	Q 385,093.52	Q 393,378.48	
Utilidad bruta	Q 273,276.62	Q 266,845.88	Q 265,707.68	Q 264,474.30	Q 263,142.92	Q 261,710.65	Q 260,174.52	Q 258,531.49	Q 256,778.46	Q 254,912.22	
<b>Gastos:</b>											
<u>Gastos de Operación:</u>											
Gastos	Q 54,172.80	Q 55,345.17	Q 56,543.27	Q 57,767.66	Q 59,018.93	Q 60,297.68	Q 61,604.52	Q 62,940.07	Q 64,304.98	Q 65,699.90	
<i>Total de gastos</i>	Q 54,172.80	Q 55,345.17	Q 56,543.27	Q 57,767.66	Q 59,018.93	Q 60,297.68	Q 61,604.52	Q 62,940.07	Q 64,304.98	Q 65,699.90	
Total de Gastos de Operación	Q 54,172.80	Q 55,345.17	Q 56,543.27	Q 57,767.66	Q 59,018.93	Q 60,297.68	Q 61,604.52	Q 62,940.07	Q 64,304.98	Q 65,699.90	
Utilidad Operativa (EBIT)	Q 219,103.82	Q 211,500.70	Q 209,164.40	Q 206,706.64	Q 204,123.99	Q 201,412.97	Q 198,570.00	Q 195,591.42	Q 192,473.48	Q 189,212.32	
<u>Gastos Financieros</u>											
	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	
Total de Gastos Financieros	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	
Utilidades antes de impuestos (EBT)	Q 219,103.82	Q 211,500.70	Q 209,164.40	Q 206,706.64	Q 204,123.99	Q 201,412.97	Q 198,570.00	Q 195,591.42	Q 192,473.48	Q 189,212.32	
<u>Impuestos</u>											
ISR	Q 67,922.18	Q 65,565.22	Q 64,840.97	Q 64,079.06	Q 63,278.44	Q 62,438.02	Q 61,556.70	Q 60,633.34	Q 59,666.78	Q 58,655.82	
Utilidad Neta después de impuestos (EAT)	Q 151,181.63	Q 145,935.48	Q 144,323.44	Q 142,627.58	Q 140,845.55	Q 138,974.95	Q 137,013.30	Q 134,958.08	Q 132,806.70	Q 130,556.50	