

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESINA PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO
DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

**DISMINUCIÓN DEL TIEMPO ACTUAL DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FRUMAR S. A.,
UBICADA EN EL COYOL DE ALAJUELA,
DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL
2018.**

**Sustentante:
Angélica Ocón Sánchez**

**TUTOR:
Ing. George Dany Ramírez Vargas**

Julio, 2018


DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Angélica María Osán Sánchez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 50390 0082 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Disminución del tiempo actual de producción de la empresa Fumar SA ubicada en el Cayal de Atacaya, durante el primer cuatrimestre de 2018

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 18 días del mes de Julio del año dos mil 18.


Firma del estudiante

Cédula 50390 0082

CARTA DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 19 de Julio de 2018.

Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Angélica Ocón Sánchez, cédula de identidad número 5-0390-0082, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "DISMINUCIÓN DEL TIEMPO ACTUAL DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FRUMAR S.A, UBICADA EN EL COYOL DE ALAJUELA, DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2018", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de bachillerato en Ingeniería Industrial

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19%
	TOTAL		95%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Nombre: George Dany Ramírez Vargas
Cédula Identidad N: 1 1458 0986

CARTA DEL LECTOR

San José, 4 de setiembre del 2018

Señores

Departamento de Registro

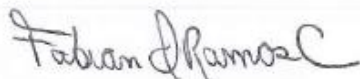
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

En mi calidad de lector del proyecto de graduación presentado por la estudiante Angélica Ocón Sánchez titulado "DISMINUCIÓN DEL TIEMPO ACTUAL DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FRUMAR S.A, UBICADA EN EL COYOL DE ALAJUELA" para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas por mi persona durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico y metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones. Además he hecho una revisión de redacción de ideas y claridad de los textos presentados.

Debido a lo anterior considero que dicho proyecto reúne los requisitos y méritos suficientes para continuar con el proceso de revisión por parte de un filólogo.

Atentamente



Lic. Fabián Ramos Carrillo

Cédula: 1-11790876

CARTA DEL FILÓLOGO



Edición y corrección de textos
www.boreacr.com

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, cédula de identidad número 3 0447 0799 y Daniel González Monge, cédula de identidad número 1 1345 0416, en calidad de filólogos, revisamos y corregimos el trabajo final de graduación que lleva por título *Disminución del tiempo actual de producción de la empresa Frumar S. A., ubicada en El Coyol de Alajuela, durante el primer cuatrimestre del 2018*, sustentado por Angélica Ocón Sánchez.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de forma, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Hispanoamericana.

Elena Redondo Camacho
Céd. 3 0447 0799
Bachiller en Filología Española
Carné ACFIL 0247

Daniel González Monge
Céd. 1 1345 0416
Bachiller en Filología Española
Carné ACFIL 0245

ÍNDICES

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA	ii
CARTA DEL TUTOR.....	iii
CARTA DEL LECTOR.....	iv
CARTA DEL FILÓLOGO	v
ÍNDICES	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	2
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	3
1.2.1 Política de inocuidad de los alimentos	6
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.3.1 Identificación del problema.....	7
1.3.2 Justificación.....	9
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
1.4.1 Objetivo general	11
1.4.2 Objetivos específicos	11
1.5.1 Alcance	12
1.5.2 Limitaciones	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA	14

2.1.1	Conceptos generales	14
2.1.2	Conceptos teóricos relacionados con la metodología	20
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	28
2.2.1	Mercado exportador de mariscos.....	28
2.2.2	Exportación de producto fresco.....	29
2.2.3	Documentación por niveles de riesgos (local)	30
2.2.4	Permisos requeridos para la exportación	31
2.3	EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	31
2.3.1	Herramientas de análisis de impacto económico (ROI)	31
2.4	ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES... 32	
2.4.1	Teorías o estudios relacionados	32
	CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	33
3.1	METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	34
3.2	METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO	34
3.3	METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	35
3.4	METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	36
3.5	METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	37
	CAPÍTULO IV. LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA	38
4.1	DESCRIPCIÓN Y FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	39
4.1.1	SIPOC	41
4.1.2	Producto en estudio	42

4.1.3 Diagrama Ishikawa.....	42
4.2 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PLANTA.....	45
4.2.1 Estudio de tiempos.....	45
4.2.2 Simulación de la situación actual	53
4.2.3. Balance de línea.....	61
4.3 CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	64
CAPÍTULO V. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	66
5.1 BALANCE DE LÍNEA	67
5.2 PROPUESTA DE MEJORA	69
5.2.1 Implementación de una segunda romana etiquetadora en la línea de empaque	69
5.2.2 Rediseño de planta	76
5.3 BALANCE DE LÍNEA UNA VEZ IMPLEMENTADAS LAS MEJORAS	79
5.4 ROI.....	83
5.4.1 Análisis de ahorro.....	83
5.4.2 Costo de la inversión.....	85
5.4.3 Análisis costo – beneficio	87
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
6.1 CONCLUSIONES	90
6.2 RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama planta del Coyol.....	4
Figura 2: Organigrama de la planta de producción	5
Figura 3: Producto final de exportación	6
Figura 4: Comparativo horas regulares vs. horas extra.....	9
Figura 5: Costo mano de obra por semana.....	10
Figura 6: Esquema del sistema de producción.....	16
Figura 7: Metodología DMAIC	18
Figura 8: Ejemplo de diagrama de flujo “Cocinar un huevo”	22
Figura 9: Ejemplo de diagrama de Pareto.....	23
Figura 10: Ejemplo de Ishikawa o espina de pescado	25
Figura 11: Diagrama de flujo	40
Figura 12: SIPOC	41
Figura 13: Diagrama Ishikawa.....	43
Figura 14: Fórmula de muestreo	46
Figura 15: Evidencia estadística - Estación 1.....	49
Figura 16: Evidencia estadística – Transporte	50
Figura 17: Evidencia estadística - Estación 2.....	51
Figura 18: Evidencia estadística - Estación 3.....	52
Figura 19: Prueba de normalidad	55
Figura 20: Intervalo de confianza para la media poblacional	55
Figura 21: Histograma de los datos.....	56
Figura 22: Caja de diferencias.....	57

Figura 23: Gráfico comparativo de utilización por estación	58
Figura 24: Simulación del proceso actual para espada.....	59
Figura 25: Balance actual.....	63
Figura 26: Balance de línea ajustado	68
Figura 27: Gráfico - Distribución actual	71
Figura 28: Tiempo de máquina etiquetadora vs. operario	72
Figura 29: Tiempo de romana vs. operario	73
Figura 30: Reestructuración de la línea de empaque.....	75
Figura 31: Gráfico - Balance de subestaciones propuesto.....	76
Figura 32: Rediseño de planta	78
Figura 33: Propuesta final.	80
Figura 34: Tiempos de espera (min) y Unidades en cola - Actualidad vs. Propuesta	81
Figura 35: Utilización y distribución de la línea Antes vs. Propuesta.....	82
Figura 36: Estación de mesa y Empaque.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Simbología del diagrama de flujo	20
Tabla 2: Cronograma de implementación	36
Tabla 3: Premuestreo de Pargo (segundos).....	47
Tabla 4: Estimación de la utilidad según los suplementos de la OIT.....	53
Tabla 5: Distribución de operarios por temporada.....	53
Tabla 6: Datos para el modelo de simulación.....	54
Tabla 7: Utilización (simulador)	58
Tabla 8: Tiempos y unidades en cola.....	60
Tabla 9: Estimación del Takt Time	62
Tabla 10: Análisis de la situación actual.....	62
Tabla 11: Ritmo de producción actual por Kg.....	64
Tabla 12: Análisis para la distribución de recursos	67
Tabla 13: Asignación de recursos ajustada.....	68
Tabla 14: Distribución actual de empaque	70
Tabla 15: Balance de subestaciones.....	72
Tabla 16: Balance de Subestaciones modificado.....	73
Tabla 17: Balance de línea final	79
Tabla 18: Reducción de la producción actual por Kg	83
Tabla 19: Ahorro por reducción de planilla	84
Tabla 20: Ahorro de temporada alta.....	84
Tabla 21: Ahorro de temporada baja.....	85
Tabla 22: Ahorro total.....	85

Tabla 23: Detalle de inversión	86
Tabla 24: Análisis retorno de la Inversión	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cotización rediseño.....	97
Anexo 2: Cotización reubicación de cañerías.....	98
Anexo 3: Cotización reubicación de polos eléctricos.....	99

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El siguiente proyecto de investigación se realizará en la empresa Exportadora FRUMAR S. A., específicamente en la sede principal que se ubica en el Coyol de Alajuela. Por confidencialidad se utilizarán costos no reales, acordados previamente con la compañía, los cuales serán representativos para demostrar la situación actual, impacto de las mejoras y todo lo relacionado con esta investigación.

Para comprender mejor este proyecto es necesario saber que la materia prima con la que se trabaja son los mariscos y en esta industria se cuenta con una demanda variable, es decir, se podrán apreciar cuatro meses del año en los que los tiempos de producción son muy altos, trabajando al 100 % de la capacidad, por lo que tanto la demanda como la materia prima son mayores en el último trimestre del año e incluso el mes de enero. En los siguientes ocho meses los tiempos son accesibles y en algunas ocasiones la capacidad de producción requerida será de media a baja.

El enfoque del proyecto será sobre el trabajo que se ejecuta en la planta principal de la exportadora, entendiéndose como el área recibimiento de producto, mesas de trabajo, áreas de inyección y empaque. De igual manera se tomará en cuenta el trabajo que realizan los equipos adicionales al de planta, únicamente en aquellas tareas para las cuales estén relacionados o sean dependencia para que el producto se pueda procesar y despachar exitosamente, en el tiempo debido y con la calidad ofrecida.

Inicialmente se dará a conocer el proceso que se ejecuta en la actualidad, los tiempos de trabajo reportados y cualquier dato que permita apreciar los antecedentes de la operación, que sustenten y respalden la problemática identificada, tanto en los tiempos de producción como el porcentaje de mejora de la propuesta que se realizará.

Actualmente, la empresa toma medidas para reducir sus costos de tiempo extra, como alternar horarios entre puestos de trabajo, lo que significa que siempre se cuenta con una cantidad mínima de personal cubriendo cada estación. Esta medida aplica solo cuando se trabaja en temporada de baja producción. Sin embargo, este proyecto se enfocará en realizar mejoras que permitan generar resultados positivos a la operación, que impacten los tiempos para obtener el producto listo para despachar, para esto se utilizarán herramientas de ingeniería industrial, mismas que se presentarán y explicarán más adelante.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

La empresa Frumar S. A. es una pyme que se dedica a la exportación de pescado Fresco *mahi-mahi* o dorado, atún *big eye* y aleta amarilla, espada, pargos seda y mancha, *grouper*. Toda esta materia prima se procesa en su principal planta localizada en el coyol de Alajuela, adicionalmente, se cuenta con una segunda planta en Puntarenas.

Si bien las compras de materia prima (mariscos) se realizan desde la sede principal, la sede de Puntarenas se encarga de recibir el producto del embarque, pesarlo, revisarlo y enviarlo hacia el Coyol, donde se descargará, verificará

nuevamente, procesará y transportará al aeropuerto para su exportación a Estados Unidos (país en el que se ubican los clientes).

La sede del Coyal cuenta con 35 colaboradores fijos, a continuación, se incluyen dos organigramas, en el primero se muestran los departamentos participantes en la producción:

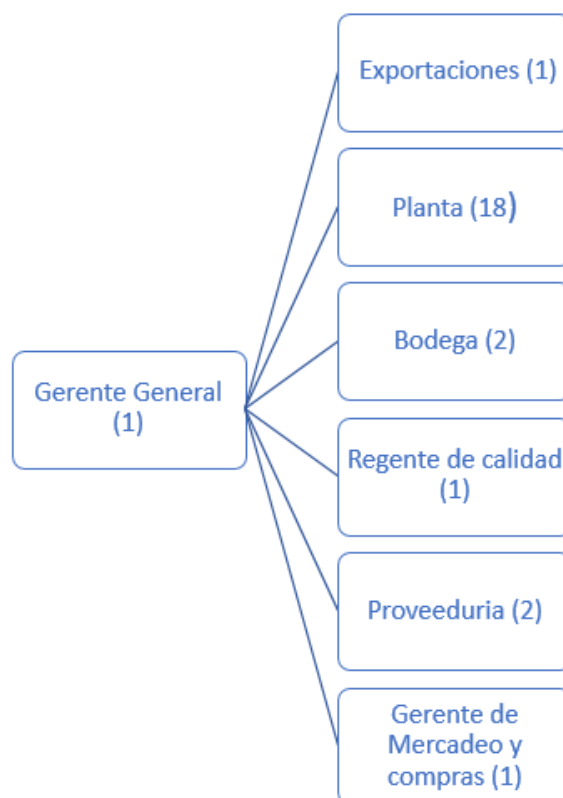


Figura 1: Organigrama planta del Coyal

Fuente: creación propia.

La figura 1, Organigrama planta del Coyal, detalla las áreas de trabajo y entre paréntesis la cantidad de operarios por estación durante la temporada baja, estos se llaman recursos fijos, sin embargo, durante los meses de octubre a enero se cuenta con colaboradores adicionales por la temporada.

El siguiente organigrama muestra únicamente 3 estaciones, pues el proceso de inyección de producto es opcional (a solicitud del cliente) y el transporte es una tarea manual mas no una estación.

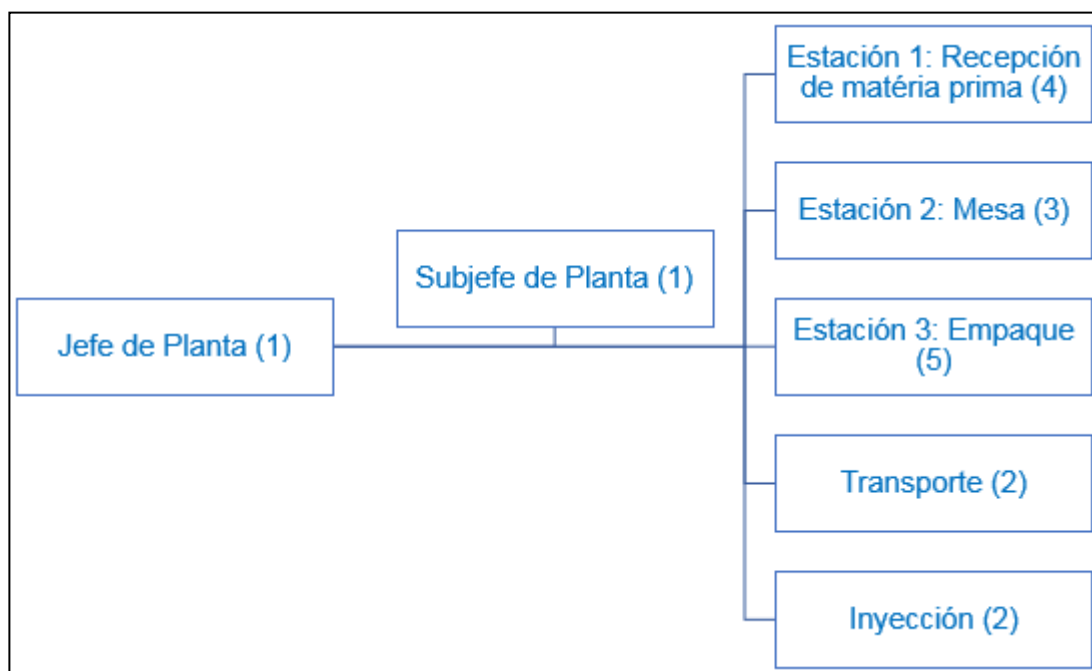


Figura 2: Organigrama de la planta de producción

Fuente: creación propia.

La frescura del producto es de suma importancia pues, Frumar hace pedidos de primera y segunda (con base en qué tan fresco el cliente recibirá el producto) y se trabaja de forma que el cliente reciba lo que pidió o se le ofreció.



Figura 3: Producto final de exportación

Fuente: Empresa Frumar S. A.

1.2.1 Política de inocuidad de los alimentos

En nombre de Exportadora Frumar S. A., nos comprometemos a elaborar crustáceos marinos congelados, así como, pescado y subproductos de pescado, en estado de refrigeración o de congelación; inocuos y de calidad que cumplan con los requisitos reglamentarios y expectativas de nuestros clientes.

Por lo cual garantizamos impulsar el procesamiento de productos pesqueros inocuos, bajo una cultura de calidad y defensa alimentaria, desde su recepción, manipulación, producción, almacenamiento y transporte de centros de acopio.

Objetivos de inocuidad de la organización.

- 1) Comunicar y comprometer al 100 % de los colaboradores, en el establecimiento y mantenimiento de los programas de gestión, para la mejora continua de la organización.
- 2) Facilitar los medios necesarios, para capacitar en un periodo máximo de 6 meses, el 50 % de las personas que forman parte del equipo HACCP, para dar cumplimiento al modelo de capacitación, gracias al convenio con el instituto nacional de aprendizaje (INA).

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el negocio de los mariscos es sumamente valioso tratar la materia prima de la forma correcta y en el tiempo debido. Por lo general, las empresas de manufactura cuidan del periodo de producción para que el tiempo de entrega de sus pedidos se realicen según lo pactado, no obstante, cuando se trabaja con frutos del mar el tiempo de manipulación puede afectar su calidad o frescura.

En este mercado los pedidos del cliente no solo se basan en cantidad, calidad y tiempo, sino que la frescura es parte de lo que se ha convenido, por lo que debe haber suficiente personal para que el producto se pueda trabajar sin comprometer ninguna de las variables mencionadas.

1.3.1 Identificación del problema

Cada año, durante los meses de octubre a enero, se labora con la mayor demanda, por lo que es necesario contratar personal para la temporada, de lo contrario no se podría cumplir el trabajo por falta de mano de obra. Pese a las contrataciones, la empresa debe recurrir al pago de horas extras tanto para el personal fijo como temporal.

Las horas extras de la jornada están sujetas a la demanda diaria, es decir, cada día se reciben camiones con materia prima, para cuando se descargan los mariscos ya el jefe de planta conoce los pedidos y así inicia el proceso hasta que se haga el despacho. Sin embargo, los camiones no llegan únicamente en la mañana,

sino que también se recibe producto a diferentes horas del día, este debe quedar procesado el mismo día.

Entiéndase *procesado* como listo para despachar o producto inyectado con CO (monóxido de carbono para alargar la vida del pescado) y estar almacenado en cámaras de frío.

Cada año se contratan a 10 personas adicionales para apoyar en las tareas de planta, de las cuales 2 se asignan al proceso de espada; por lo que al comparar el total de horas semanales (1,152 horas) reportadas por los 16 operarios de la temporada alta, contra el total de horas semanales (630 horas) reportadas por los 14 operarios fijos de la temporada baja, se obtiene una diferencia de 522 horas de las cuales 90 horas corresponden a las 2 personas adicionales en el proceso de espada y 432 horas de tiempo extra representados en el siguiente gráfico.

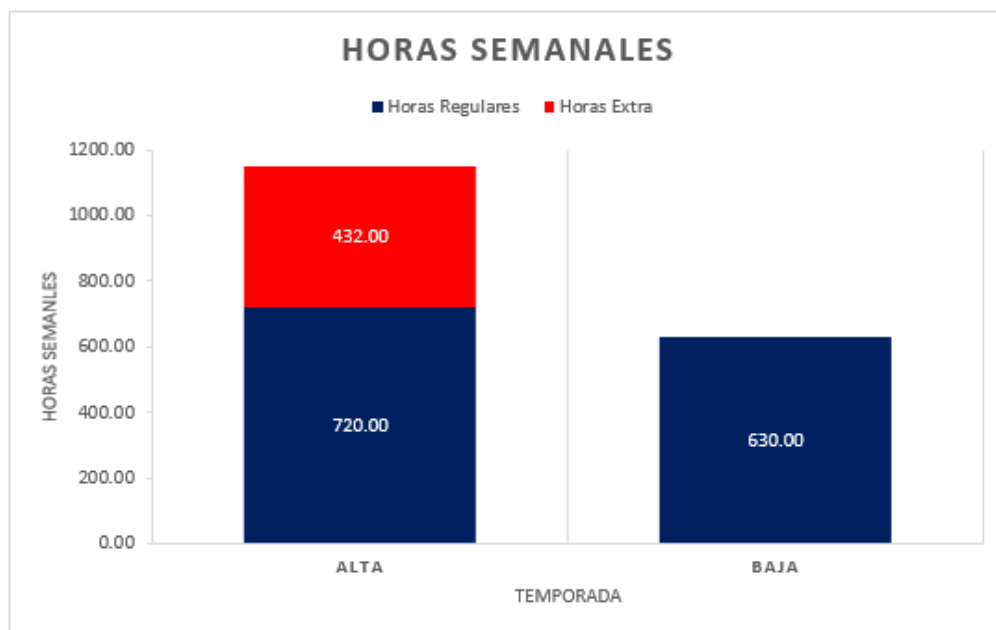


Figura 4: Comparativo horas regulares vs. horas extra

Fuente: creación propia.

Actualmente, durante los meses de febrero a septiembre los operarios cumplen 8 horas diarias conforme a lo establecido por ley, mientras que para los meses más críticos se trabajan jornadas de 72 horas por semana, es decir, jornadas diarias de 12 horas por empleado.

1.3.2 Justificación

Durante la temporada baja la empresa paga ₡945,805.74 por mano de obra de 14 operarios para el proceso de espada, sin embargo, durante la temporada alta se aumenta ₡1,107,943.86 al costo semanal correspondiente a las 522 horas adicionales como se muestra a continuación.

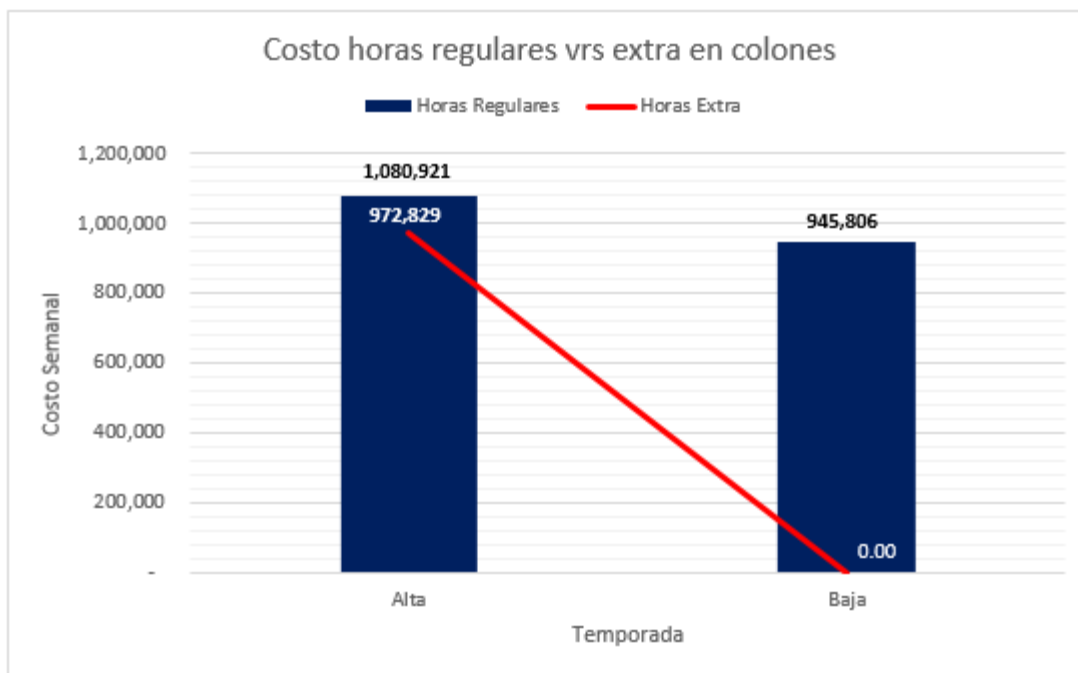


Figura 5: Costo mano de obra por semana

Fuente: creación propia.

Con el objetivo reducir el tiempo extra y lograr un ahorro semanal de ₡972,828.76, se encuentra la necesidad de analizar el proceso para identificar las causas del porqué es necesario incurrir en tiempos extra para el proceso de espada.

Los datos anteriores demuestran que la empresa asume un costo de ₡16,849,394.12 anuales por pagos de tiempos extra, es decir, un costo mayor al de mano de obra en jornada regular (₡16,381,355.39) aumentada con 2 personas.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora con la que se alcance la demanda estipulada sin necesidad de incurrir en horas extras por medio del análisis de los datos y métricas obtenidas del Simulador Arena, que permita la fijación de parámetros para la toma de decisiones.

1.4.2 Objetivos específicos

- Medir los tiempos que le toma a cada empleado la ejecución de las tareas de producción para conocer el tiempo estándar de la producción.
- Realizar un modelo de simulación de arena con el que se identifiquen las métricas actuales de la empresa y las estaciones de trabajo en las que se debe enfocarse la propuesta de mejora.
- Analizar, mediante un balance de línea, la situación actual de la empresa que permita la identificación de los *cuernos de botella* (estaciones de menor capacidad de producción) para que se logre una redistribución de las personas por estación que disminuya el tiempo de la operación.
- Realizar propuestas de mejoras a partir de los datos analizados que permitan la reducción del tiempo de ciclo actual para el proceso de espada.

SECCIÓN 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcance

El proyecto se realizará en la planta principal de la empresa FRUMAR S. A. enfocándose en el producto fresco de exportación, específicamente en el proceso del espada por ser el producto estrella durante el último año:

- Analizar los tiempos de producción únicamente de las actividades ejecutadas por los empleados de planta.
- Realizar un balance de líneas que permitan identificar los cuellos de botellas y reducir los tiempos realizando una redistribución correcta de los empleados.

1.5.2 Limitaciones

Por confidencialidad de la empresa no se brindarán valores de costo reales, sino que para demostrar en números las mejoras se utilizará el salario mínimo que indica el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) para un Trabajador No Calificado Genéricos (TNCG), versión 2018 en la que se indica un costo por hora de ₡1,501.28.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

A lo largo de esta sección se desarrollarán conceptos teóricos y prácticos relacionados con la carrera de Ingeniería Industrial que brindarán sustento al proyecto, a las herramientas utilizadas y su explicación le permitirá al lector comprender de forma clara y cronológica los análisis, propuestas y conclusiones que se consideren necesarias.

2.1.1 Conceptos generales

Un proyecto es un esfuerzo temporal o conjunto de actividades que pueden ser de corta o larga duración, de pequeño o gran alcance, sus metas podrían cumplirse o no cumplirse, su resultado podría hacer a un cliente satisfecho o insatisfecho. No obstante, todo proyecto tiene una fecha de inicio y una de fin, esta es una de las características más relevantes ya que de no existir un periodo definido se estaría hablando de una operación (ejecución de un proceso) el cual es cíclico, lo que quiere decir que no termina, sino que se repite constantemente.

La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, también conocida como PMBOK, indica que el hecho de que un proyecto sea temporal no significa necesariamente que la duración de este sea corta (Project Management Institute, 2013), esto refuerza lo mencionado anteriormente en referencia a los periodos de proyecto, sin embargo, debe tomarse en cuenta que las fechas establecidas no son inquebrantables.

Debido a lo anterior, durante la ejecución del proyecto podrían surgir pequeñas modificaciones que el cliente desee sobre lo que se acordó previamente; este tipo de alteraciones se pueden dar siempre y cuando el cliente y el gerente del proyecto estén de acuerdo, se podrían crear aditivos a lo pactado o extensiones a la fecha de entrega. Esto demuestra cómo los proyectos pueden estar expuestos a cambios y estos deben documentarse de forma cronológica.

En la propuesta de tesis *El Éxito de la Gestión de Proyectos*, Rodolfo Sáenz (2012) atribuye el éxito de un proyecto a la capacidad de ajustarse a las restricciones que se imponen como tiempo, costo y calidad, las que da a conocer como el triángulo de hierro e indica que con el mínimo cambio e incluso si la ejecución del proyecto no se lleva a cabo conforme a la planeación previa se corre el riesgo de que las otras variables también sufran un impacto.

Según Figuerola (2011) “el mismo PMBOK ya no menciona el Triple Constraint (triple restricción) sino que se refiere a balancear las restricciones que compiten dentro del proyecto e incluye, pero no lo limita a: Alcance, Calidad, Tiempo, Costo, Recursos y Riesgos” (s. p.).

Nuevas teorías indican que lo ahora conocido como triple restricción, triángulo de hierro o acero ha cambiado, de modo que según Figuerola este triángulo no existe más para algunas personas, pues las restricciones que balancean el proyecto dependen de los objetivos definidos y, por eso, se debe considerar cuáles son las restricciones atinentes al proyecto antes de realizar cualquier tipo de modificación,

velando siempre porque exista un equilibrio entre estas, garantizando la calidad tanto en sus entregables como en el producto final.

La producción

Pues nada es creado en las operaciones del arte o de la naturaleza y puede tomarse como un axioma que en cada operación existe una cantidad igual de materia antes y después de la operación, que la cualidad y cantidad de los principios es la misma y que solo ocurren cambios y modificaciones (Villaveces, p. 28).

A partir del principio de conservación de la materia, el cual se atribuye a Antoine-Laurent de Lavoisier e indica que la materia no se crea ni se destruye solo se transforma, se puede entender que la producción no consiste en crear, sino en una transformación de la materia que funciona como un sistema con una entrada y una salida, el cual se retroalimenta.

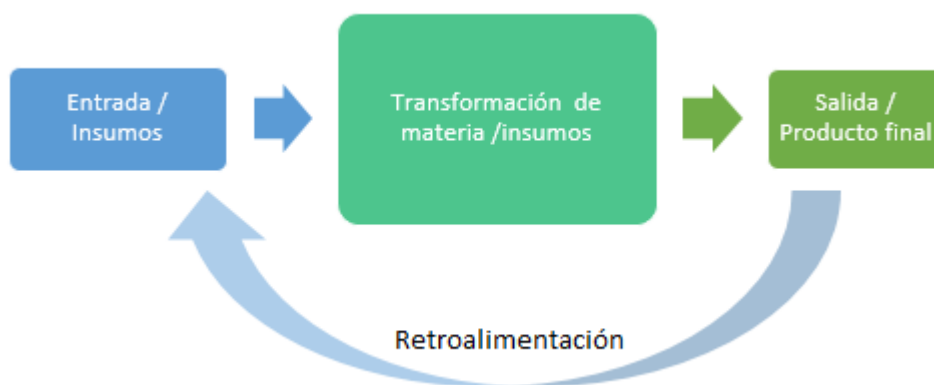


Figura 6: Esquema del sistema de producción

Fuente: <https://cuadernosdelprofesor.files.wordpress.com>

Según Castillo (2009):

Desde el principio, el hombre se ha procurado los medios necesarios para la producción de los bienes y servicios que requiere para la supervivencia. Ha concebido herramientas, máquinas y equipos de toda clase con el fin de realizar sus objetivos. Al principio el sistema de producción fue manual. Posteriormente sobrevino la manufactura y, por último, surgieron los sistemas automatizados que se conocen en la actualidad (p. 5).

De esta forma, se aprecia cómo producir es parte del ser humano desde su origen logrando satisfacer así sus propias necesidades y producir para otros en la época de esclavitud, esta manera de transformar insumos ha cambiado con el paso de los años y, actualmente, existen dos tipos de producción, de servicios y de bienes físicos.

En ambos tipos de producción el ser humano ha incursionado y se ha superado a sí mismo, mejorando sus formas de producir hasta contar con diferentes tipos de metodologías que, como su nombre lo indica, es la lógica de los métodos por lo que implica que al realizar un proceso se debe aplicar el método más óptimo para que la transformación de los insumos sea la adecuada.

Por esta razón, en la actualidad se trabaja con metodologías que no solo minimicen las posibilidades de error, sino que, además, generen una mejora incremental en los procesos, como DMAIC, por lo que esta es la metodología con la que se llevan a cabo los proyectos Seis Sigma, los cuales se trabajan por niveles de Sigma (1 a 6) y se miden por "Defectos por millón de oportunidades".

Es decir, Seis Sigma estudia el nivel de calidad de una empresa tomando en cuenta datos que le permiten medir la calidad a través de herramientas de

estadística y así enfocar sus proyectos en reducir al mínimo o eliminar los errores por cada millón de unidades producidas según el tipo de negocio, esto asegura que cuanto más alto el nivel sigma menor será la cantidad de errores.

El acrónimo DMAIC por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Improve & Control) es una metodología que se aplica a proyectos para realizar mejoras específicas, sea de un producto físico o un servicio. En la actualidad, esta forma de trabajo la utiliza la ingeniería industrial para cuidar de cada una de las etapas del proyecto implementando las herramientas de carrera para cada una de sus 5 fases, las cuales son definir, mejorar, analizar, mejorar y controlar; todas definidas a continuación.



Figura 7: Metodología DMAIC

Fuente: <https://www.moresteam.com>

Definir: durante esta etapa se utilizan herramientas que permitan identificar el enfoque del proyecto, definir cuál es la problemática respaldada de forma cualitativa,

cuantitativa o ambas. Esta etapa definirá qué es lo que se realizará en el proyecto, estableciendo desde el inicio cuáles serán los límites y el impacto del proyecto.

Medir: “El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de los mismos, se lleva a cabo la recolección de las distintas fuentes, se organizan las hipótesis causa – efecto” (Rodríguez, 2017, p. 55).

Para la medición se pueden utilizar herramientas como diagramas, gráficos de Pareto, de control, ABC.

Analizar: en esta fase ya se han recolectado los datos por lo que ya se conocen las causas del problema y se utilizan herramientas como el muestreo, regla de Pareto, balances de línea, estudios de tiempos, entre otros, para identificar por qué no se están alcanzando los números debidos, métricas (si la empresa contara con ellas) y realizar mejoras que sean realistas y permitan solucionar el problema.

Mejorar o Implementar: se debe elaborar una propuesta que corrija o reduzca la problemática, según se haya definido al inicio, tomando en cuenta los análisis realizados, seguidamente, se recomienda crear un plan de implementación que se ajuste al tipo de negocio.

Controlar: una vez cumplidas todas las fases ya definidas se debe diseñar un control periódico que garantice que la mejora implementada se ejecuta de la forma correcta y que continúa brindando resultados positivos.





Durante el desarrollo de todas las etapas anteriores se debe escuchar la voz del cliente e incluso muchos de los proyectos surgen con el fin de mejorar o mantener la satisfacción del cliente, por lo que es esencial tener presente la retroalimentación de este sobre el servicio que se brinde o el producto que se le entrega.



2.1.2 Conceptos teóricos relacionados con la metodología

2.1.2.1 Definición

El principal objetivo del diagrama de flujo es dar a conocer la operación, los departamentos o áreas que interactúan (cuando aplique) durante el proceso hasta que este se complete. Además, permite identificar las decisiones que se deben tomar y las áreas más críticas del proceso en las cuales se debe tener mayor cuidado.

Tabla 1: Simbología del diagrama de flujo

Simbología	Indica
	Inicio / Fin
	Actividad / proceso
	Decisión
	Punto de control

	Hacer Referencia a un documento
	Línea de Flujo

Fuente: Programación de operaciones, p. 116.

El diagrama de flujo tiene una simbología específica para cada tipo de actividad tal como está incluido en la tabla 1. El flujo del proceso sigue un orden específico y cuenta con entradas y salidas; en algunos casos podrían existir una o más entradas por figura, pero, ninguna figura podría tener más de una salida. Una vez que se conoce la lógica y simbología que caracteriza a los diagramas, cualquier persona, incluso ajena al proceso, podría comprenderlo tan solo usando el diagrama como guía.

A continuación, se incluye un ejemplo de flujo de un proceso utilizando la simbología, de modo que permita un mejor entendimiento de lo que se explicó anteriormente, no antes sin aclarar que las figuras se usan en un proceso siempre que sean necesarias según la actividad, es decir, si un proceso no tiene ningún documento que sea parte del flujo no será necesario incluir esta figura o si el proceso no tiene un punto de control entonces no necesitará incluir el símbolo que le representa.

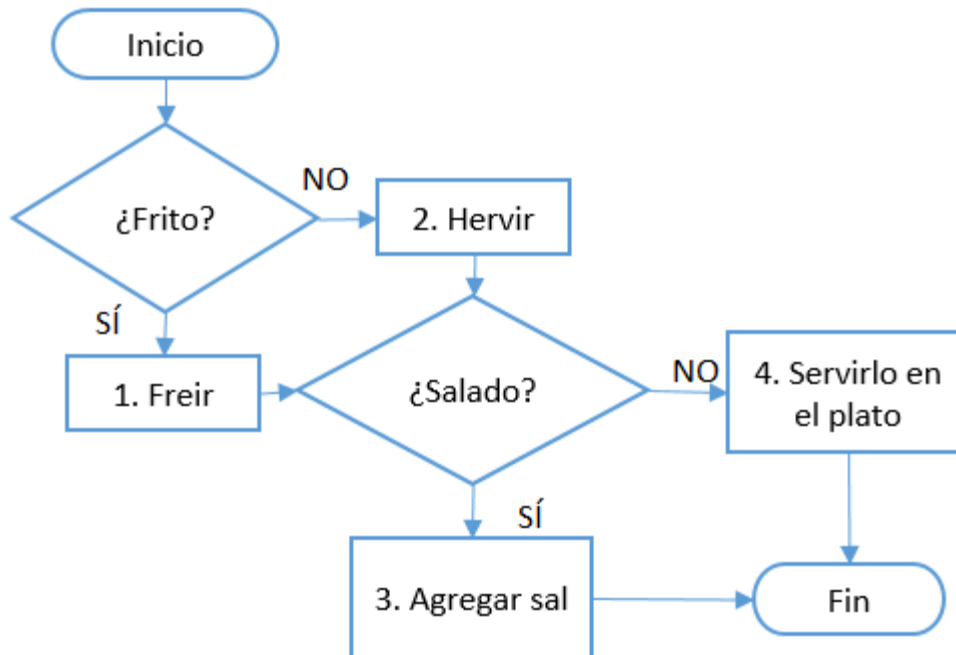


Figura 8: Ejemplo de diagrama de flujo “Cocinar un huevo”

Fuente: <http://www.areatecnologia.com>

Conocer el flujo del proceso hace no solo más sencillo definir la problemática, sino que al tener una vista general del proyecto permite cuidar de que no se excluyan actividades importantes al momento de analizar, para lo que se recomienda usar herramientas de Ingeniería industrial como:

El diagrama de Pareto, conocido también como el diagrama 80/20, el cual plantea que el 80 % de los problemas se solucionarían si el trabajo se enfocara en el 20 % de las causas, por lo general este diagrama ubica del lado izquierdo el 20 % que representa el mayor impacto, pero que es minoría y del lado derecho se colocan el 80 % de las barras que son mayoría, pero de menor impacto.

El PMBOK explica que:

Las categorías que se muestran en el eje horizontal representan una distribución probabilística válida que cubre el 100 % de las observaciones posibles. Las frecuencias relativas de cada una de las causas especificadas recogidas en el eje horizontal van disminuyendo en magnitud, hasta llegar a una fuente por defecto denominada *otros* que recoge todas las causas no especificadas (Project Management Institute, 2013, p. 237).

Para comprender mejor esta cita se recomienda consultar la imagen adjunta, que es una ejemplificación de un diagrama de Pareto realizado para analizar los tipos de quejas de los clientes de 6 diferentes tiendas (de una misma marca) entre el periodo octubre – diciembre, con un total de 2520 quejas registradas. Para este ejemplo se definió que tiempo de entrega es desde que el cliente hace el pedido hasta que lo recibe.

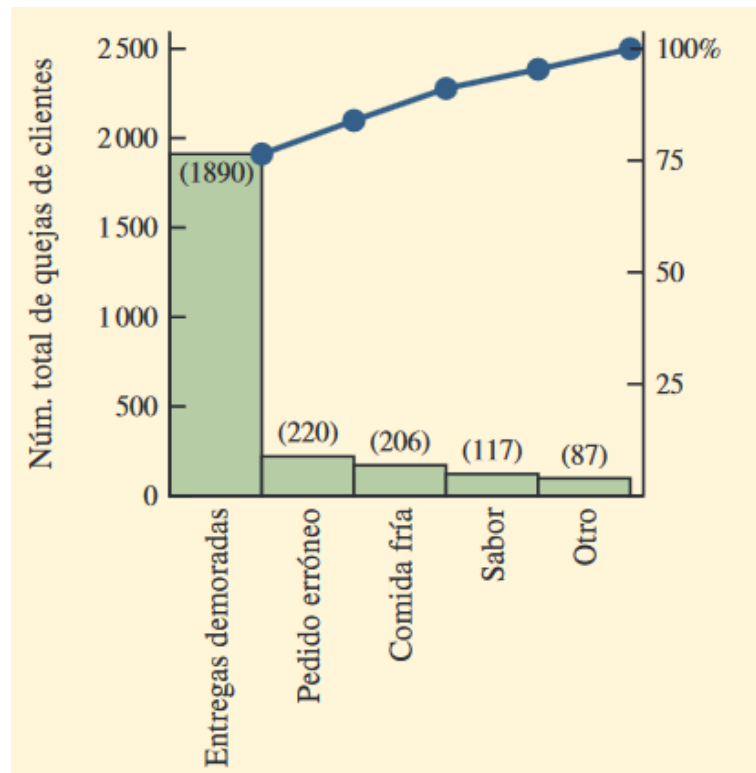


Figura 9: Ejemplo de diagrama de Pareto

Fuente: Libro "Administración de operaciones".

2.1.2.2 Análisis

El Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado tiene como propósito “identificar la causa fundamental de un problema. Encontrar esta causa es el inicio para encontrar una solución” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, p. 327). Por lo general, consiste en identificar cuál es la causa que provoca cierto efecto que se considera problema. Por otro lado, no solo se debe averiguar lo que salió mal, sino también reconocer lo que se hizo bien, de modo que se pueda replicar, esto ha resultado exitoso para Steve Fornier, ejecutivo de Direct Discount Tires.

El siguiente ejemplo de un Ishikawa o espina de pescado muestra como problema la *entrega tardía de pizzas los días viernes y sábado* y en su estructura se incluyen las potenciales causas. Por lo general se utilizan las 4M (máquina, mano de obra, método y materiales), luego el equipo de trabajo deberá enlistar intuitivamente las causas.

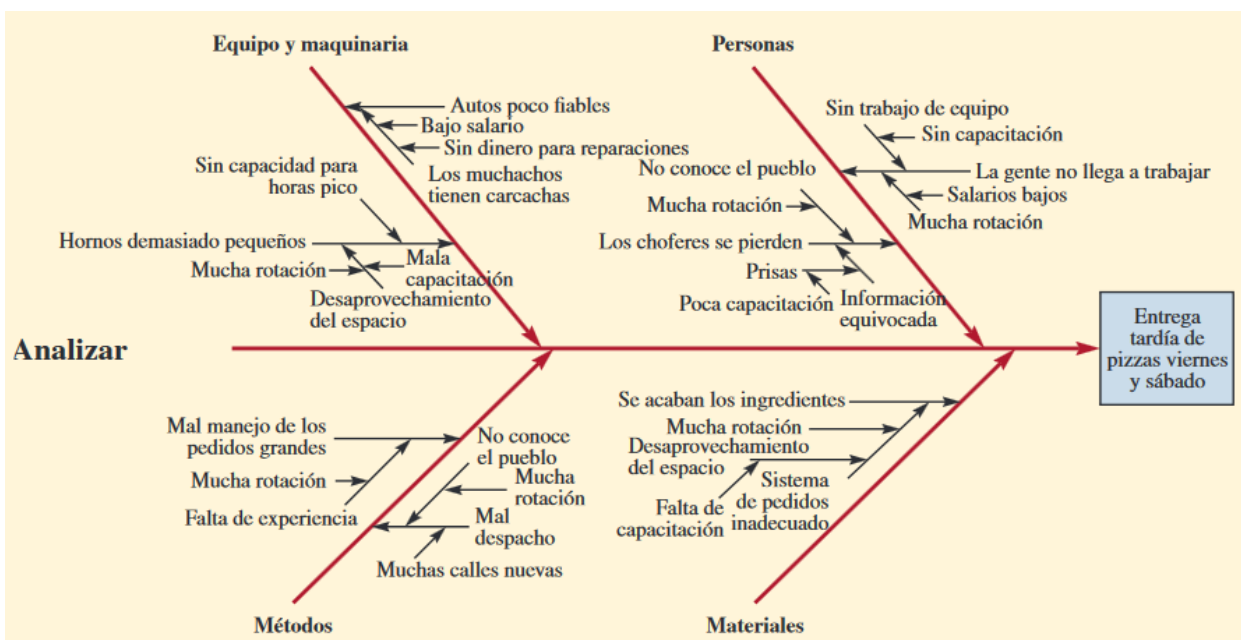


Figura 10: Ejemplo de Ishikawa o espina de pescado

Fuente: Libro "Administración de operaciones".

Por otro lado, "los estudios de tiempos y movimientos pueden reducir y controlar los costos, mejorar las condiciones de trabajo y el entorno, así como motivar a las personas" (Meyers, 2000, p. 2). Esta es una forma de recolectar información para el análisis, de modo que se permita conocer la situación actual y a pesar de que existen diferentes formas de recolectar y analizar los datos todas tienen el mismo objetivo en común, que consiste en reducir los desperdicios al mínimo o eliminarlos.

Este estudio es útil cuando se desea controlar la producción utilizando un balance de líneas, por lo que lo primero que se necesita es conocer los tiempos estándares por estación y al realizar la toma de tiempos a los operarios incluidos en la muestra, se podrá identificar cuál es el tiempo real de producción.

Balance de línea: Según López (2016) “el principal propósito de balancear líneas es igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso” (s. p.), de modo que el proceso pueda ejecutarse de forma constante y predecible.

Al balancear las líneas es necesario que durante el análisis se tome en cuenta el tipo de demanda con el que se trabaja, pues si no es constante traerá fluctuaciones al proceso incrementando los desperdicios, los cuales, según Taiichi Ohno quien es considerado el padre del sistema de producción de Toyota, los desperdicios se clasifican en 7:

1. Sobreproducción
2. Inventario
3. Defectos, retrabajos y reparaciones.
4. Movimiento.
5. Del proceso.
6. Esperas (colas).
7. Transporte (López Acosta, Martínez Solano, Quirós Morales & Sosa Ochoa, 2011, p. 3).

Un balance permitirá conocer cuál es la estación o máquina *cuello de botella*, es decir, la estación que produce con menor rapidez y provoca tiempos muertos. Para evitar esto se necesitará estudiar la estación, la capacidad de la máquina o las personas que ejecutan el trabajo, de modo que se puedan encontrar soluciones que minimicen estas pérdidas de tiempo las cuales representan dinero.

Para realizar un balance correcto de las líneas y conocer cuántas personas debe haber por estación se requiere contar con una serie de datos que permitan

analizar el tiempo disponible para trabajar, es decir, se deberán descontar los tiempos de descanso, el tiempo efectivo descontando a la jornada diaria el tiempo de descanso y el tiempo en el que el trabajo se detuvo sea por fallas o paros, el *takt time* (ritmo de la producción), tiempo de entrega, tiempo de ciclo por unidad, entre otros.

Simulador Arena: utilizar un simulador permite analizar o tomar decisiones sobre el proceso y cómo se podría mejorar antes de que exista un impacto económico, según se explica en la página oficial de Arena:

Simulating or modeling a specific business process gives you the ability to analyze and make decisions on how to improve that process. Through business process modeling software, you can achieve results well before any financial repercussions arise from your decisions (Rockwell, 2018, s. p.).

Las simulaciones permiten hacer diferentes pruebas que aportan la inteligencia necesaria para realizar análisis lo más aproximados a la realidad (siempre completamente real) de los cuales se puedan tomar decisiones respaldadas por resultados en función de reducir costos, mejorar rendimientos, métricas, optimizar procesos, entre otros.

AutoCAD: es un programa de dibujo por computadora en el que se puede diseñar desde planos hasta pequeñas piezas a escala en diferentes dimensiones, de modo que permite recrear una estructura y mejorarla de forma gráfica, pero, además de colores, líneas y grosores esta herramienta trabaja con geometría básica como arcos, polígonos, líneas y puntos, sin embargo, el *software* también ofrece en su librería dibujos predeterminados.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Mercado exportador de mariscos

Los mariscos son frutos del mar que se consideran animales comestibles invertebrados y al trabajar en el negocio de los mariscos es necesario conocer que los mismos se trabajan por temporada.

Existen diversas razones de la naturaleza las cuales podrían impactar de forma directa la disponibilidad de los mariscos durante la época esperada en el año, como: cambios climáticos fuera de los normales, periodo de reproducción, entre otros.

Esto dificulta a las empresas exportadoras planificar la producción, por lo que cuentan con una cartera de clientes, una de proveedores y cada día se realiza el ejercicio de compra y venta; donde el encargado de compras negocia la materia prima con los proveedores y el encargado de ventas se encarga de ofrecer a los clientes el producto y convertir esto a pedidos para el departamento de Producción.

Este tipo de empresas pueden trabajar con dos tipos de producción: producto de exportación y producto congelado, no obstante, por tratarse de una empresa exportadora la mayor parte de su producción es para envíos fuera del país.

2.2.2 Exportación de producto fresco

Para comprender mejor este proyecto, las herramientas, análisis, decisiones y propuestas que se desarrollen debido al tipo de negocio se procederán a realizar algunas aclaraciones como:

Frescura: por lo general la calidad es uno de los principales factores que las empresas cuidan, asegurándose de entregar al cliente un producto de satisfacción. Sin embargo, cuando se trata de mariscos la calidad es tan importante como la frescura, pues cuando el producto se vende al cliente, es decir, se crean los pedidos, se define en la orden si el producto se exportará con una frescura de primera o segunda (esto determina qué tan fresco es el producto) y es indispensable tomar esto en cuenta al trabajar en los pedidos y usualmente este tipo de empresas se enfocan en procesar todas las órdenes el mismo día, de modo que no quede producto sin haberse tratado, esto porque conforme pasa el tiempo los mariscos pueden perder su frescura.

Precio: como se mencionó, este tipo de producción es un poco incierta al momento de realizar planeaciones pues la materia prima es volátil e incluso por cuestiones de precio lo más adecuado es despachar todos los pedidos el mismo día, esto porque la materia prima se adquiere a un precio, pero el mismo podría aumentar o bajar de un día para otro, lo que se convertiría en un riesgo de tener pérdida si el producto estuviera más barato el día siguiente.

2.2.3 Documentación por niveles de riesgos (local)

En el año 2011 se promulgó la ley FSMA, que es una modernización de la inocuidad de los alimentos, de modo que todo país que exporte a los Estados Unidos debe cumplir con esta ley para garantizar que el producto que entra al país sea tan seguro como si se hubiera producido en el mismo cumpliendo el reglamento interno de país.

El requisito fundamental de esta norma exige a las industrias de alimentos establecer y poner en práctica un sistema de inocuidad de alimentos que incluya un análisis de peligros y controles preventivos con base en riesgo. Incluye también la obligatoriedad de tener en vigor un programa de cadena de suministro o trazabilidad de proveedores (La Nación, 2016, s. p.).

Como se mencionó, la ley FSMA se firmó en el 2011, dos años después de que en Estados Unidos se registrara una intoxicación masiva por salmonella, la cual fue ocasionada por el consumo de mantequilla de maní contaminada, en el que aproximadamente 43 estados reportaron afectados e incluso un registro de personas que murieron, ya que la salmonella es una bacteria que aparece en los alimentos y provoca síntomas como diarrea, dolor de estómago y fiebre (D'Aloia, 2009).

Aunque no es posible afirmar que esta es la razón por la que se firmó la ley FSMA, sin duda alguna esto es lo que se desea evitar, de manera que las empresas exportadoras de mariscos cuentan con auditorías de tercera parte e incluyen documentación junto con cada pedido que revela datos de trazabilidad como nombre de la embarcación, matrícula, tipo de pesca, entre otros (dependiente del tipo de producto que se está exportando), adicionalmente, se debe incluir el análisis

sensorial, frescura e indicar el registro de temperatura del pescado y si es productor de histamina o no.

2.2.4 Permisos requeridos para la exportación

Entre los tipos de documentación con los que se debe contar para exportar a EE. UU., además de la FSMA, están FDA, HACCP (sistema preventivo y no correctivo) y están expuestos a recibir auditorías de USDA, FDA FCIS, entre otras autorizadas por Estados Unidos.

2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

2.3.1 Herramientas de análisis de impacto económico (ROI)

El ROI, por sus siglas en inglés *Return On Investment*, mide el retorno o la ganancia ante la inversión de tiempo, esfuerzo, finanzas, insumos o maquinaria, es decir, permite conocer si un proyecto o negocio es rentable.

Por otro lado, Schultz definió el *Capital* como “los conocimientos en calificación y capacitación, la experiencia, las condiciones de salud, entre otros, que dan capacidades y habilidades, para hacer económicamente productiva y competente las personas, dentro de una determinada industria” (Cardona Acevedo, Montes Gutiérrez, Vásquez Maya, Villegas González, & Brito Mejía, 2007, p. 5), atribuyendo valor al conocimiento innato de las personas, a las habilidades o capacidades, dejando en claro que las condiciones de salud, analíticas y todo lo que

aporte para desarrollar un producto final se considera de valor y este podría aumentar cuando se invierte en adquirir conocimiento, experiencia e inteligencia.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS

SEMEJANTES

2.4.1 Teorías o estudios relacionados

A pesar de que existen estudios previos sobre las reducciones de tiempo, estandarizar tiempos de producción y balances de líneas, no se encontró ningún proyecto relacionado con la industria de mariscos para la exportación, por lo que se utilizarán las herramientas de Ingeniería Industrial aplicadas al tipo de negocio con las limitantes ya descritas.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el desarrollado de este proyecto se aplicará la metodología DMAIC, la cual permite tener un control adecuado para cada etapa, con intenciones de trabajar de manera ordenada para facilitar la comprensión de este.

Antes de definir el problema se necesita entender el proceso que se mejorará, por lo que el diagrama de flujo es una herramienta adecuada debido a su sencillez, para que tanto la persona que desarrolla el proyecto como quien lo lea pueda tener una idea general y clara de la secuencia de la producción en estudio.

Las entrevistas que se realizan a líder de producción, personal que ejecuta el proceso y visitas de campo permiten visualizar lo planteado en el diagrama y al mismo tiempo identificar lo que no funciona correctamente o en dónde existen oportunidades de mejora en las que se puedan realizar esfuerzos que, por medio de herramientas, se puedan justificar, demostrar e implantar cambios o ajustes que generen un resultado positivo tanto para la empresa como para el equipo de trabajo.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO

CUALITATIVO DE PROYECTO

Para tener datos que respalden el proyecto se debe recolectar información que se preste para analizar la situación actual y al mismo tiempo ayude a conocer en qué porcentaje se podría mejorar.

Cuando se trabaja con una producción en línea y se desea conocer la situación actual el balance de líneas es ideal, ya que permite analizar todo el proceso de inicio a fin y optimizar la producción. Este modelo se eligió como una de las herramientas principales para análisis porque permite ajustar la demanda e inmediatamente conocer las personas que se requerirán por estación, por lo que es ideal para las producciones que trabajan con temporada alta y baja.

Para obtener un análisis correcto y realizar una propuesta adecuada es indispensable que los datos que se utilizan para estudiar sean reales de la producción, en ocasiones, el trabajo de campo, como la toma de tiempos, es fundamental cuando la empresa no puede proporcionar la información pues no la tiene.

Por este motivo, se utilizará el estudio de tiempos para definir un periodo estándar de la producción y se tomarán en cuenta los diferentes factores que puedan afectar los tiempos de producción. Es esencial que la muestra se calcule debidamente, para que el sesgo sea razonable y los resultados confiables.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

Se utilizará un simulador para recrear escenarios con base en los análisis realizados sobre el proceso ya definido, de modo que se pueda realizar una

propuesta que esté justificada con resultados antes de implantarla, demostrando en números o porcentajes cuál sería la mejora y la factibilidad de implementarla.

Además de demostrar por medio de evidencia numérica que respalde el cumplimiento del objetivo definido en el capítulo 1, se pretende brindar resultados que generen confianza de éxito sin tener que exponer a la empresa a mayores costos.

Sin embargo, para los procesos en los que los datos son variables, como *demandas*, se deberá trabajar con proyecciones utilizando herramientas que faciliten el uso de datos reales (de periodos anteriores) que permitan crear predicciones. Se usan modelos como *Winters* con el fin de tener pronósticos lo más acertados posible.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La implementación de las mejoras se debe realizar de forma controlada, por lo que se adjunta un cronograma en el que se señalan las actividades que se realizarán.

Tabla 2: Cronograma de implementación

Actividades	Septiembre 2018	Octubre 2018	Noviembre 2018	Diciembre 2018	Enero 2019
Presentación de la propuesta de mejora a Gerencia y Jefes de planta	*				
Iniciar planeación y cotización del rediseño de planta	*				
Implementación					
> Redistribución de personas en las líneas de trabajo		*			
Primeros resultados		*			
> Rediseño de la planta			*		
Segundos resultados			*	*	
Consolidación, análisis y evaluación de los resultados				*	*

Fuente: creación propia.

La primera actividad consiste en presentar el modelo de trabajo al equipo involucrado en la producción y durante los siguientes cuatro meses iniciar con el plan de implementación, evaluando que los resultados de cada mes sean conforme a lo propuesto con el fin de controlar las mejoras.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Si la empresa decide implantar las propuestas que se planteen a lo largo de este documento, se realizará una presentación como se menciona en el cronograma anterior y se brindará una capacitación al gerente y subgerente de planta de las pautas a cuidar. Además, se brindará un acompañamiento en las etapas presentadas en el cronograma, de modo que se garantice su seguimiento.

CAPÍTULO IV. LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA

4.1 DESCRIPCIÓN Y FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Si bien el trabajo de producción de la empresa Frumar S. A. se lleva a cabo en la planta principal, existen otros departamentos que participan de forma directa en el proceso de exportación, tanto de producto fresco como congelado, todos se ubican en el Coyoil de Alajuela y están representados en el diagrama de flujo a continuación, en el que se señaló el “camino 1” para referirse a tareas de exportación de producto fresco y “camino 2” para actividades de producto congelado, el cual podría exportarse o almacenarse. Como se delimitó al inicio del documento, este proyecto se enfocará únicamente en producto fresco de exportación.

Debido a que el enfoque de esta investigación será la planta principal de producción se crearon 4 subgrupos que permitan una mejor comprensión del flujo de las actividades ejecutadas, aclarando que la participación del regente de calidad puede darse en cualquier etapa del proceso en planta, no obstante, no se considera dentro del equipo de producción para actividades como tomas de tiempos y sí para la definición de la política de calidad, entrevista de permisos de producción, exportación, certificados de inocuidad, trazabilidad, entre otros.

Diagrama de Flujo – Planta El Coyol

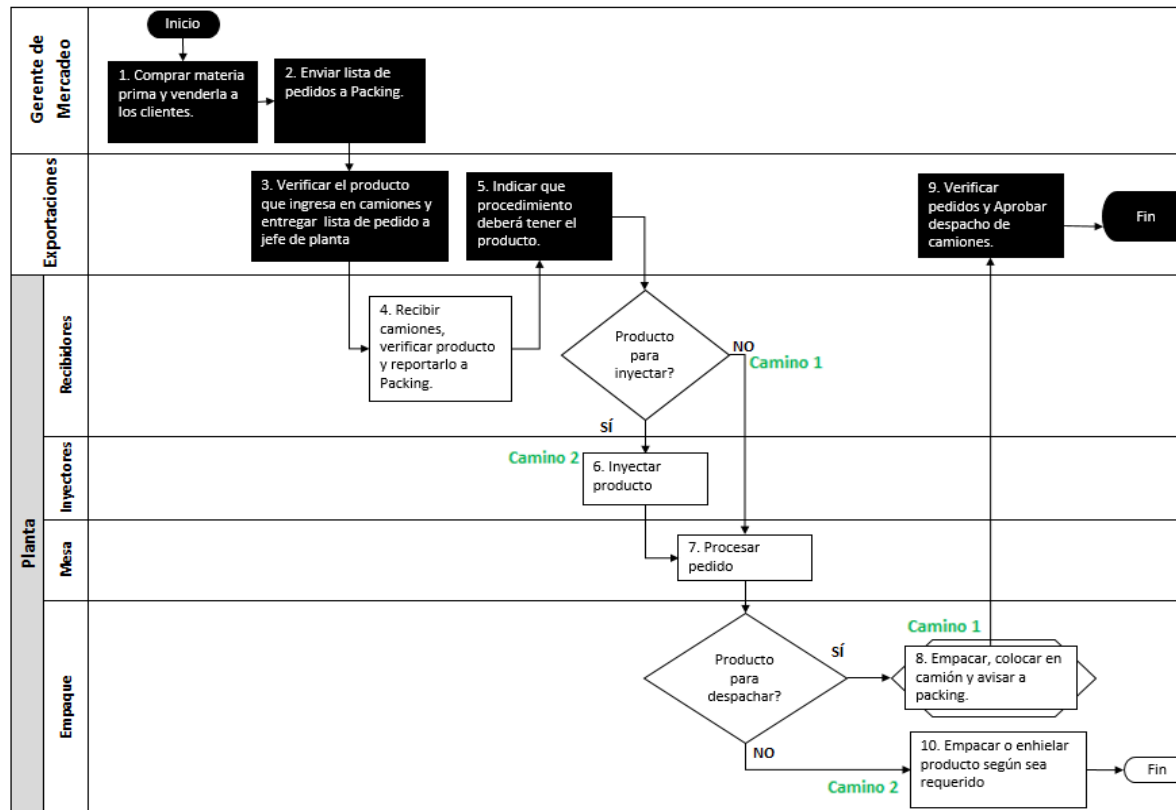


Figura 11: Diagrama de flujo

Fuente: creación propia.

4.1.1 SIPOC

El siguiente diagrama permite conocer la secuencia del proceso, enlistando desde las entradas y los proveedores, hasta las salidas y los clientes finales.

Frumar tiene proveedores de materia prima y de suministros para empaque, por lo que el proceso de recibo y mesa únicamente trabaja con pescado y este se procesa hasta que llegue a la estación de empaque, quienes están encargados de enviar el producto según las especificaciones del cliente, sea en caja de estereofón o caja de estereofón y cartón.

S I P O C				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
<ul style="list-style-type: none"> • Cibosa • Pesqueros espada • Mariscos Sota • Corbel • Conceptos SA. • Plastinol y ecoplas 	<ul style="list-style-type: none"> • Espadas • Cajas de cartón • Estereofon • Tarimas • Plastico 	<ul style="list-style-type: none"> • Recibo • Mesa • Empaque 	<ul style="list-style-type: none"> • Espadas de exportación 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacific Seafood Group • D&E Import Llc • Bar Harbor

Figura 12: SIPOC

Fuente: creación propia.

La empresa cuenta con una amplia cartera de clientes, todos ubicados en EE. UU., las exportaciones en su mayoría se realizan a Miami y Los Ángeles.

4.1.2 Producto en estudio

El enfoque de este proyecto será producto fresco de exportación, específicamente el proceso de espada debido a que se considera el producto estrella y si bien es cierto que en la industria de mariscos se dificulta realizar proyecciones por trabajar con un producto volátil, durante el presente año las exportaciones de espada han aumentado, realizando ventas no registradas anteriormente, las cuales se han atribuido a la temporada de espadas y a la alianza con nuevos proveedores debido al descenso de uno de los competidores directos de Frumar.

4.1.3 Diagrama Ishikawa

Se enlistan las posibles razones que causan este problema y se utiliza un diagrama de causa-efecto en el que se aplican las 6 M de la Ingeniería Industrial que permita evaluar por qué la empresa requiere de tanto tiempo extra, todas las ideas se plantearon después de visitas al área de trabajo y entrevistas, por lo que se evaluará cada una.

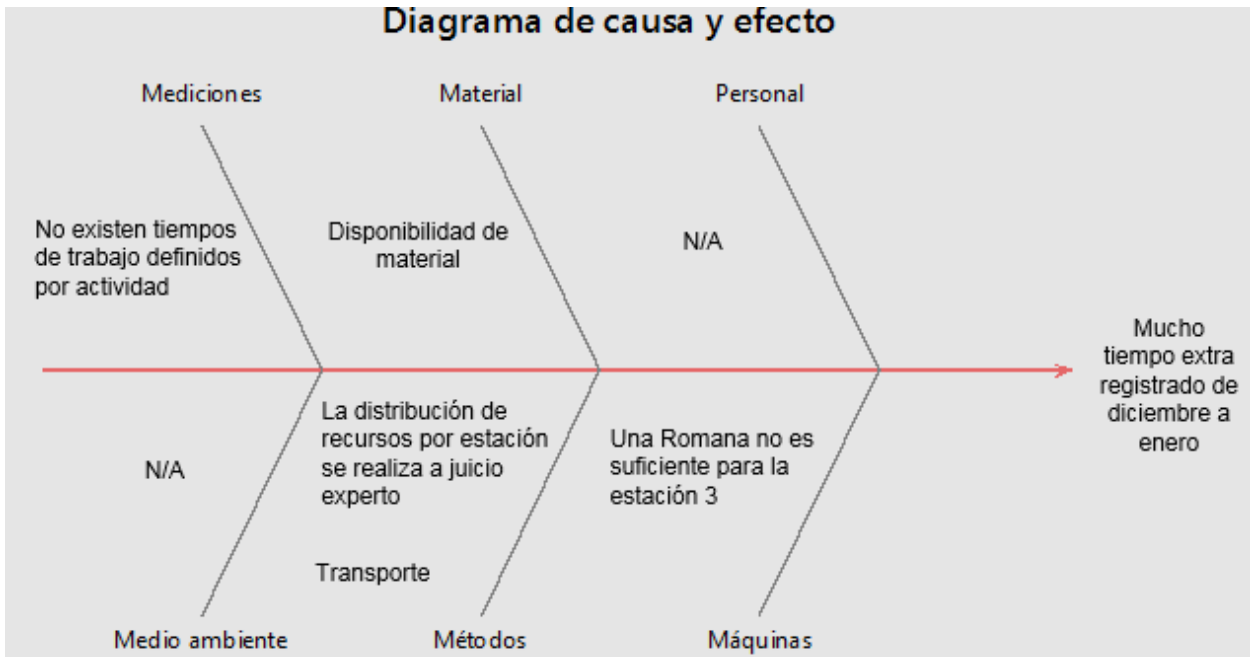


Figura 13: Diagrama Ishikawa

Fuente: creación propia.

Mediciones: la empresa no conoce el ritmo (*takt time*) de la producción por lo que tampoco se lleva un control de este. En la actualidad, se trabaja a juicio experto, es decir, el jefe y subjefe de planta estiman cuántas personas se requerirán para despachar los pedidos en el tiempo debido.

Material: el recibo de producto aumenta durante los meses de octubre a enero, por lo que las responsabilidades diarias se unen con las tareas de exportación y como se explicó anteriormente, todos los pedidos para exportar cuentan con prioridad, por lo que durante este periodo las jornadas laborales tienden a ser más largas.

Métodos: los encargados de planta deben usar su experiencia para asignar las tareas a los recursos disponibles, en algunos casos se cuenta con personal fijo en cada área por ser empleados de mucha experiencia en el puesto, el resto se distribuyen en las estaciones conforme se considere necesario.

Se debe considerar que el transporte no es una estación, pero sí una tarea manual, por lo que también se asigna personal para ejecutarla.

Máquinas: el área de empaque utiliza una romana etiquetadora y a pesar de que en bodega se cuenta con más romanas, al no ser romanas etiquetadoras no se tienen instaladas para uso diario. Esta herramienta es indispensable para agilizar el trabajo.

Con el fin de verificar que las causas identificadas en esta sección son las que provocan las extensas jornadas laborales registradas en los últimos 4 años, tanto de recursos fijos como recursos temporales, se realizará un diagnóstico de la planta evaluando cada uno de los puntos anteriores. Para esto se llevará a cabo un estudio de tiempos que permita conocer los ciclos de trabajo y una simulación del proceso que facilite la obtención de métricas, ambas pruebas serán respaldadas con datos estadísticos que demuestren confianza del resultado extraídos.

A partir de los resultados obtenidos en el siguiente capítulo se elaborará una propuesta que solucione la problemática actual del proceso de espadas.

4.2 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PLANTA

4.2.1 Estudio de tiempos

Para conocer los tiempos de producción por estación, operario o tipo de pescado que permitan medir el trabajo que se ejecuta, se realizó un estudio de tiempos del proceso de inicio a fin y se inició segregando el proceso en 3 estaciones de las cuales se pueden observar las tareas en forma general en el diagrama de flujo que se ubica en la sección 4.1 Descripción y flujograma del proceso de producción.

Estos son:

Estación 1 = Recibo

Estación 2 = Mesa

Estación 3 = Empaque

Definición de la muestra

Con el propósito de trabajar datos lo más reales posibles se realizó un muestreo de 42 tomas de tiempo por estación, durante los meses de abril y mayo, con observaciones directas, aplicada a diversos operarios de la planta en diferentes días que permita conocer en cuánto tiempo se procesa un pescado, es decir, el tiempo por estación y total.

A partir del muestreo se obtuvieron las siguientes medias para cada estación:

Estación 1 = 21.65 segundos

Estación 2 = 23.06 segundos

Estación 3 = 163.83 segundos

Seguidamente, se aplicó la fórmula de muestreo para el estudio de tiempos dada por Niebel (2009), con la que se trabajó con un nivel de confianza del 90 % y una probabilidad de error de 10 % para 40 grados de libertad $t = 1.303$.

$$n = \left(\frac{ts}{k\bar{x}} \right)^2$$

Figura 14: Fórmula de muestreo

Fuente: extraído de Niebel, 2009, p. 342.

Una vez aplicada la fórmula se obtuvo como resultado el número de muestra que se refleja en la última línea de la siguiente tabla. Este es el número de observaciones que se deben realizar por estación para que los datos analizados y resultados obtenidos puedan ser representativos.

Tabla 3: Premuestreo de Pargo (segundos)

Muestra	Estación 1	Estación 2	Estación 3
1	24.59	38.20	297.07
2	25.98	36.33	90.75
3	16.64	25.12	99.0
4	26.89	18.76	139.00
5	29.71	23.50	217.00
6	14.88	27.12	110.00
7	22.15	21.65	208.98
8	19.67	30.21	97.97
9	28.91	22.72	254.05
10	29.11	32.40	156.00
11	25.60	19.76	188.78
12	15.27	16.29	270.00
13	28.26	25.80	195.24
14	18.64	19.45	210.9
15	19.55	25.87	118.6
16	29.20	27.10	279.89
17	18.27	26.70	145.69
18	23.64	32.90	170.0
19	23.76	33.32	163.00
20	26.22	23.69	96.86
21	22.75	22.02	202.24
22	18.66	29.12	236.1
23	25.42	24.23	136.00
24	26.99	35.47	184.50
25	16.50	39.10	93.2
26	22.11	28.84	217.00
27	15.16	29.93	197.4
28	21.83	19.99	91.00
29	28.31	34.96	180.30
30	15.27	31.24	145.00
31	21.71	37.36	98.00
32	22.16	5.98	106.00
33	17.53	12.79	190.00
34	26.00	8.67	149.00
35	18.05	9.01	104.56
36	20.64	7.51	223.0
37	17.97	9.96	165.00
38	15.27	7.60	125.00
39	24.28	11.63	139.00
40	16.67	15.75	90.10
41	14.83	6.69	174.53
42	14.27	13.59	125.00
\bar{X} : Media	21.65	23.06	163.83
S: Desv. estandar	0.90	0.90	0.90
K: Prob. de error	0.10	0.10	0.10
t: Grados de libertad	1.303	1.303	1.303
n: muestra	28	26	51

Fuente: creación propia.

Resultados de muestreo

Estación 1: En el tiempo de ciclo de la estación de recibo se baja el pescado del camión y se pasa a la romana para registrar el peso. Actualmente, en este proceso participan 2 personas en el camión encargados de ordenar la descarga del producto dando prioridad a lo que indique el jefe de planta, 1 persona encargada de pasar los pescados del camión a la romana y 1 persona encargada de anotar los pesos.

Según datos obtenidos por el departamento de recibo, el peso promedio de un pargo es de 50 Kilos, por lo que al analizar estadísticamente la estación con una muestra de 28 unidades se obtiene un tiempo de producción mínimo de 14.88 segundos y un máximo de 29.71 segundos, con una media de 22.72 segundos que demora 1 pescado en ser procesado en el área de recibo conforme a lo que se refleja en el siguiente gráfico.

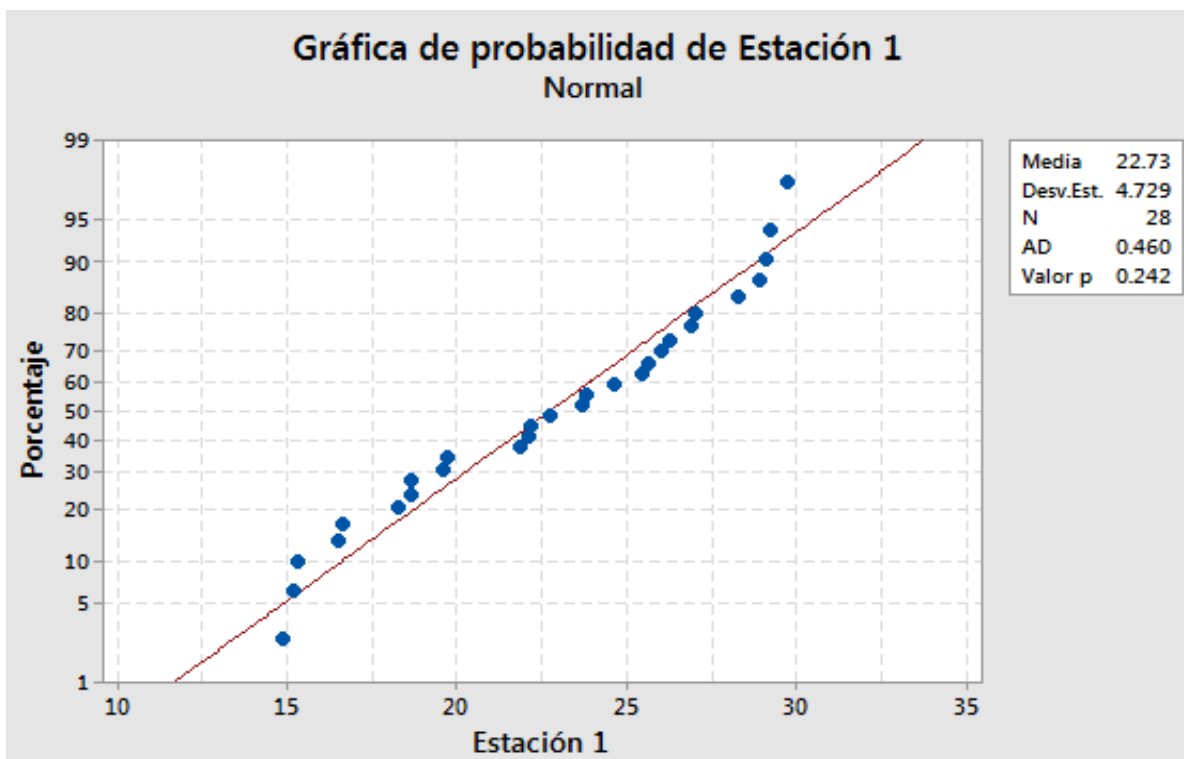


Figura 15: Evidencia estadística - Estación 1

Fuente: creación propia.

Transporte: durante la toma de tiempos por estación se observa que existe un tiempo entre las estaciones 1 y 2 que corresponde a transporte, en el cual se cuenta con dos personas que retiran con un montacargas las tarimas con pescados de la estación uno, la llevan a la estación dos donde las descargan sobre las mesas de trabajo y regresan al área de recibo para repetir el proceso, por este motivo se encuentra la necesidad de incluir el transporte en el estudio de tiempos para definir cuánto tiempo y esfuerzo de la operación se dedica a transporte.

Se realizaron 42 observaciones y una prueba de normalidad que demuestra que el tiempo mínimo invertido en esta tarea es de 20.56 segundos y un máximo de 64.70 segundos con una media de 44.65 segundos por pescado.

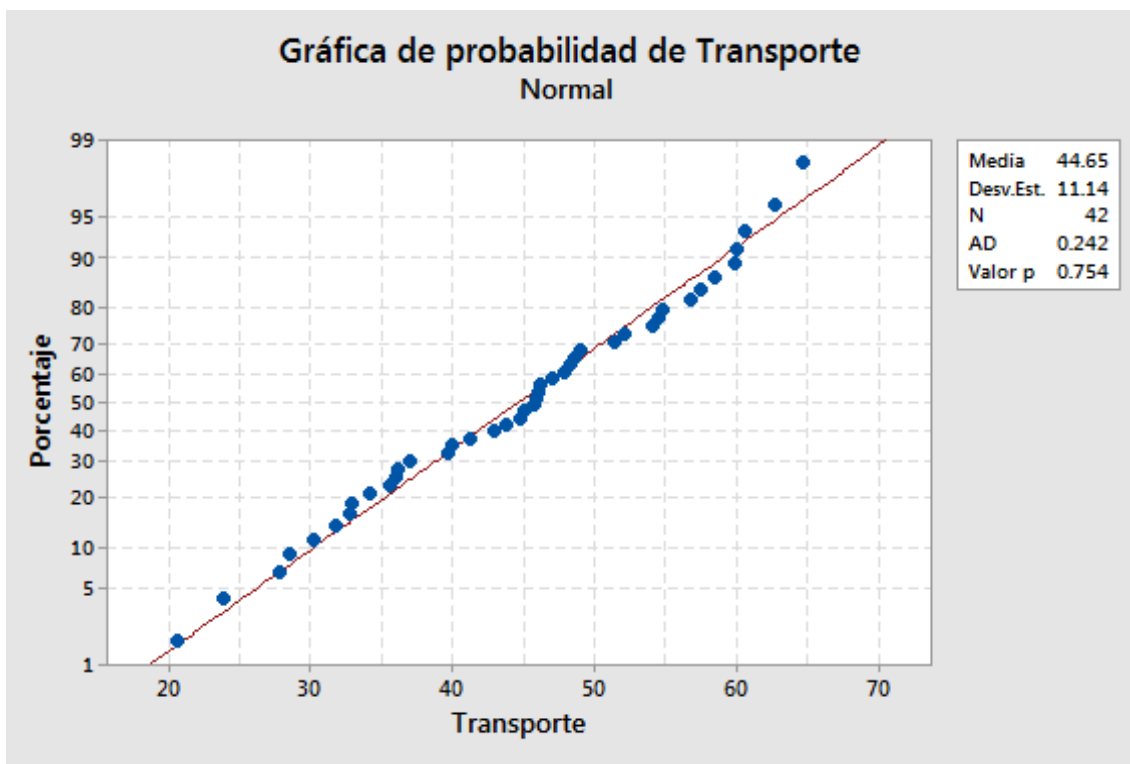


Figura 16: Evidencia estadística – Transporte

Fuente: creación propia.

Estación 2: el área de mesa cuenta con 2 personas conocidas como *fileteadores*, que están a cargo de limpiar los pescados que las personas del transporte colocaron sobre la mesa, entiéndase limpiar como remover la grasa del pescado ya que este tipo de producto tiene un trabajo previo que realiza la planta de Puntarenas, como último paso en la mesa, 1 persona se encarga de lavar el producto.

Se realiza una prueba de normalidad con una muestra de 26 unidades y se toma como evidencia suficiente para definir que el tiempo mínimo de mesa es de 16.29 segundos y un máximo de 39.10 segundos con un tiempo medio de 27.14 segundos.

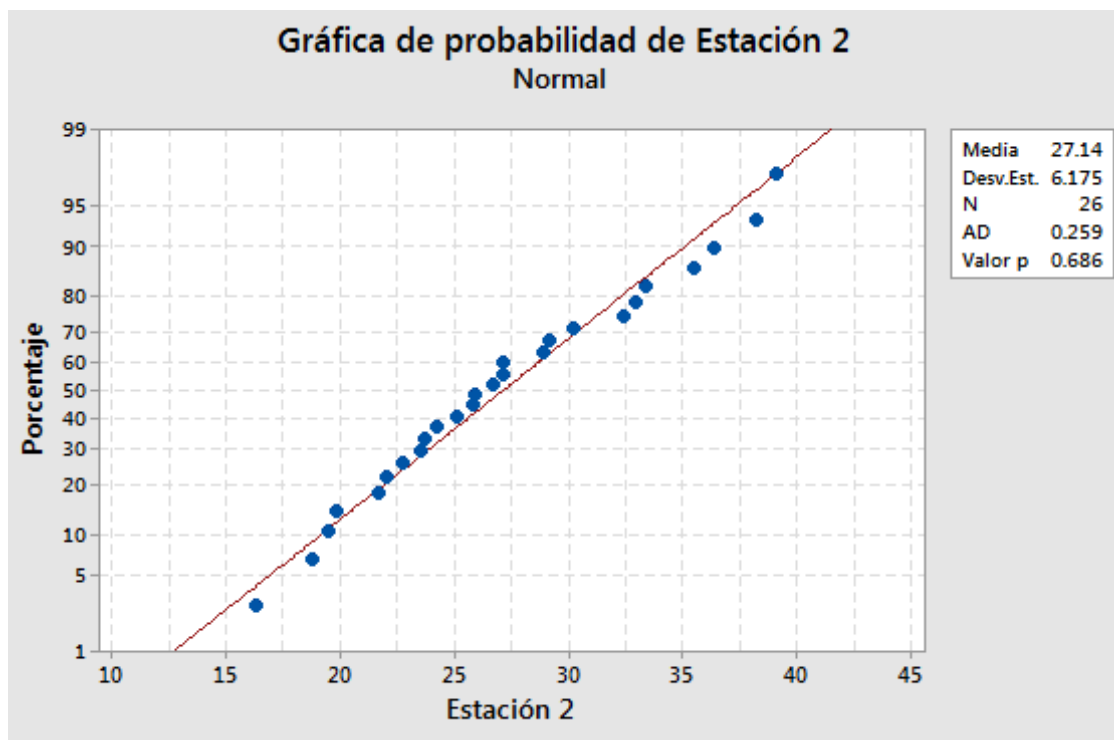


Figura 17: Evidencia estadística - Estación 2

Fuente: creación propia.

Estación 3: el ciclo del área de empaque se encarga de pesar el producto, enhielar, empacar y etiquetar. Actualmente, se cuenta con 5 personas por lo que para la toma de tiempos se usa una muestra de 51 unidades y al analizar los datos estadísticamente se determina que el tiempo mínimo de producción por pescado es de 90.75 segundos y un máximo de 299.67 segundos con una media de 181 segundos.

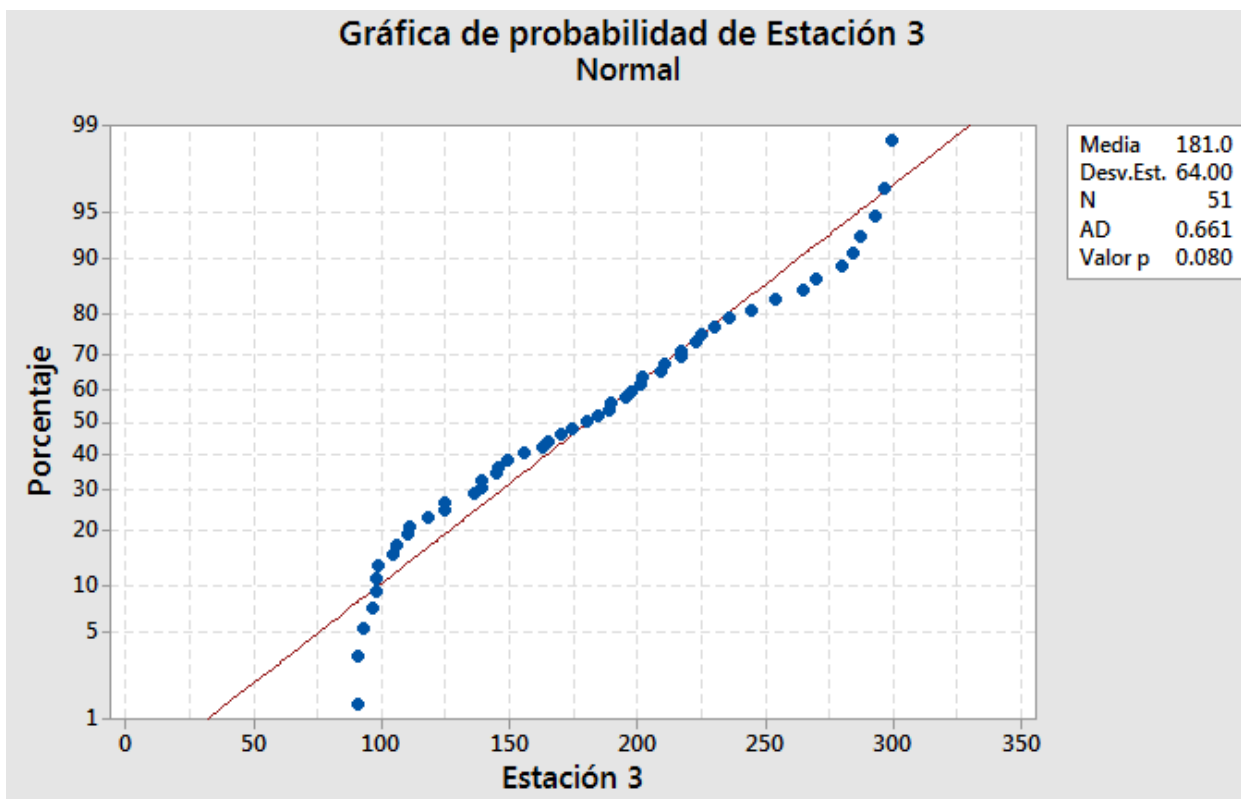


Figura 18: Evidencia estadística - Estación 3

Fuente: creación propia.

Se cuenta con suficiente evidencia estadística para afirmar que en la actualidad la estación 3 representa la estación que más tiempo toma durante el proceso de mano de obra para el pez espada.

Utilidad según la OIT

Se estima la utilidad de los recursos considerando los suplementos de la OIT, tal como se reflejan en la siguiente tabla, donde A, B y C suman un 10 % que se resta al 100 % de la utilidad inicial, con lo que se obtiene la utilidad total para usar en el análisis de 90 %.

Tabla 4: Estimación de la utilidad según los suplementos de la OIT

Suplementos de la OIT	Utilidad
A. Suplemento por necesidades Personales	5 %
B. Suplemento base por fatiga	4 %
c. Proceso bastante complejo	1 %
TOTAL	10 %

Fuente: creación propia.

4.2.2 Simulación de la situación actual

La siguiente tabla muestra la distribución de los operarios asignados a cada estación en temporada baja y alta, sin embargo, debido a que el enfoque del proyecto serán los meses de octubre a enero se realizará un modelo de simulación en el programa arena representando el procedimiento de inicio a fin con la información actual obtenida de la planta y se trabajará cada estación con la misma cantidad de personal que opera en la temporada alta.

Tabla 5: Distribución de operarios por temporada

Estación	Temporada baja	Temporada Alta
1. Recibo	4	4
Transporte	2	2
2. Mesa	3	5
3. Empaque	5	5
Total	14	16

Fuente: creación propia.

El motivo de solo tener a dos personas más para este proceso, a pesar de las 10 que se contratan en la temporada alta, se debe a que las personas nuevas toman tareas más sencillas como descargar pescados, enhielar, encintar y los operarios fijos se liberan de estas actividades para apoyar una línea adicional de trabajo que se crea únicamente en la temporada para agilizar la producción y cumplir con la demanda del día.

Se definieron los siguientes datos para realizar la simulación con distribución normal en la que el 70 % de los pescados por camión corresponden a espadas para exportación fresco.

Tabla 6: Datos para el modelo de simulación

Llegada de espadas (seg)	Longitud de réplica (días)	Cantidad de réplicas	Recursos
30	1	24	16

Fuente: creación propia.

Prueba de normalidad

Para validar la congruencia entre la simulación y el comportamiento real en la planta se realizó una prueba de normalidad tomando los números de salidas de las 24 réplicas definidas en la tabla 6 y comparándolos con un promedio de las unidades que se exportan actualmente, es decir, 84 espadas por mes.

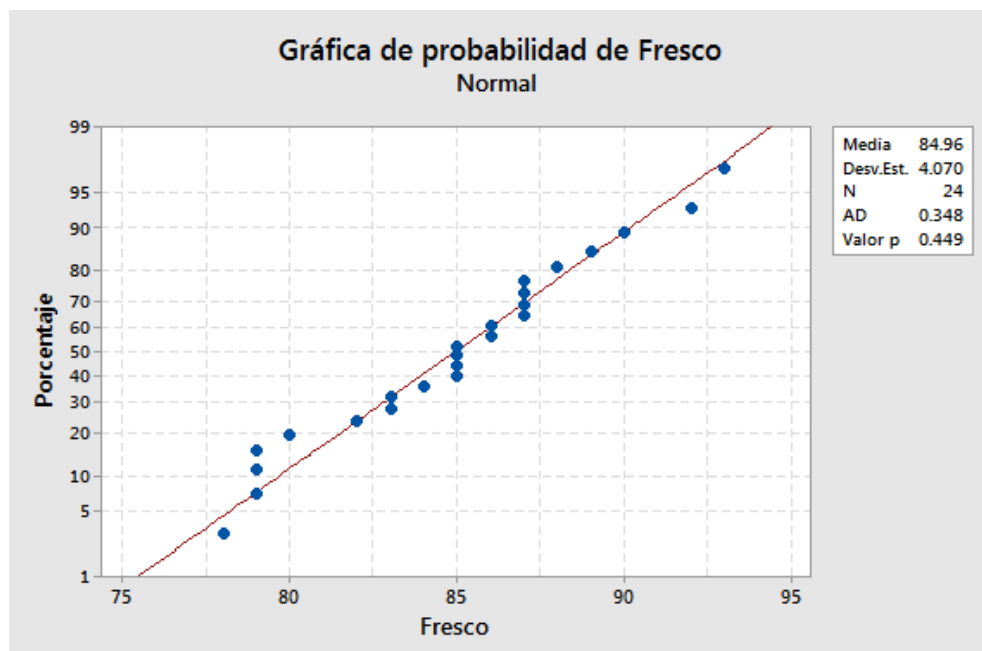


Figura 19: Prueba de normalidad

Fuente: creación propia.

Prueba de Hipótesis

Para el análisis de los datos se trabajó con los resultados de las 24 replicas, estimando una media de 84.958 unidades y, con un nivel de confianza del 95 %, se puede afirmar que la media de la población está entre 83.240 y 86.677.

Prueba de $\mu = 84$ vs. $\neq 84$							
Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Fresco	24	84.958	4.070	0.831	(83.240, 86.677)	1.15	0.261

Figura 20: Intervalo de confianza para la media poblacional

Fuente: creación propia.

Debido a que el valor de P es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) se cuenta con suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula, la cual indica que no existe diferencia significativa entre el estado de la muestra y el parámetro de la población (84 unidades mensuales).

Una vez validada la aceptación de la hipótesis nula se valora la asimetría de los datos por medio del siguiente gráfico, que muestra una ligera asimetría hacia la derecha y refleja que la mayoría de los tiempos de espera son relativamente cortos y solo algunos son extensos.

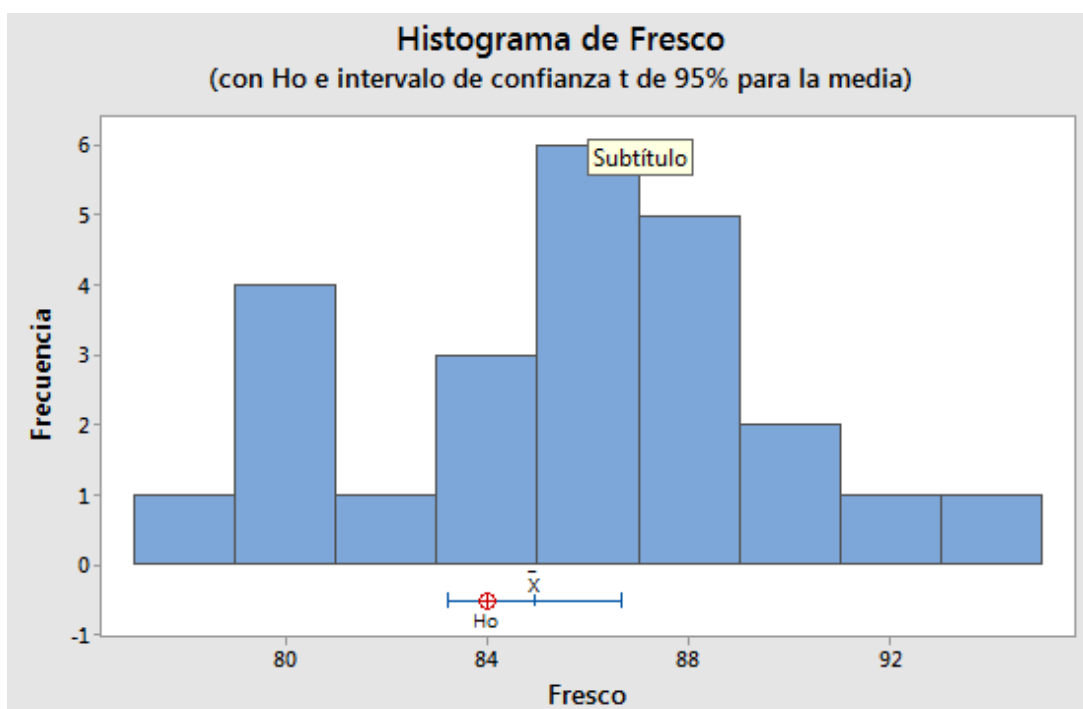


Figura 21: Histograma de los datos

Fuente: creación propia.

Como último dato a validar para tener certeza de la veracidad de la información se analiza la tipicidad de los valores. Se demuestra en el siguiente

gráfico que el valor de la estimación (84.958) es congruente con los intervalos (83.240, 86.677) obtenidos por lo que se concluye que no se cuenta con valores atípicos.

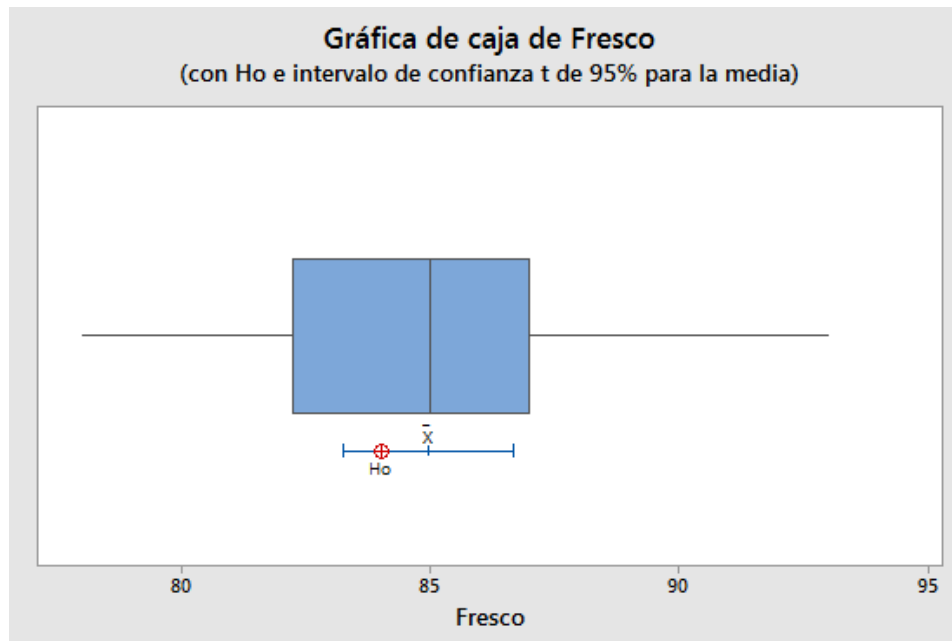


Figura 22: Caja de diferencias

Fuente: creación propia.

Resultados de simulador

Al realizar la simulación se atribuye prioridad al producto en estudio (espada fresco para exportación) sobre el resto de los recibidos y se obtiene la utilización del personal, por lo que se reflejan diferencias considerables entre estaciones.

Tabla 7: Utilización (simulador)

Estación	Utilización actual
1. Recibo	19 %
Transporte	74 %
2. Mesa	18 %
3. Empaque	95 %

Fuente: creación propia.

Al graficar la distribución actual de la línea tomando en cuenta la cantidad de recursos disponibles y la utilización obtenida del simulador para cada estación, se pueden visualizar las áreas en las que más se recarga el trabajo, por lo que en la siguiente figura se puede observar que los recursos más utilizados durante el proceso son los de empaque, seguido del equipo de transporte.



Figura 23: Gráfico comparativo de utilización por estación

Fuente: creación propia.

Para comprender mejor el cuello de botella del proceso se incluye la siguiente imagen del modelo de simulación empleado para la obtención de datos, donde los círculos rojos representan la producción de espada, que cuenta con prioridad por tratarse de producto de exportación pues debe ser despachado por planta y reportado en el aeropuerto en el tiempo debido para enviarlo en el vuelo programado.

Por otro lado, los puntos azules hacen referencia al producto congelado, es decir, el 30 % de lo que reporta cada camión aproximadamente, que se procesará hasta que se finalice con el producto prioridad.

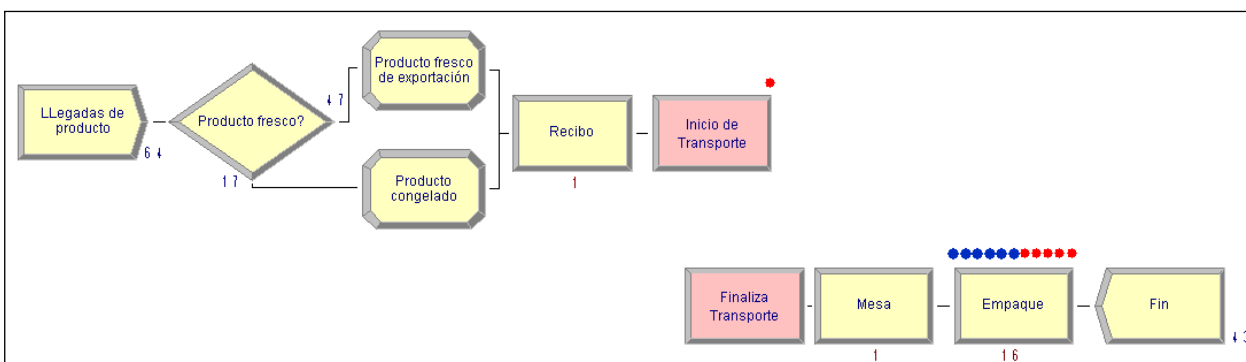


Figura 24: Simulación del proceso actual para espada

Fuente: creación propia.

Como resultado de la simulación se obtuvieron dos estaciones con tiempos de cola, mejor representadas en el siguiente cuadro, en el que se evidencia que empaque es la que presenta mayores e importantes tiempos de espera, al igual que las unidades en cola, por lo que se define como el cuello de botella.

Tabla 8: Tiempos y unidades en cola

Estación	Tiempos de espera (Minutos)			Unidades en espera		
	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Recibo	-	-	-	-	-	-
Transporte	0.06	0.01	0.21	0.01	0.02	0.04
Mesa	-	-	-	-	-	-
Empaque	2.15	3.07	4.67	7.53	10.51	13.88

Fuente: creación propia.

Aunque es mínimo, el tiempo de espera de transporte se atribuye a la estación 3, ya que una vez que el equipo de mesa termina su trabajo el pescado debe pasar a empaque, sin embargo, las unidades esperan en el área de mesa hasta que empaque pueda procesarla y es aquí donde las 10 unidades esperan 3 min en promedio, esto afecta a transporte pues su trabajo es colocar producto en la mesa y al estar la llena de producto haciendo cola, se atrasa tanto transporte como mesa.

Los tiempos y unidades en espera reflejados en la tabla 8 ocurren por camión, sin embargo, durante la temporada alta la cantidad de camiones que se reciben son muchos, por lo que este cuello de botella atrasa el proceso de exportación que como ya se mencionó cuenta con prioridad, esto no quiere decir que el proceso de congelado se puede posponer, pues también se debe cuidar la calidad del producto, por lo que se consideran necesarias las horas extras del personal.

Durante las visitas de observación se percibió que, en ocasiones, el personal de transporte, mesa y empaque tiene los siguientes tiempos libres:

- **Transporte:** se observan minutos libres cuando se espera por un espacio en la mesa de trabajo para pasar el producto en tarima y colocarlo en la mesa.
- **Mesa:** una de las tareas de esta estación es hacer el lavado final al producto y moverlo a la romana, una vez que se coloca el producto en la romana esta tarea termina. Se observó que este recurso es el que más tiempo libre presenta pues no tiene tareas alternativas mientras espera a que la pesa se libere para colocar otro espada.
- **Empaque:** aunque es el cuello de botella de la operación, se observó durante las tomas de tiempos que la persona encargada de mover el producto de la romana a la caja donde se empacará cuenta con tiempos libres pues su única tarea asignada depende de que haya una caja disponible para colocar el producto y que el encargado de la etiquetadora coloque sobre la misma la calcomanía informativa.

4.2.3. Balance de línea

A partir de los datos obtenidos se realizó un balance de línea con la distribución actual utilizando un ritmo de producción (*Takt time*) de 18.04. Para su estimación se consideró una demanda diaria de 35.000 kilos y un tiempo disponible de 145,800 segundos por semana, tomando en cuenta que la

utilización de la línea es del 90 % (detallado en la sección 4.2.1 Utilidad según la OIT).

Si bien el análisis del *takt time* se realizó en segundos, para mejor comprensión se adjunta la siguiente tabla que muestra el detalle de la estimación tanto en horas como segundos.

Tabla 9: Estimación del Takt Time

Jornada diaria	9 h	32400 s
Tiempo no productivo	1.5 h	5400 s
Disponibilidad diaria	7.5 h	27000 s
Horas por semana	45 h	162000 s
Utilización de la línea	90 %	90 %
Disponibilidad semanal	40.5 h	145800 s
Demanda	35000 kg	8083.14

Fuente: creación propia.

Para graficar la situación actual se utilizó la asignación de operarios con la que se ha trabajado el proceso del espada durante los últimos 3 años y se debe recordar que esta se basa en juicio experto debido a la falta de datos numéricos que respalden otra asignación.

Tabla 10: Análisis de la situación actual

Operación	Recibo	Transporte	Mesa	Empaque
Tiempo de ciclo	22.73	44.65	27.14	181.02
Asignación de operarios	4	2	5	5
Tiempo de Operación	5.68	22.33	5.43	36.20
Takt Time	18.04	18.04	18.04	18.04

Fuente: creación propia.

El siguiente gráfico de la situación actual respalda no solo la existencia de dos cuellos de botella de los cuales el área de empaque se excede el doble del ritmo de la producción, sino que también todas las estaciones tienen tiempos de producción muy diferentes al *takt time*, lo cual dificulta la fluidez de la producción y da como resultado la necesidad de trabajar jornadas de 12 horas diarias para cumplir con la demanda del día.

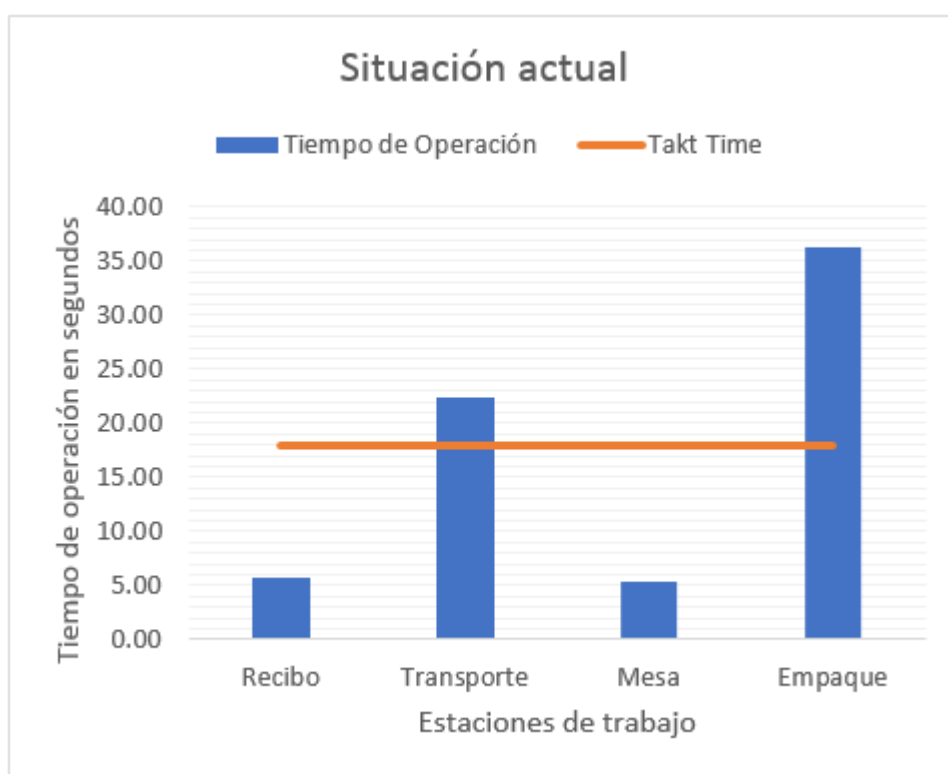


Figura 25: Balance actual

Fuente: creación propia.

Al analizar los datos, tanto en la simulación como en el balance, se decidió incluir la misma cantidad de operarios (16) con los que se cuenta durante la temporada alta y la demanda (35 kg) que se ha exportado en los mismos meses, por lo que al tener 16 recursos trabajando jornadas de 72 horas semanales se

cuenta con una disponibilidad de 1,152 horas semanales o 69,120.00 min por semana para completar el proceso, de las cuales 432 horas equivalen a tiempo extra.

A partir de estos datos se estima el ritmo de la producción dividiendo la disponibilidad semanal (en minutos) de los 16 operarios entre la demanda mensual, lo que indica que la planta trabaja a un ritmo de **1.97** min por Kg como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 11: Ritmo de producción actual por Kg

	Actualidad
Operarios	16
Tiempo diario	9
Rebajos	1.5
Disponible	7.5
Horas regulares por semana	45
Horas extra por semana	27
Total horas disponibles	72
Total Min disponibles	69,120
Demanda mensual (Kg)	35,000
Total Minutos por Kg	1.97

Fuente: Creación propia.

4.3 CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Método:

- Existe un desbalance de utilización entre estaciones, lo que ocasiona cuellos de botella y **tiempos de espera** de 3 min para 10

unidades en cola debido a una distribución desequilibrada de operarios.

- Los cuellos de botella afectan la producción, por lo que actualmente se produce a un ritmo de **1.97 min por Kg.**
- El retraso en las tareas diarias producidas por el ritmo de trabajo da como resultado a la necesidad de laborar jornadas de 12 horas por día, lo que al mes significa un costo de tiempo extra por **¢4,212,348.53.**
- El proceso presenta **desperdicios** por tiempos de transporte entre la estación 1 y 2.

Se descarta el resto de las posibles causas.

**CAPÍTULO V. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA
SOLUCIÓN**

5.1 BALANCE DE LÍNEA

Una vez evaluada la situación actual se realiza un segundo balance de la línea utilizando el mismo ciclo de trabajo de cada estación que como resultado genere una nueva distribución en la que no solo se elimine el cuello de botella, sino que permita un máximo aprovechamiento de los recursos.

La nueva asignación de los operarios plantea una reducción de planilla de 16 operarios a 15, reflejados en la tabla a continuación, (línea “operarios requeridos”) de los cuales se cuenta con un recurso flexible para apoyar tareas de transporte y mesa según la necesidad.

Tabla 12: Análisis para la distribución de recursos

Operación	Recibo	Transporte	Mesa	Empaque
Tiempo de ciclo	22.73	44.65	27.14	181.02
Takt Time (Seg/und)	18.04	18.04	18.04	18.04
TCP (Seg/und)	3.75	3.75	3.75	3.75
Operarios Requeridos	1	2.5	1.5	10
Tiempo de operación	17.74	17.86	17.79	18.04

Fuente: creación propia.

Sin embargo, por normas que establece CENASA, se prohíbe que durante la manipulación del pescado se tenga contacto con otro tipo de utensilio que pueda exponer la inocuidad del producto. Por este motivo se decide asignar a una persona más a la estación de recibo encargada de registrar el peso de cada pescado, por lo que se mantiene la planilla de 16 operarios para esta línea.

Tabla 13: Asignación de recursos ajustada

Operación	Recibo	Transporte	Mesa	Empaque
Tiempo de ciclo	22.73	44.65	27.14	181.02
Takt Time (Seg/und)	18.04	18.04	18.04	18.04
Operarios Requeridos	2	2.5	1.5	10
Tiempo de operación	11.06	17.86	17.79	18.04

Fuente: creación propia.

Una vez ajustada la estación de recibo se grafican los resultados en los que se demuestra que se eliminan los cuellos de botella al equilibrar las cargas de trabajo, lo que da como resultado que la mayoría de las áreas produzcan conforme al *takt time* o menos.

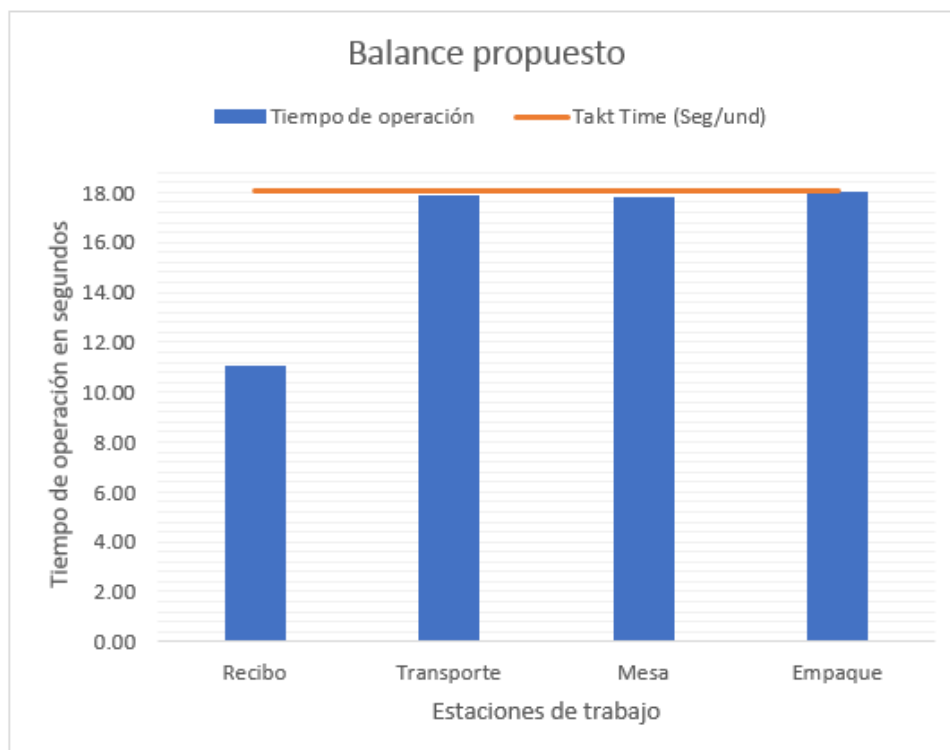


Figura 26: Balance de línea ajustado

Fuente: creación propia.

5.2 PROPUESTA DE MEJORA

Para un mejor aprovechamiento de la nueva distribución y reducir los desperdicios de tiempos evidenciados a continuación se presentan dos propuestas, de las cuales la primera se enfocará en el cuello de botella, mientras que la segunda buscará reducir los desperdicios de tiempo.

5.2.1 Implementación de una segunda romana etiquetadora en la línea de empaque

Al identificar que la estación de empaque es el cuello de botella en la operación se decidió segmentarla en las siguientes 4 subestaciones y realizar un balance de líneas que permita determinar si se debe adicionar una nueva línea o maquinaria que, acompañada de una distribución correcta, posibilite agilizar el flujo del trabajo al ritmo debido.

Subestaciones de empaque:

- **Romana:** persona encargada de transportar el pescado de la romana a la caja de estereofón o cartón.
- **Etiquetado:** recurso encargado de manipular la maquina etiquetadora, tiene a su responsabilidad que el lote que se está trabajando se empaque conforme el cliente lo solicitó y que cada caja lleve la respectiva información del pescado. Se reconoce como líder de la estación de empaque.

- **Hielo:** Encargado de colocar suficiente hielo en cada caja donde ya haya un pescado para que este se conserve.
- **Encintar:** tienen la responsabilidad de sellar perfectamente cada una de las cajas y colocarlas en tarima para que se despachen.

Una vez descritas las subáreas con las que se trabajará en esta sección, se desea recordar que empaque en la actualidad cuenta con 5 recursos, los cuales están representados en la línea “asignación de operarios”, asimismo, se incluye el ciclo de trabajo de cada tarea y el *takt time* con el que se debería trabajar.

Tabla 14: Distribución actual de empaque

Operación	Romana	Etiquetado	Hielo	Encintar
Tiempo de ciclo	34.94	75.61	16.84	53.64
Asignación de operarios	1	1	1	2
Tiempo de Operación	34.94	75.61	16.84	26.82
Takt Time	18.04	18.04	18.04	18.04

Fuente: creación propia.

Al graficar la distribución actual de la estación se puede verificar cómo 3 de las 4 subestaciones están saturadas, lo que permite determinar sobre cuáles tareas se necesita hacer enfoque al diseñar una propuesta que elimine los cuellos de botella.

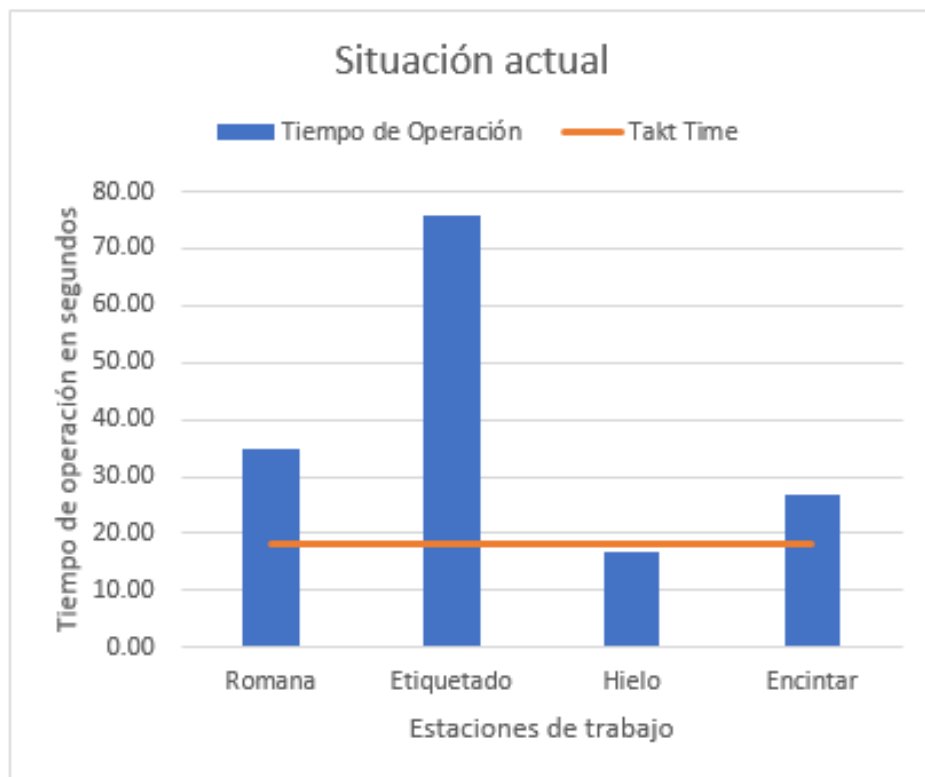


Figura 27: Gráfico - Distribución actual

Fuente: creación propia.

Cambio en el método de trabajo

Tal como en la sección 5.1 se propuso adicionar 5 personas para el área de empaque, al realizar un balance para las subáreas antes definidas se obtiene la distribución que muestra la siguiente tabla (línea “Operarios Requeridos”) en donde se consideran los 5 recursos ya existentes más los 5 que se deberían sumar a la operación.

Tabla 15: Balance de subestaciones

Operación	Romana	Etiquetado	Hielo	Encintar
Tiempo de ciclo	34.94	75.61	16.84	53.64
Takt Time (Seg/und)	18.04	18.04	18.04	18.04
Operarios Requeridos	2	4	1	3
Tiempo de operación	18.04	17.34	16.84	17.88

Fuente: creación propia.

Al realizar una valoración entre los tiempos de las tareas y el tiempo de máquina se encontró que el tiempo de la etiquetadora es más significativo que el tiempo del operario, por lo que se puede afirmar que sumar 4 personas a la tarea de etiquetado sería poco significativo ya que solo existe una máquina etiquetadora, por otra parte, si se adicionara 1 romana y 1 recurso se lograría agilizar la línea con solo dos empleados, tal como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 28: Tiempo de máquina etiquetadora vs. operario

Fuente: creación propia.

De igual forma, se estudian los tiempos de la estación *Romana* y se obtiene que el tiempo de hombre es menor que el tiempo de máquina, además, se considera el pesaje del producto como una tarea dependiente de *etiquetado* debido a que el producto no se remueve de la romana hasta que se haya generado la etiqueta, de modo que al adicionar una etiquetadora se deberá adicionar una romana más, ambas romanas pueden asignarse a un mismo operario.

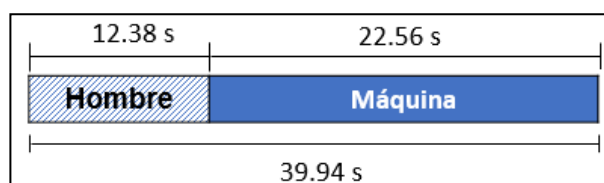


Figura 29: Tiempo de romana vs. operario

Fuente: creación propia.

Por este motivo, se propone colocar una romana adicional asignando un único recurso como encargado de ambas romanas y sumar al proceso una máquina etiquetadora delegando un recurso para cada máquina, lo que garantiza que el tiempo de operación fluya conforme al *takt time*, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Tabla 16: Balance de Subestaciones modificado

Operación	Romana	Etiquetado	Hielo	Encintar
Tiempo de ciclo	34.94	75.61	16.84	53.64
Takt Time (Seg/und)	18.04	18.04	18.04	18.04
Operarios Requeridos	1	2	1	3
Tiempo de operación	17.47	17.74	16.84	17.88

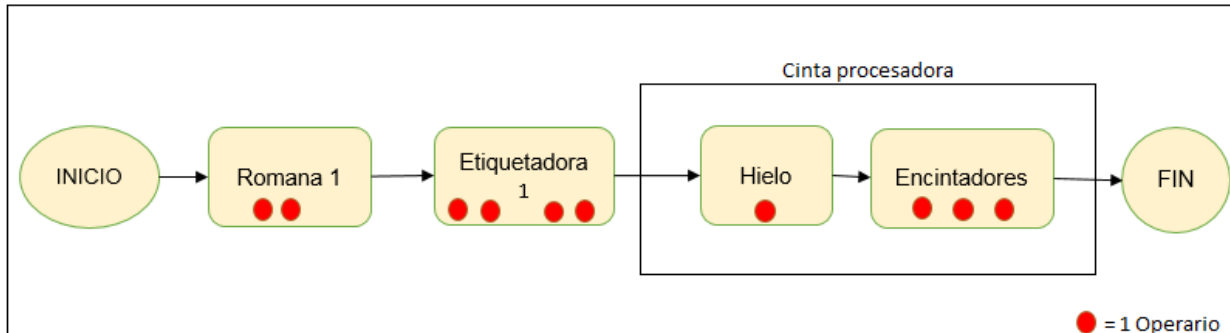
Fuente: creación propia.

Para comprender mejor la propuesta de ajuste en el método, se incluye imagen a continuación, en la que se muestran los dos escenarios siguientes:

1. Propuesta inicial: como resultado de balancear la línea se plantea trabajar con un total de 10 operarios y se mantiene la misma cantidad de maquinaria.
2. Propuesta mejorada: en las subestaciones **Romana** y **Etiquetado** se considera necesario adicionar 2 máquinas y ahorrar 3 personas, trabajando con un total de 7 operarios.

Se decidió asignar un recurso a cada máquina etiquetadora, tal como se muestra en la siguiente imagen, debido a la responsabilidad del puesto y un único recurso para ambas romanas, por lo que para garantizar la fluidez de la línea ambas romanas deben ubicarse una cerca de la otra cerrando la posibilidad de desperdicio de tiempos por transporte.

Estación 3 - Propuesta



Estación 3 – Propuesta Mejorada

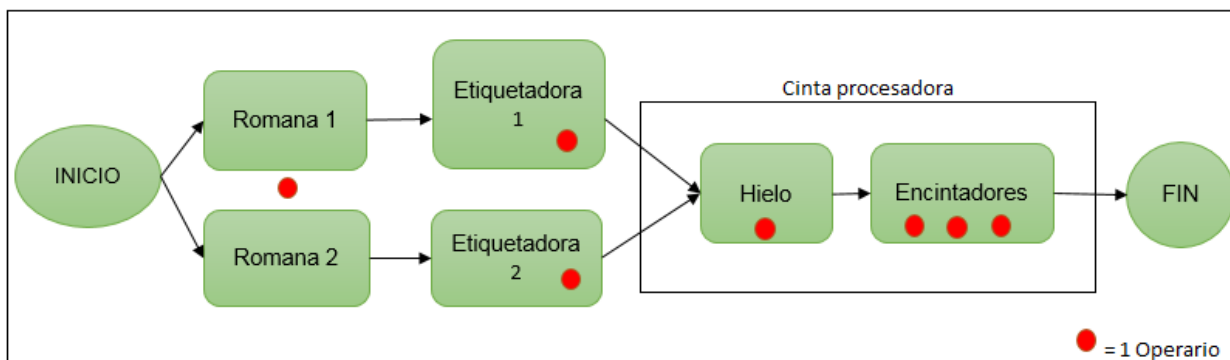


Figura 30: Reestructuración de la línea de empaque

Fuente: creación propia.

De esta forma, al modificar el método de trabajo se cumple el objetivo de eliminar el cuello de botella, como se muestra en el siguiente gráfico, sumando únicamente a 2 personas y no 5.

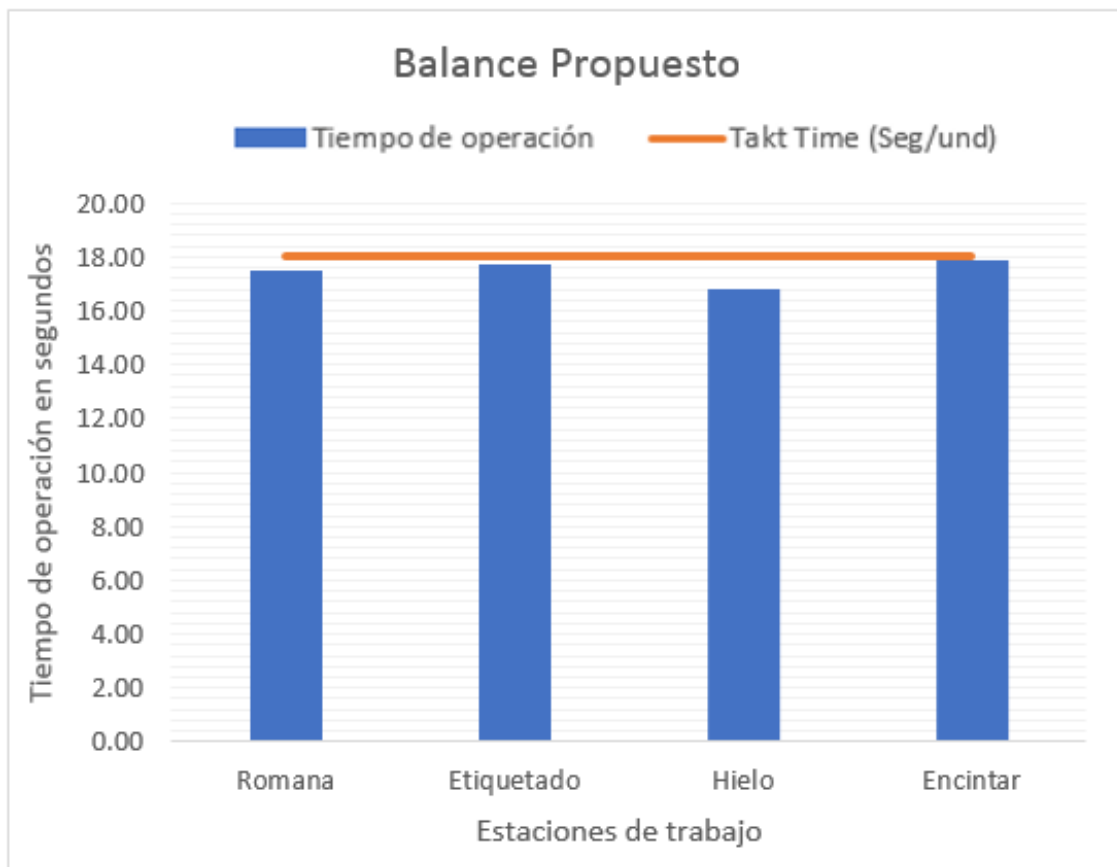


Figura 31: Gráfico - Balance de subestaciones propuesto

Fuente: creación propia.

5.2.2 Rediseño de planta

Debido al desperdicio de tiempo por transporte que afecta directamente la operación, se propone un rediseño de planta en el que se reduce un 33 % del tiempo de desperdicio.

Actualmente, la distancia entre la estación 1 y 2 es de 21.3 metros, por lo que por pescado toma 22.33 segundos transportarlo, esta tarea la ejecutan 2 personas. Sin embargo, al realizar una nueva reorganización de las áreas de planta se lograría

reducir 17.3 metros del recorrido, lo que permite minimizar el tiempo de ciclo a 14.88 segundos (ver Figura 32: Rediseño de planta).

Una vez obtenidos estos resultados y acompañado del balance de línea se propone asignar únicamente 1 recurso para transporte y debido a que la tarea de colocar los pescados en la mesa requiere de un esfuerzo físico importante se manifiesta que debe existir un recurso flexible para que una vez que la persona asignada a transporte llegue a la estación dos, el recurso flexible detenga su tarea de limpiar pescado y colabore con colocar las espadas sobre la mesa.

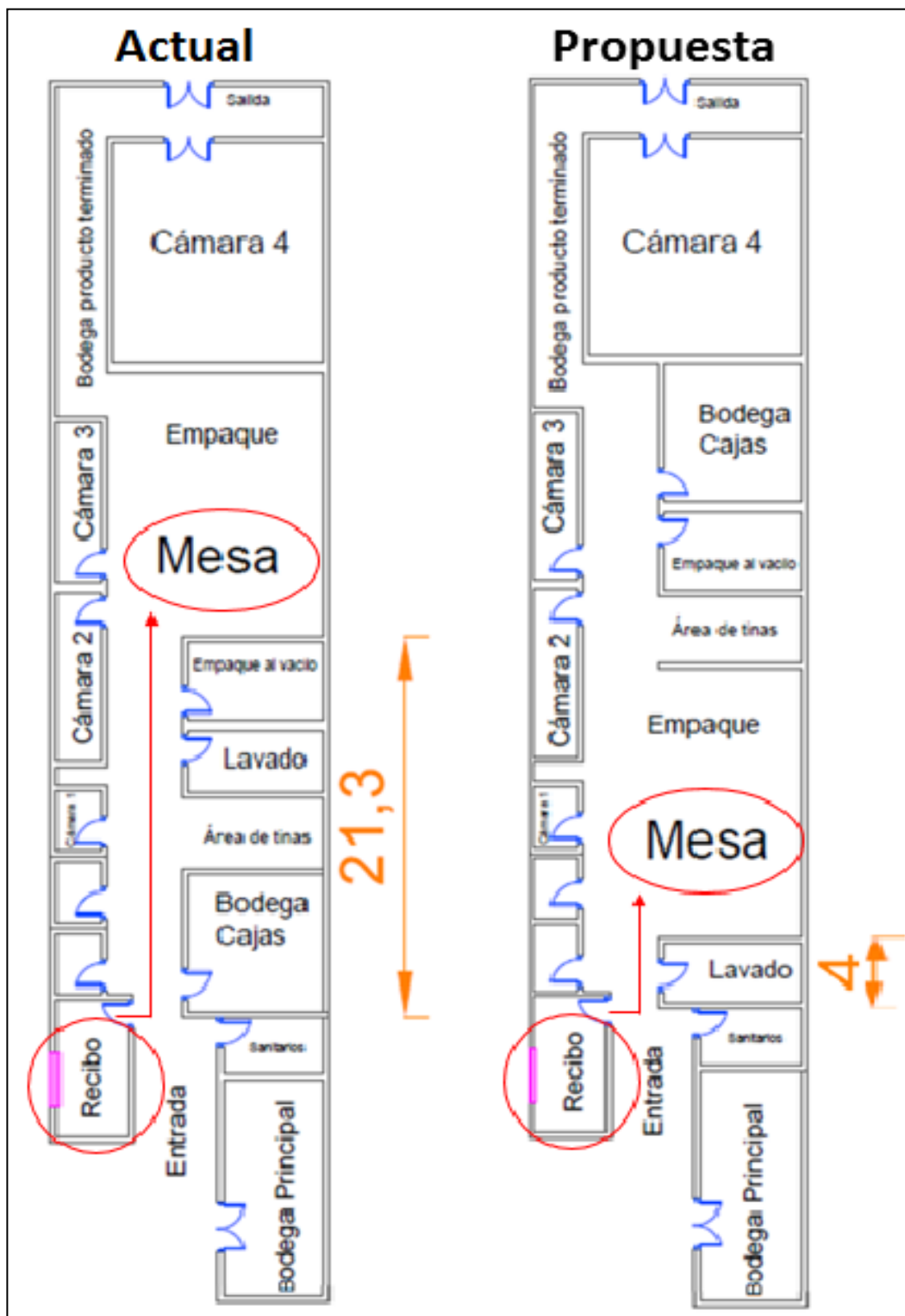


Figura 33: Rediseño de planta

Fuente: creación propia.

5.3 BALANCE DE LÍNEA UNA VEZ IMPLEMENTADAS LAS MEJORAS

Si se implantan las propuestas anteriores la línea de producción tendría un ahorro de 4 recursos, pues pasaría de trabajar con 16 a únicamente 12, distribuidos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17: Balance de línea final

Operación	Recibo	Transporte	Mesa	Empaque
Tiempo de ciclo	22.73	44.65	27.14	181.02
Takt Time (Seg/und)	18.04	18.04	18.04	18.04
Operarios Requeridos	2.0	1.5	1.5	7.0
Tiempo de operación	11.06	14.88	17.74	17.74

Fuente: creación propia.

Además, se propone tener un recurso flexible para apoyar tareas de transporte y mesa, que opere de la siguiente manera:

- **Transporte:** tendrá 1 colaborador fijo encargado de manipular la carretilla hidráulica y colocar los pescados en la mesa de producción.
- **Mesa:** tendrá 1 colaborador fijo encargado de limpiar los pescados.
- **Recurso flexible:** deberá permanecer en la estación 2, sin embargo, cuando mesa reciba producto, el colaborador ayudará a pasar los pescados de la tarima ubicada en la carretilla hidráulica hacia la mesa.

Al reducir el desperdicio de tiempo de transporte permite no solo ahorrar 1 persona, sino que como se muestra en el siguiente gráfico la tarea de transporte tendría holgura, de igual forma para las estaciones 1, 2 y 3.

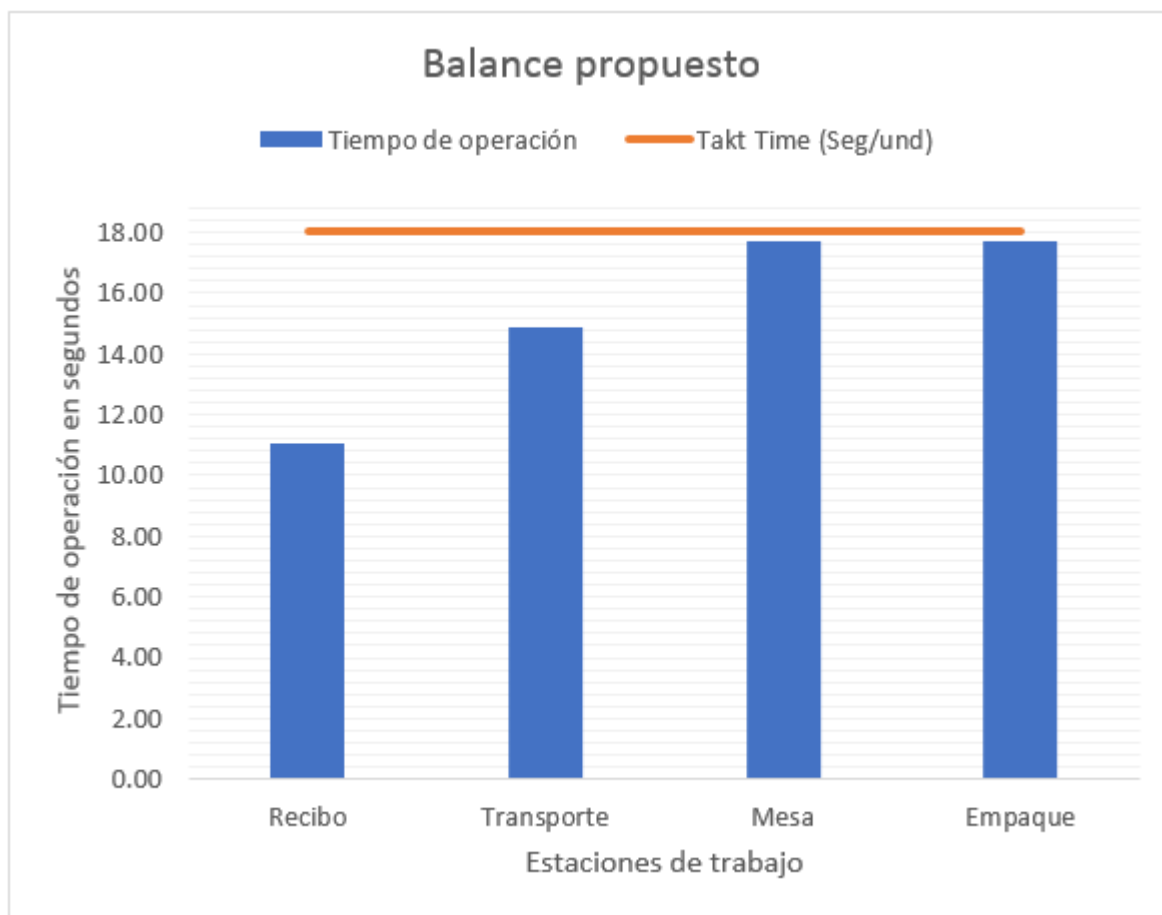


Figura 34: Propuesta final.

Fuente: creación propia.

Pruebas de Simulación

Se realizó una segunda simulación en arena, en esta ocasión con base en los datos a partir de la propuesta final con intenciones de analizar el comportamiento de

los datos como: si presenta tiempos espera, unidades en cola y la utilización de los colaboradores.

Para percibir la mejora, se realiza una comparación entre los primeros resultados de Arena, en la que se observan los tiempos de espera y unidades en cola actuales y los segundos resultados si se pusieran en funcionamiento los cambios propuestos.

Se incluyen en las siguientes tablas únicamente las estaciones que han presentado tiempos de espera y unidades en cola, tanto en la primera como segunda simulación.

ACTUALIDAD	Tiempos de espera			Unidades en espera		
	Estación	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio
Transporte	0.06	0.01	0.21	0.01	0.02	0.04
Empaque	2.15	3.07	4.67	7.53	10.51	13.88

PROPUESTA	Tiempos de espera			Unidades en espera		
	Estación	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio
Transporte	0.00	0.02	0.04	0.01	0.03	0.08
Mesa	0.03	0.04	0.06	0.06	0.08	0.12
Empaque	-	-	-	-	-	-

Figura 35: Tiempos de espera (min) y Unidades en cola - Actualidad vs. Propuesta

Fuente: creación propia.

Los resultados de la segunda simulación muestran:

Transporte: se logran reducir los tiempos de espera un poco más de la mitad y las unidades en cola que permanecen no son significativas.

Mesa: en la primera simulación no existían tiempos de espera para esta estación, sin embargo, tanto los tiempos de espera como unidades en cola son mínimos por lo que no se considera significativo.

Empaque: se logra eliminar por completo el tiempo en espera pasando de 3 min a 0 min y de la misma manera las unidades en cola desaparecen pasando de 10 unidades en promedio a 0 unidades, por lo que se obtiene un proceso fluido.

Por otro lado, al comparar la **utilización** de los recursos por estación se puede observar un mejor equilibrio entre las estaciones si se trabajara con la distribución planteada.



Figura 36: Utilización y distribución de la línea Antes vs. Propuesta

Fuente: creación propia.

Finalmente, al eliminar los cuellos de botella, las horas extra y reducir la planilla se lograría disminuir el ritmo de producción de espada de 1.97 Kg por min a 0.93 kg por min, lo que significaría una reducción del 53 % de tiempo actual, con solo cambiar el método de trabajo actual.

Tabla 18: Reducción de la producción actual por Kg

	Actualidad	Propuesta	Reducción
Operarios	16	12	4
Tiempo diario	9	9	0
Rebajos	1.5	1.5	0
Disponible	7.5	7.5	0
Horas regulares por semana	45	45	0
Horas extra por semana	27	0	27
Total horas disponibles	72	45	27
Total Min disponibles	69,120	32,400	36,720
Demanda mensual (Kg)	35,000	35,000	0
Total Minutos por Kg	1.97	0.93	1.05

Fuente: creación propia.

5.4 ROI

Una vez finalizada la etapa de medir, analizar y haber planteado propuestas capaces de solucionar la problemática identificada al inicio de este proyecto, se analizará la viabilidad de estas, realizando una comparación del ahorro vs. el costo que representaría para la empresa si esta decidiera ponerlo en funcionamiento.

5.4.1 Análisis de ahorro

Al balancear la línea y reducir el 50 % de desperdicio de tiempo por transporte se lograría eliminar los cuellos de botella y reducir el 53 % del tiempo de ciclo, de esta forma no se tendría la necesidad de pagar horas extras entre los meses de octubre a enero, por lo que se ahorrarían ₡972,828.76 semanales.

Además de alcanzar el objetivo de eliminar las horas extra, se lograría reducir la planilla y en lugar de contratar personal durante la temporada alta, gracias al cambio en el método de trabajo se podría reducir 4 personas, disminuyendo de 1,152 h de trabajo a tan solo 540 h semanales como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 19: Ahorro por reducción de planilla

Operación	Actualidad		Propuesta		Ahorro	
	16 Operarios	Costo	12 Operarios	Costo	Horas	Monto
Horas Regulares	720.00	₡1,080,920.84	540.00	₡810,690.63	180.00	₡270,230.21
Horas Extra	432.00	₡972,828.76	0.00	₡0.00	432.00	₡972,828.76
Total	1152.00	₡2,053,749.60	540.00	₡810,690.63	612.00	₡1,243,058.97

Fuente: creación propia.

Eliminar el 100 % del costo por tiempo extra que la empresa paga en la actualidad, más reducir 4 personas de la planilla permitiría ahorrar el doble de lo que se costea por planilla en los meses más críticos de la empresa.

Tabla 20: Ahorro de temporada alta

Costo de operación	Actualidad	Propuesta	Ahorro
Semanal	₡2,053,750	₡810,691	₡1,243,059
Mensual	₡8,892,736	₡3,510,290	₡5,382,445
Anual	₡35,570,943	₡14,041,162	₡21,529,781

Fuente: creación propia.

Si bien el enfoque de este proyecto es la temporada alta, los resultados de las propuestas impactan de manera positiva la temporada baja, para la cual se

obtendría un ahorro de ¢4,680,387 por año sobre lo que la empresa paga, actualmente, esto porque la empresa trabaja con 14 personas en temporada baja por lo que solo se contaría con un ahorro de 2 personas durante los meses de febrero a setiembre.

Tabla 21: Ahorro de temporada baja

Costo de operación	Actualidad	Propuesta	Ahorro
Semanal	¢945,806	¢810,691	¢1,243,059
Mensual	¢4,095,339	¢3,510,290	¢585,048
Anual	¢32,762,711	¢28,082,324	¢4,680,387

Fuente: creación propia.

Finalmente, se obtendría un ahorro anual de 26 millones como se muestra a continuación.

Tabla 22: Ahorro total

Costo de operación	Actualidad	Propuesta	Ahorro
Semanal	¢2,053,750	¢810,691	¢1,243,059
Mensual	¢12,988,075	¢7,020,581	¢5,967,494
Anual	¢68,333,654	¢42,123,485	¢26,210,169

Fuente: creación propia.

5.4.2 Costo de la inversión

Llevar a cabo las propuestas planteadas para mejorar el proceso de producción del espada implica una inversión tanto de maquinaria como de rediseño, esta se detalla a continuación:

Tabla 23: Detalle de inversión

#	Detalle	Costo	Comentarios
1	Romana Etiquetadora	¢4,018,000	Compra de 1 máquina en acero inoxidable con plataforma e indicador, capacidad 100 kg (Proveedor Azokar).
2	Costo de rediseño	¢1,256,000	Costo por reubicación de 3 cuartos de trabajo
3	Reubicación de polos eléctricos	¢717,500	Para la nueva ubicación de empaque
4	Reubicación de cañería de agua	¢150,000	Para la nueva ubicación de mesa
5	Tiempo extra de 5 operarios	¢135,115	Sábado fuera de horario de producción para organización la de planta
		¢6,276,615	

Fuente: creación propia.

El costo de *layout* es considerablemente bajo debido a que la empresa trabaja con espacios abiertos, como se muestra en la siguiente imagen, por lo que la mayor inversión se deberá realizar al trasladar el cuarto de empaque al vacío.



Figura 37: Estación de mesa y Empaque

Fuente: creación propia.

Adicionalmente, se requiere pagar tiempo extra a 10 operarios para organizar la planta moviendo las tinas, mesas, romanas, máquinas y cajas a la estación correcta conforme el nuevo *layout* de la planta, por otro lado, no se considera en el presupuesto ningún costo por instalación de aire acondicionado debido a que las áreas ya están equipadas.

5.4.3 Análisis costo – beneficio

El siguiente análisis se realizó para conocer la viabilidad de la inversión e indica que, por cada colón invertido, se obtiene ₡4.18 de ahorro por lo que el Retorno de la inversión (ROI) sería de 318 %.

Tabla 24: Análisis retorno de la Inversión

Retorno de la Inversión (ROI)	
Costo de Inversión	₡6,276,615.11
Ingresos netos generados de la inversión	₡26,210,168.63
ROI de la inversión	
ROI en %	318 %
ROI en ₡	₡4.18

Fuente: creación propia.

Debido a que el ahorro por mes es de ₡5,967,494 se lograría recuperar el costo de inversión en un periodo menos a dos meses, lo que demuestra que es completamente factible para la empresa implantar ambas propuestas las cuales representan una ganancia anual de **₡19,933,554**.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se logró realizar un estudio de tiempos que permitió determinar los tiempos estándares de producción, los cuales eran inexistentes en el proceso.
- Se realizó una simulación del proceso, el cual se validó mediante una prueba de hipótesis, lo que permitió identificar que los cuellos de botella eran empaque y transporte.
- Se encontró un desperdicio de tiempo por transporte, se propone un rediseño de planta que logra reducir un 33 % del tiempo de recorrido actual.
- Se demostró que al realizar un balance de líneas se lograría eliminar el cuello de botella, equilibrar la utilización de los recursos y eliminar las horas extra de la temporada alta, logrando un ahorro de ₡ 972,828.76 por mes.
- Se diseñó una propuesta que permitió reducir el tiempo de ciclo por unidad en un 53 % de 1.97 min/Kg a 0.93 min/Kg, cumplir la demanda sin necesidad de horas extra, reducir 4 personas de planilla y lograr un ahorro anual de ₡26,210,169.

6.2 RECOMENDACIONES

- Actualmente, el control de inventario se realiza de forma manual por medio de fichas, lo que toma 30 min diarios al final del día para el encargado de bodega tabular la información y compartirla por correo al encargado de compras. Se recomienda un control digital que evite error humano y reduzca las 3 horas semanales dedicadas a esta tarea.
- Se recomienda replicar este proyecto en el resto de los tipos de pescados que maneja la empresa tanto para producto nacional como exportación que no se incluyeron en este documento.
- La implementación de las propuestas queda a discreción de la empresa, sin embargo, en caso de que esta decidiera abordarlas se recomienda seguir el proceso conforme al cronograma de GANT planteado en la sección 3.4 de este proyecto (“Metodología para la implementación del proyecto”).

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, E. (18 de enero de 2018). Encargado de Bodega - Frumar S. A. (A. O. Sánchez, Entrevistador).
- Arteaga, A. R. (2012). El Éxito de la Gestión de Proyectos, Un nuevo enfoque entre lo tradicional y lo dinámico (Tesis inédita de doctorado). *Universidad Ramón Llull (ESADE)*. Barcelona, España.
- C., J. L. (n. d.). *Lavoisier y la Revolución Francesa*. Retrieved from (P28):
<http://www.bdigital.unal.edu.co/41027/1/12062-30499-1-PB.pdf>
- Cardona Acevedo, M., Montes Gutiérrez, I., Vásquez Maya, J., Villegas González, M., & Brito Mejía, T. (2007). Capital humano: una mirada desde la educación y la experiencia laboral. In *Cuadernos de Investigación* (p. 36). Medellín: Grupo de Estudios Sectoriales y Territoriales –ESyT–.
- Castillo, J. (2009). Administración de la producción y operaciones. In C. D. Américas, *Antología* (p. 5). México D. F.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., y Aquilano, N. J. (2009). Producción y cadena de suministros. In *Administración de operaciones* (p. 776). México: McGraw-Hill/Irwin.
- Comunicación, C. (2016). *Cerem International Bussines School*. Retrieved from:
Universidad Rey Juan Carlos: <https://www.cerem.es/blog/los-5-porques-de-los-problemas>
- D'Aloia, R. (2009). Conmoción en EE. UU. por intoxicación masiva con mantequilla de maní. *M1 - Desarrollos Electrónicos Informaticos S. A.*

Figuerola, N. (2011). *Rompiendo el Triple Constraint*. Retrieved from PMQuality

Artículos – Project Management:

<https://articulospm.wordpress.com/2011/06/06/rompiendo-el-triple-constraint/>

López Acosta, M., Martínez Solano, G., Quirós Morales, A., y Sosa Ochoa, J. (2011).

Balaceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta. *El Buzón de Pacioli*, 22.

López, B. S. (2016). *Herramientas para el Ingeniero Industrial*. Retrieved from

Ingeniería Industrial *online*:

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/clasificaci%C3%B3n-de-inventarios/>

Meyers, F. E. (2000). Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil.

México: Person Educación.

Nación, L. (2016). Un reto para los exportadores. *La nación*.

Niebel, B. W. (2009). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.

México: Mc Graw Hill Companies.

Project Management Institute, I. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección*

de proyectos (Guía del PMBOK®) — Quinta edición. Newtown Square,

Pensilvania 19073-3299 EE.UU.: Project Management Institute, Inc.

Rockwell. (2018). *Rockwell Automation*. Retrieved from Arena Simulation Software:

<https://www.arenasimulation.com/what-is-simulation/business-process-modeling-software>

- Rodríguez, C. A (2017). Implementación de mejoras para la reducción del desperdicio del producto *Sight Chamber* en el área de moldeo de la empresa Hospira Costa Rica de octubre 2016 a febrero 2017 (Tesis Inédita de bachillerato en Ingeniería Industrial). Heredia, Costa Rica.
- Viquez, J. U. (1979). Programación de Operaciones. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia (UNED).

ANEXOS

Anexo 1: Cotización rediseño



Construcción industrial

Construyamos Juntos!

Plaza Rohrmoser, Oficina A1 Torreón, San Jose, Costa Rica. Teléfono: 2290-4272.

E-mail: info@constica.com

Presupuesto de remodelación - naves industriales

Cliente: Frumar S.A.	Contacto: Angelica Ocón
Dirección El Coyol de Alajuela	Correo: aocon292@gmail.com
Teléfono: 88969052	

Fecha de presupuesto	9/7/2018 Validez:	60 días
DESCRIPCIÓN	TOTAL	
Reubicación de 3 cuartos de trabajo dentro de la planta con construcción de divisiones mixta de concreto y poliuretano forrado con aluminio en jornada no ordinaria.	C1,256,000	


Total Presupuesto..... C1,256,000

Forma de Pago..... Cheque

Afiliados a:



Anexo 2: Cotización reubicación de cañerías

Proforma de servicios			
Nombre: Rapirescate		Datos Cliente: Frumar S.A.	
Dirección: San Jose, Llorente de Tibas		Contacto: Angélica Ocón	
Telefono: (506) 22970296		Dirección: El Coyol Alajuela	
E-mail		Teléfono: 8896 90 52	
Fecha Presupuesto	13/07/2018	Validez	30 días
Descripción		Costo	
Reubicación de una de las cañerías (reducción de tubería 13mts). A realizar en jornada extraordinaria		€150,000.00	
Forma de pago: Cheque		Costo Total	€150,000.00
		Llorente de Tibas de la Nacion 200 Este 200 Sur 100 Este Edificio esquinero de 2 pisos mano izquierda TIBAS - San José - CP: 1272-1100	

Anexo 3: Cotización reubicación de polos eléctricos

COT - 2148

PRESUPUESTO DE SERVICIOS

Fecha: 11/07/2018 Validez 30
Cliente: Frumar S.A.
Contacto: Angélica Ocón
Correo: aocon292@gmail.com
Teléfono: 8896 - 9052
Dirección: El coyol de Alajuela


Trabajo solicitado:
Reubicación de polos eléctricos en planta de producción
Se cotiza:

- a. Reubicación de 2 polos de aluminio previstos con facilidades eléctricas, de IT, las cuales se encuentran en favor de los tableros.
- b. El trabajo se deberá realizar en jornada extra laboral.

Costos:

a. Materiales	<u>₡497.500.00</u>
b. Mano de obra	<u>₡220.000.00</u>
c. Viaticos	<u> </u>
Total	₡717,500.00

Tiempos de Entrega:

a. Equipos:	<u>Inmediato</u>
b. Materiales:	<u>Inmediato</u>
c. Ejecución:	<u>1 día</u>
Total	1 día

Forma:

- a. Contra aprobación
- b. Avance de obra