ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.1572

Optimization of times and movements in a tuna filleting production line

Bolaños Toloza Pamela Mishelle[1]; Daniel Caamaño-Gordillo[1]
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, pbolanost@est.ups.edu.ec, Lcaamano@ups.edu.ec.

Abstract– *This study based its development on the optimization of time and movement during the processing of fish fillets by analyzing in detail the operations carried out on the production line. Tools such as analytical coursegrams and route maps were used, which required an on-site analysis, recording the distance, time and movements to process 50 kg of fish, involving three operators during an 8-hour workday. Initial analyzes showed that the distance traveled was 37.5 meters and the total time was 1586.7 minutes. By implementing the improvements, operational activities were reduced from 16 to 12 and transportation activities from 5 to 3, ensuring a more flexible workflow without compromising product quality. The importance of minimizing waiting times and controlling the process in addition to improving operator ergonomics was highlighted. This research demonstrated that graphical tools and optimization methods are key to improving the efficiency and competitiveness of industrial processes.*

Keywords: *optimization, production lines, times, movements, course diagram, diagram, workflow*

Optimización de los tiempos y movimientos en una línea de producción de fileteado de atún

Bolaños Toloza Pamela Mishelle[1]; Daniel Caamaño-Gordillo[1]
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, pbolanost@est.ups.edu.ec, Lcaamano@ups.edu.ec.

Resumen*– *Este estudio basó su desarrollo en la optimización del tiempo y el movimiento durante el procesamiento de filetes de pescado analizando en detalle las operaciones realizadas en la línea de producción. Se utilizaron herramientas como cursogramas analíticos y mapas de recorrido, que requirió un análisis en sitio, registrando la distancia, tiempo y movimientos para procesar 50 kg de pescado, involucrando a tres operarios durante una jornada laboral de 8 horas. Los análisis iniciales mostraron que la distancia recorrida fue de 37,5 metros y el tiempo total fue de 1586,7 minutos. Al implementar las mejoras, las actividades operativas se redujeron de 16 a 12 y las actividades de transporte de 5 a 3, asegurando un flujo de trabajo más flexible sin comprometer la calidad del producto. Se destacó la importancia de minimizar los tiempos de espera y controlar el proceso además de mejorar la ergonomía del operador. Esta investigación demostró que las herramientas gráficas y los métodos de optimización son claves para mejorar la eficiencia y la competitividad de los procesos industriales.

Palabras clave: optimización, líneas de producción, tiempos, movimientos, cursograma, diagrama, flujo de trabajo

I. INTRODUCCIÓN

Optimizar los tiempos y movimientos de las líneas de producción es central para la mejora continua de los procesos industriales, ya que tiene un impacto directo en la productividad, la eficiencia operativa y la reducción de costos [1]. El estudio de tiempos es un método de medición del trabajo utilizado para registrar tiempo y ritmo de trabajo correspondiente al elemento (acciones a realizar) [2]. Ciertas acciones se realizan bajo ciertas condiciones. Pasos y tiempos a seguir y el tiempo que lleva completar una actividad determina cuánto tiempo lleva completar una tarea [3].

La optimización de procesos en el entorno de fabricación se ha vuelto esencial en el entorno empresarial actual, donde la mayor competitividad del mercado y la necesidad de productos de alta calidad y tiempos de entrega más cortos requieren estrategias más complejas para garantizar la sostenibilidad operativa [4]. El estudio de tiempos y movimientos se vuelve necesario porque permite un análisis detallado de la secuencia de trabajo, identificación de puntos débiles y eliminación de actividades que no aportan valor [5]. Estos métodos se basan en los principios de la ingeniería de métodos y le ayudan a diseñar flujos de trabajo más eficientes, mejorar la sincronización de tareas y maximizar el uso de los recursos disponibles [6], [7].

El estudio del movimiento implica un análisis detallado de los movimientos corporales, cualquiera que realice una acción encaminada a prevenir acciones ineficientes, simplificar las operaciones y luego realizarlas de forma segura e higiénica [8]. El orden o secuencia de operaciones más adecuada para lograr la máxima eficiencia en aspectos de tiempo, compromiso y energía [9]. En la práctica, el estudio del tiempo incluye el análisis de los métodos de cronometraje, actividades y un examen crítico sistemático de las propias actividades y de la forma en que se llevan a cabo. Este análisis está diseñado para mejorar la productividad y aumentar la conciencia para quienes trabajan en laboratorios, industria, empresas o incluso en casa [10].

La productividad es la base de cualquier negocio y su gestión adecuada es muy importante para los gestores de decisiones, por lo que utilizar tecnologías modernas para optimizar los procesos de producción es una gran oportunidad para lograr resultados realmente mejorados [11].

La industria del atún enfrenta problemas por el extenso tiempo en el cambio y limpieza de líneas de filete, aumentando costos y afectando la frescura y calidad del producto [12]. Las desviaciones en los cambios semanales de la línea de fileteado generan costos adicionales, siendo la limpieza, sobre todo en la estación de pescado procesado y enlatado, un punto crítico que limita el flujo. Aunque no existe una norma internacional específica que regule estos tiempos, lineamientos como el Codex Alimentarius, la ISO 22000 y las Buenas Prácticas de Manufactura exigen optimizar los procesos para garantizar la eficiencia, por lo que la prolongación del mantenimiento afecta la productividad, eleva los costos y compromete la calidad final. [13].

Por lo tanto, es imperativo implementar mejoras que permitan agilizar estos procesos sin comprometer los estándares de higiene y seguridad alimentaria, asegurando así un flujo continuo de producción y una mayor satisfacción tanto para los clientes como para los colaboradores involucrados en la operación [14].

Los esquemas de procesos son instrumentos gráficos esenciales para el estudio y optimización de procesos en la industria. Estas ilustraciones describen, de forma precisa y ordenada, cada etapa en una serie de actividades, lo que facilita la comprensión de la conexión entre las diferentes fases de un proceso [15]. Mediante una simbología estandarizada, los diagramas reconocen y categorizan acciones tales como operaciones, revisiones, traslados,

almacenamientos y esperas, proporcionando una perspectiva organizada del proceso laboral [16]. A raíz de esto, se incluyen datos cruciales como distancias cubiertas, tiempos necesarios y volúmenes de recursos empleados, información que resulta vital en la fase de análisis para detectar y erradicar actividades que no aportan valor y que, por ende, dificultan la eficacia del proceso [17].

El diagrama de recorrido muestra en un dibujo cómo se mueven los materiales, equipos y trabajadores en el proceso, ayuda a entender mejor cómo se desplazan físicamente durante la tarea [18]. Este diagrama ayuda a encontrar caminos largos o movimientos que no son necesarios en una planta de producción, muestra qué tan lejos están las estaciones de trabajo y los puntos donde las personas interactúan [19]. En el proceso de fileteado de pescado, el plan de trabajo puede ayudar a cambiar la forma en que están ubicadas las áreas clave como la cocina, limpieza y empaque, lo que puede disminuir el tiempo y esfuerzo necesarios para terminar de trabajar.

Durante el procesamiento de filetes de pescado, los diagramas de flujo juegan un papel clave en la identificación de cuellos de botella, movimientos innecesarios y tiempos de inactividad [20]. Al crear un diagrama de flujo y dividir un proceso en sus componentes básicos, se pueden visualizar con precisión las interacciones entre las actividades de operación, transporte e inspección [21]. Esto permite evaluar cada etapa desde un punto de vista técnico y económico e identificar actividades prioritarias que pueden optimizarse o eliminarse. Por ejemplo, se pueden analizar actividades como limpieza, cocción y envasado en el proceso de corte para reducir redundancias y garantizar un proceso continuo, mejorando así la productividad y la calidad del producto final.

Este estudio se centrará en un análisis exhaustivo basado en investigaciones y recursos en línea. Para ello, utilizará estudios de casos, revisará literatura profesional y analizará las mejores prácticas en esta industria. A partir de este análisis se desarrollarán estrategias de optimización específicas para mejorar eficazmente los procesos y sus resultados. El impulso de este trabajo es resolver los principales desafíos de la industria atunera, específicamente, mejorar la eficiencia operativa y la calidad del producto mediante la optimización de los tiempos de la línea de producción de filetes, aumentando así la rentabilidad y competitividad de las empresas de la industria.

A. *Objetivo general*

- Mejorar los tiempos y movimientos en la línea de producción de fileteado del sector atunero industrial de la ciudad de Guayaquil para aumentar la eficiencia operativa, y mejorar la calidad del producto final

B. *Objetivos específicos*

- Diagnosticar los procesos actuales en la línea de fileteado de atún para la mejora en cuanto a eficiencia y tiempos de producción.
- Evaluar el impacto de tiempos muertos y minimizar los movimientos innecesarios para el análisis de indicadores claves por medio de la eficiencia operativa del producto final.
- Proponer un método de optimización de tiempos y movimientos del proceso de fileteado

II. METODOLOGÍA

Para analizar el tiempo y el movimiento en el proceso del filete de atún, los investigadores se entrevistan a los gerentes de producción de la empresa para obtener una visión general del flujo de trabajo en áreas específicas del proceso, los pasos seguidos y los tiempos esperados. Además, fue desarrollada una tabla para registrar el tiempo asociado a cada paso del proceso de corte y fileteado, proporcionando información detallada y estructurada para el análisis.

Se registraron cinco actividades esenciales asociadas a las diferentes tareas que conforman el proceso de fileteado de atún basado en métodos de desarrollo de diagramas de recorrido y cursogramas analíticos planteados por Kanawaty [22]: a) Operación, b) Transporte, c) Inspección, d) Almacenamiento y e) Demora. Cada actividad fue categorizada durante el levantamiento de información en campo, utilizando técnicas de observación directa y registro de tiempos mediante cronómetro. Se consideró como "operación" toda acción directa sobre el producto (corte, limpieza, fileteado), "transporte" cualquier movimiento de traslado del producto o herramientas, "inspección" el control de calidad realizado en puntos específicos, "almacenamiento" el acomodo temporal del producto antes de la siguiente fase, y "demora" los tiempos de espera o pausas no justificadas en el flujo productivo.

La optimización de tiempos y movimientos fue calculada mediante análisis comparativo de la situación inicial versus la situación propuesta, basándose en la eliminación o reducción de actividades que no aportaban valor significativo al proceso. Para el presente, fue aplicado principios teóricos-base de la metodología Lean Manufacturing, de manera específica el enfoque de identificación y eliminación de desperdicios (muda). Fueron utilizados criterios como: reducción de tiempos muertos, disminución de tiempos movimientos innecesarios, simplificación de tareas y mejor organización de tiempos de trabajo. Cabe considerar que cada actividad fue medida en cuanto a duración, frecuencia e impacto en el flujo general de trabajo, lo que permitió identificar oportunidades de mejora concretos y cuantificar el ahorro de tiempo estimado tras la implementación de las mejoras propuestas.

Se consideró también la metodología propuesta por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) la cual se encuentra detallada en la Fig. 1., y establece un enfoque sistemático en tres etapas principales, que ayuda a realizar un análisis ordenado y riguroso del proceso operativo de la línea de producción.

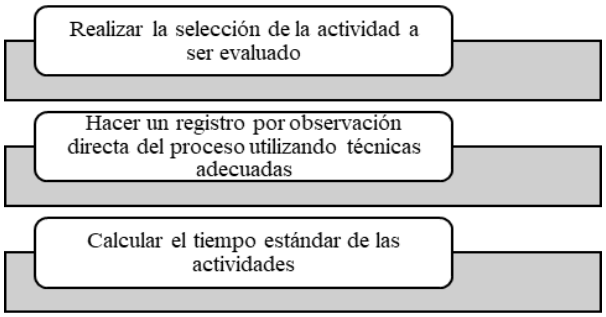

Fig. 1 Etapas principales para análisis de líneas de producción según la OIT

A. *Selección de actividades a ser evaluadas*

Se trata de identificar y clasificar tareas críticas que tienen un impacto significativo en los procesos operativos, teniendo en cuenta factores como la frecuencia, la duración y su contribución al producto final. Para ello, fueron necesarias observaciones detalladas de las operaciones, complementadas con entrevistas y registros de tiempo para identificar las actividades más representativas del proceso. Posteriormente se realizó un estudio de tiempos y movimientos aplicados para el área de fileteado donde se incluye la descomposición de las tareas en el área de fileteado, registro y cronometría para estar al tanto del tiempo requerido para cada tarea y movimiento. El análisis y eliminación de movimientos ineficientes, cálculo estándar de tiempos de las actividades, recomendaciones de reorganización del proceso.

Descomposición de tareas

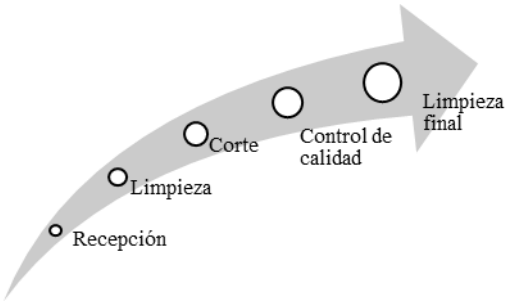

Fig. 2 Disposición de las tareas en el área de fileteado

1. Recepción y preparación del pescado: el proceso comienza con la recepción del atún y comprobando su calidad, tamaño y frescura. Luego, el pescado se transporta a las estaciones de trabajo para filetearlo y, si es necesario, descongelarlo de forma controlada para garantizar que se conserven sus propiedades.

2. Limpieza y purificación: El pescado se limpia previamente para eliminar escamas y suciedad externa. Luego se cortan, limpian, destripan y destripan la cabeza y la cola para garantizar que el pescado esté completamente limpio y sea apto para tallar.

3. Corte: En este punto se corta el pescado a lo largo para separar el filete del cuerpo. Luego se quitarán las espinas y se recortarán los filetes para eliminar cualquier parte no deseada como grasa, piel o espinas para garantizar que el producto esté limpio y en buenas condiciones.

4. Control de calidad: Se inspecciona visualmente cada filete en busca de defectos como huesos o cortes irregulares. Luego se pesa para garantizar que cumple con los estándares especificados y se clasifica según su tamaño y calidad.

5. Limpieza final y enfriamiento: Lavar nuevamente los filetes en agua fría para eliminar posibles impurezas restantes. Luego se almacenan en condiciones de temperatura controlada (refrigerados o congelados) para mantener su frescura y calidad.

6. Empaque: Los filetes se colocan en bandejas o paquetes al vacío, luego se sellan y se etiquetan con la información adecuada (como fecha de producción y peso) y están listos para su distribución.

7. Almacenamiento y distribución: Finalmente, los filetes envasados se conservan en nevera hasta su distribución. A partir de ahí, cada pedido se envía al punto de venta o al cliente según sus especificaciones.

B. *Registro y cronometría*

El método de cronometraje utilizado es el de cero a cero, que multiplica el tiempo directamente al final del elemento en estudio y pone a cero o pone a cero el cronómetro para que pueda reiniciarse y medir el siguiente elemento de tiempo. elementos para este procedimiento.

C. *Análisis y Eliminación de Movimientos Ineficientes*

Analizar y eliminar movimientos ineficientes observando cuidadosamente las tareas en la línea de producción para identificar actividades innecesarias o repetitivas que no agregan valor al proceso. Este proceso incluye análisis de movimiento excesivo, malas posturas, inactividad o uso ineficiente de herramientas. Una vez que se detectan estos movimientos, los flujos de trabajo se rediseñan para optimizar el diseño de las estaciones, reducir las distancias de viaje y garantizar que los operadores solo realicen los movimientos necesarios.

D. *Proceso de medición de tiempos de trabajo*

Se utiliza un cronómetro digital para medir el tiempo y una hoja de registro de cada actividad para registrar la duración exacta de las acciones y actividades realizadas por el operador. El análisis se realizó en condiciones normales de trabajo (8 horas de trabajo, 50 kg de peso de producto procesado), teniendo en cuenta factores como el ritmo estándar del operador, las condiciones ambientales de la línea de producción, entre otros. Para garantizar la representatividad de los datos y reducir posibles sesgos, se utilizaron observaciones repetidas.

El programa de medición de tiempos de trabajo realizado bajo dichas condiciones incluye:

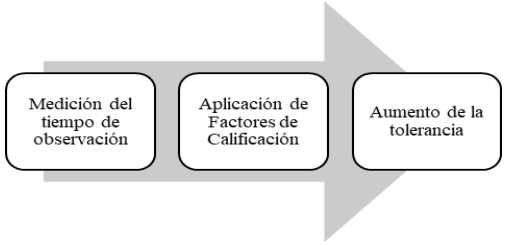

Fig. 3. Indicadores de medición de tiempos.

1. Medición del tiempo de observación: se registra el tiempo que le toma a un operador promedio completar cada tarea en condiciones normales.

2. Aplicación de Factores de Calificación: los tiempos de observación se ajustan con base en la velocidad de trabajo del operador en relación con estándares de desempeño aceptables.

3. Aumentar la tolerancia: añadir un margen de tiempo para compensar los descansos o interrupciones inevitables, garantizando que se cumplan los plazos sin comprometer la salud o el bienestar de los empleados.

E. *Reorganización del Proceso*

El rediseño del flujo de trabajo y de las operaciones en la línea de fileteado de atún se plantea con el objetivo de aumentar la eficiencia, reducir el desperdicio y optimizar los recursos humanos y operacionales. Para demostrar la mejora alcanzada, se utilizaron parámetros comparativos como el tiempo promedio de procesamiento por unidad (minutos/unidad), la reducción porcentual de movimientos improductivos y la disminución de tiempos muertos, evidenciando de forma cuantitativa el impacto positivo del rediseño en el proceso productivo.

El procedimiento de fileteado de pescado simboliza una serie intrincada de acciones diseñadas para convertir la materia prima en un producto final preparado para su distribución y consumo. Este procedimiento comprende diversas fases que abarcan desde la recepción y almacenaje del pescado bajo condiciones reguladas, hasta su empaquetado y reparto como un filete final.

III. RESULTADOS

Tomando como base el libro con los fundamentos respecto a optimización de procesos a través de cursogramas y diagramas de recorrido de Kanawaty [22] se considera de manera inicial mediante el diagnóstico en sitio que el número de actividades y procesos se reconocen 28 tareas fundamentales en el procedimiento de fileteado de pescado, que se categorizan en 16 operaciones, 5 actividades de transporte, 3 inspecciones, 2 esperas y 2 procesos de almacenaje. Estas tareas comprenden labores esenciales como la descongelación, limpieza, despellejado, preparación y empaquetado del pescado, entre otras. Cada una de estas etapas requiere tiempos concretos y la ejecución de movimientos que pueden ser mejorados a través de la supresión de duplicados y la reestructuración de los flujos de trabajo. Así pues, el estudio minucioso de los tiempos y movimientos relacionados con estas actividades es esencial para incrementar la productividad en la cadena productiva. El cursograma y el diagrama de recorrido se muestran en la TABLA 1 y en la Fig.1, respectivamente.

TABLA 1
CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL DE LOS PROCESOS DE FILETEADO DE ATÚN

Cursograma analitico										
Diagrama núm. *1* Hoja núm. *1* de *1*	Resumen									
Objeto:	**Actividad**							**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Filetes de atún	Operación							16		
Actividad:	Transporte							5		
Proceso de produccion de fileteado de atun	Espera							2		
	Inspección							3		
	Almacenamiento							2		
	Distancia (m)							37,5		
	Tiempo (min-hombre)							1586,7		
Método: Actual	Costo									
Lugar: Línea de fileteado	Mano de obra									
Operario (s): Ficha núm.	Material									
Véase columna de observaciones	Total									

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	⇨	□	▽		
Almacenamiento de materia prima en congelacion									Se mantiene en cogelacion	
Descongelacion de materia prima			800							
Limpieza de la materia prima			10						Pasa por una mesa de clasificacion	
Lavado de la materia prima			10						Se les saca las vísceras	
Emparrillado de atun			8							
Traslado a la balanza		2,5	2							
Analisis del peso y lote			3						El digitador analiza el peso y lo etiqueta	
Medir temperatura en los RTD			1						Encargado de medir la temperatura	
Traslado del pescado al cocinador		5	2							
Coccion del atun			180						Coccion realizada por temperatura	
Roseado y evaporado del atun		1,5	15						Proceso automatico y mecanizado	
Traslado a la ducha de agua y aire			2							
Trasportacion al churrum		3	2							
Colocacion de lote por carril		3,5	3						Orden de almacenamiento	
Transportados a la sala de limpieza		6	2							
Despellejado del pescado			12							
Limpieza del pescado		2	10						Obtener lomos y carne del atun	
Limpieza de la sangre			5						Retiro	Sangre cocinada
Retiro de espina			8						Retiro	Espinas
Empacado de lomo			3						Colocacion manual	
Inspeccion de producto			185,6						Verificacion del producto	
Embalaje de producto para destibucion en las lineas correspondientes		4	300,1							
Etiquetado del producto			3						Proceso automatico	
Codificacion del producto			2						Automaticamente en la parte inferior	
Paletizado del producto			10							
Embalaje del producto en el carton			8						De acuerdo a la presentacion	
Almacenamiento del producto ya terminado		10	-							
Distribucion del producto			-							
TOTAL		**37,5**	**1586,7**	**16**	**5**	**2**	**3**	**2**		

Nota. La tabla describe las actividades realizadas en el proceso de fileteado de atún, también muestra la distancia en los movimientos realizados durante el proceso y los tiempos aplicados para cada uno considerando las observaciones pertinentes para ciertas actividades.

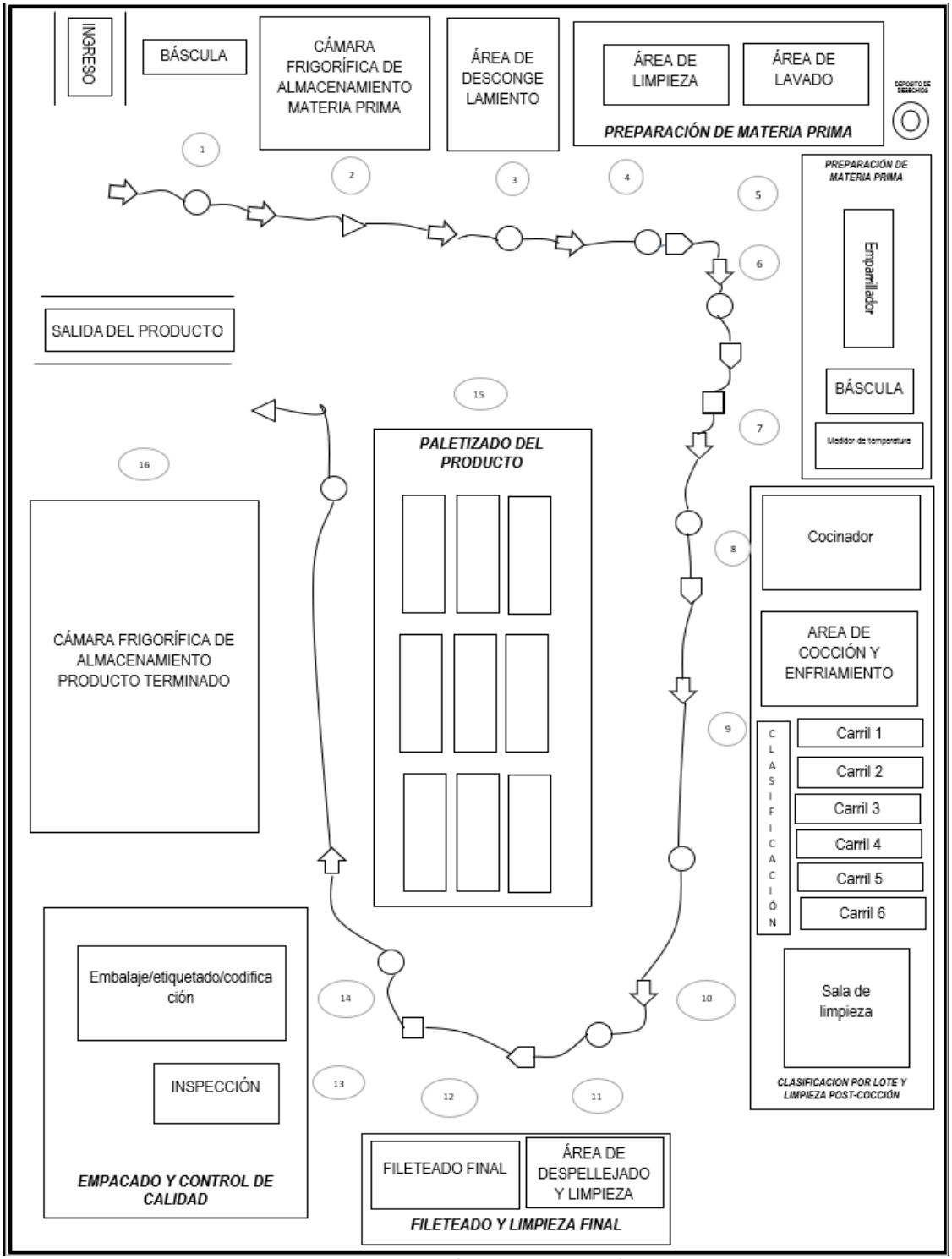

Fig. 4. Diagrama de procesos con las áreas y secuencia numérica correspondiente

En este caso, en el cursograma analítico se pudo determinar a través del análisis in situ que las distancias en total en los procesos sumaban un total de 37,5 metros y un tiempo aproximado de trabajo de 1586,7 minutos considerando que esto es en base al procesamiento de 50 kg de pescado de 3 operadores que trabajan de manera directa con la materia prima, considerando que se tiene como premisa que la jornada de trabajo es de 8 horas.

A continuación, en la TABLA II y en la Fig. 2 se muestra el proceso optimizado a través de la reducción y unificación de actividades por áreas y simplificando procesos que representen un cuello de botella, y queda distribuido analizado y distribuido de la siguiente manera.

TABLA 2
CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO DE LOS PROCESOS DE FILETEADO DE ATÚN

Cursograma analítico										
Diagrama núm. 2 Hoja núm. *1* de *1*	**Resumen**									
Objeto:	**Actividad**							**Actual**	**Propuesta**	**Economía**
Filetes de atún	Operación							16	10	6
Actividad	Transporte							5	3	2
Proceso optimizado de produccion de fileteado de atun	Espera							2	1	1
	Inspección							3	2	1
	Almacenamiento							2	2	0
	Distancia (m)							37,5	26,5	11
	Tiempo (min-hombre)							1586,7	1465,7	121
Método: Optimizado	Costo									
Lugar: Línea de fileteado	Mano de obra									
Operario (s): Ficha núm.	Material									
Véase columna de observaciones	Total									

Descripción	**Cantidad**	**Distancia (m)**	**Tiempo (min)**	**Símbolo**					**Observaciones**
				○	⇨	D	□	▽	
Almacenamiento de materia prima en congelacion									Se mantiene en cogelacion
Descongelacion de materia prima			800						
Limpieza y lavado de la materia prima									Pasa por una mesa de clasificacion
Emparrillado de atun									
Analisis de peso y temperatura del lote									El digitador analiza el peso y lo etiqueta
Traslado del pescado al cocinador		5							
Coccion del atun			180						Coccion realizada por temperatura
Roseado, evaporado y enfriamiento del atun		1,5							Proceso automatico y mecanizado
Transportación a la sala de limpieza		6							
Limpieza integral del pescado (incluye despellejado, limpiar la sangre y retiro de espinas									
Empacado de lomo									Colocacion manual
Inspeccion de producto			185,6						Verificacion del producto
Embalaje de producto para destibucion en las lineas correspondientes		4	300,1						
Etiquetado y codificación del producto									Proceso automatico
Paletizado del producto									
Embalaje del producto en el carton									De acuerdo a la presentacion
Almacenamiento del producto ya terminado		10	-						
Distribucion del producto									

TOTAL		**26,5**	**1465,7**	**10**	**3**	**1**	**2**	**2**

Nota. La tabla describe las actividades optimizadas en el proceso de fileteado de atún, también muestra la distancia en los movimientos realizados durante el proceso y los tiempos aplicados para cada uno considerando las observaciones pertinentes para ciertas actividades.

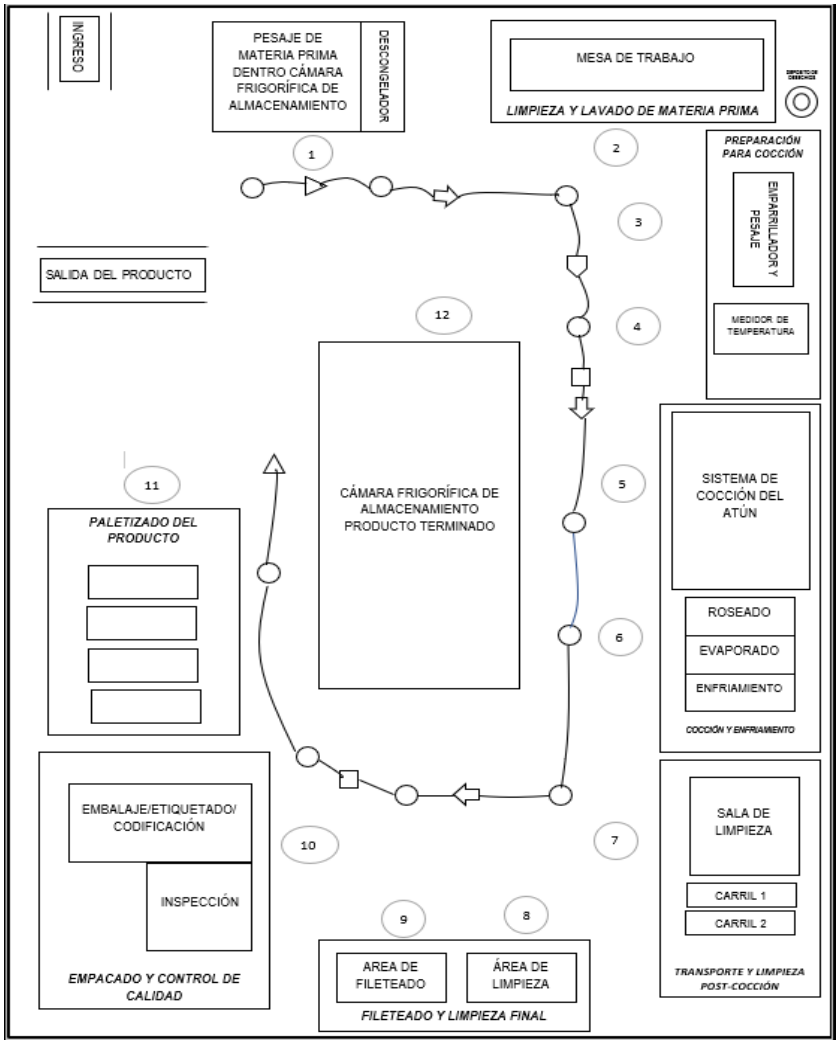

Fig. 5. Diagrama de procesos propuestos con las áreas y secuencia numérica correspondiente

Al contar con la etiqueta o simbología para cada una de las actividades específicas para el proceso de fileteado, como se describen en la Fig.6, se tiene que para las actividades consideradas como proceso de "operación" fueron marcadas con un círculo dentro de los diagramas, con una flecha para las actividades de "transporte" con un pentágono los que son actividades de "espera" un cuadrado para las actividades consideradas de "inspección y las actividades de "almacenamiento descritas con un triángulo. Adicional a esto, la distancia viene dada en metros y el tiempo de trabajo para las actividades viene dada en minutos-hombre.

Resumen			
Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Operación	16	10	6
Transporte	5	3	2
Espera	2	1	1
Inspección	3	2	1
Almacenamiento	2	2	0
Distancia (m)	37,5	26,5	11
Tiempo (min-hombre)	1586,7	1465,7	121

Fig. 6. Simbologías para procesos en concordancia con actividades específicas del proceso de fileteado

Para tener una idea más detallada respecto al proceso actual y el optimizado se detalla en la Fig.4 las actividades y el número de las mismas.

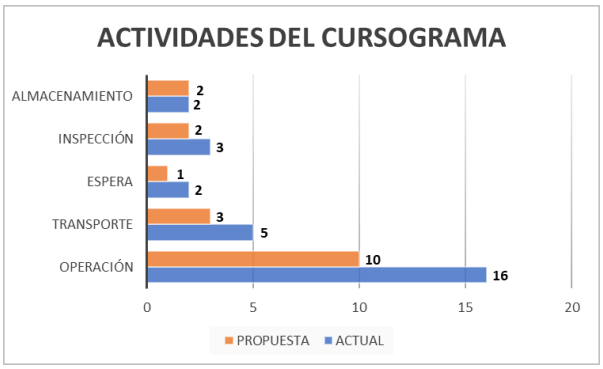

Fig. 7. Indicadores de medición de tiempos.

Se observó una mejora notable en las fases de operación, que bajan de 16 a 10 actividades, y en el transporte, que se reduce de 5 a 2, además de la espera, que disminuye de 3 a 1. Las fases de almacenamiento e inspección se mantienen sin alteraciones con 2

actividades en cada una. Esto indica que la propuesta tiene como objetivo eliminar actividades superfluas y aumentar la eficiencia en etapas esenciales del procedimiento.

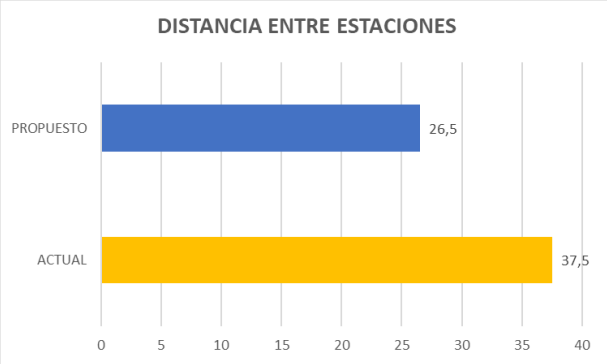

Fig. 8. Optimización de distancias entre estaciones.

La media de distancia en el sistema vigente es de 37. 5 metros, mientras que en la sugerencia se disminuye a 26. 5 metros, lo que muestra una mejora en la utilización del espacio o en la organización de las estaciones. Este avance implica una disminución del 29. 3% en las distancias, lo que podría resultar en una mejor eficiencia operativa y un tiempo de viaje más corto entre las estaciones.

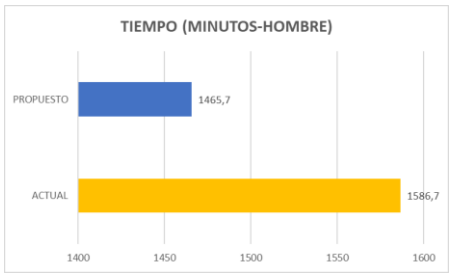

Fig. 9. Optimización de tiempo en minutos-hombre

La reducción de tiempos, en este caso el propuesto dio un total de 1465, 7 minutos mientras que en el modelo actual calculado fue de 1586,7 minutos, lo que indica una reducción significativa en los tiempos de trabajo, ya que mejora la operatividad de los trabajadores y puede dar paso a otras actividades complementarias como limpieza de las áreas de trabajo.

En este caso, en el cursograma analítico propuesto descrito en la Fig.4, el cual fue optimizado realizando simplificaciones en ciertos procesos y unificación para evitar tener demasiados procesos por separado, se pudo determinar a través del análisis que las distancias en total en los procesos sumaban un total de 26,5 metros y un tiempo aproximado de trabajo de 1465,7 minutos considerando que esto es en base al procesamiento de 50 kg de pescado de 3 operadores que trabajan de manera directa con la materia prima, considerando que se tiene como premisa que la jornada de trabajo es de 8 horas. Al reducir los pasos operativos de 16 a 12 y las actividades de transporte de 5 a 3, se optimizan el tiempo y los movimientos durante todo el proceso de corte para agilizar el flujo de trabajo sin comprometer la calidad del producto. Además, el proceso de espera se reduce de 2 a 1, el proceso de verificación se reduce de 3 a 2 y el proceso de almacenamiento sigue siendo el mismo.

Por otro lado, reducir las actividades de transporte de 5 a 3 supone una mejora significativa en la optimización del movimiento en la fábrica. Se denota la necesidad de reorganizar o redistribuir estratégicamente los diseños de las estaciones de trabajo para reducir las distancias de viaje y el movimiento ineficiente. Estos cambios no sólo aumentan la productividad, sino que también reducen la fatiga del operador y mejoran la ergonomía y el bienestar en el lugar de trabajo.

Otro indicador positivo es la reducción de los procesos de espera de 2 a 1, ya que el tiempo de parada es un coste oculto en la cadena de producción. Reducir estos plazos supone mejorar la coordinación entre las distintas etapas del proceso y evitar acumulaciones innecesarias de material o retrasos en el flujo. De manera similar, la reducción de las actividades de inspección de tres a dos puede estar relacionada con la implementación de un control de calidad más efectivo integrado en los principales pasos del proceso, asegurando así la calidad del producto sin aumentar el tiempo de entrega. Finalmente, el hecho de que el proceso de almacenamiento permanezca inalterado indica que esta área puede ser completamente funcional o puede no presentar un cuello de botella significativo. Sin embargo, este aspecto se puede evaluar más a fondo en el futuro para identificar posibles mejoras en la gestión del inventario o la utilización del espacio.

IV. DISCUSIÓN

Un análisis detallado del proceso de fileteado utilizando herramientas como marcadores analíticos y diagramas de ruta identificó oportunidades clave para optimizar el tiempo y el movimiento. Inicialmente, la distancia total recorrida por tres operadores para procesar 50 kg de pescado fue de 37,5 m, con un tiempo estimado de 1586,7 minutos. Tras implementar las mejoras, la distancia se redujo a 26,5 metros y el tiempo total se optimizó a 1465,7 minutos, ahorrando significativamente tiempo de desarrollo y de ejecución de actividades. Estas cifras confirman la eficiencia, reduciendo las operaciones de procesamiento de 16 a 12 y las actividades de transporte de 5 a 3, agilizando el flujo de trabajo y mejorando la eficiencia general sin comprometer la calidad del producto final. Reorganizar los puestos de trabajo y consolidar las actividades redundantes es esencial para agilizar los procesos.

El análisis de rutas reveló que las operaciones de transporte eran una fuente importante de ineficiencia operativa y que ajustarlas no solo aumentaba la productividad, sino que también mejoraba la ergonomía y reducía la fatiga del operador. Además, se redujeron los procesos de espera de 2 a 1 y los procesos de inspección de 3 a 2, lo que demuestra una mejor sincronización entre las

diferentes etapas del proceso, eliminación de tiempos muertos y optimización al integrarse en puntos estratégicos. Estas mejoras permiten reducir los tiempos de ciclo manteniendo altos estándares de calidad.

Finalmente, mantener constantes las actividades de inventario refuerza la noción de que esta área de proceso es funcional y no un cuello de botella en la cadena de valor. Este estudio demuestra cómo se pueden utilizar herramientas gráficas como diagramas de flujo y diagramas de rutas para visualizar y cuantificar completamente la dinámica del proceso, proporcionando una base para tomar decisiones informadas que impactan la productividad y el bienestar del operador.

V. CONCLUSIÓN

El análisis del procesamiento de filetes de atún evidenció la efectividad de herramientas como el cursograma analítico y el diagrama de recorrido para optimizar tiempos y movimientos en la línea de producción. La reorganización de operaciones y la reducción de tareas innecesarias permitieron optimizar el flujo de trabajo, incrementar la eficiencia general y mantener la calidad del producto final. La eliminación de duplicidades y la reestructuración de actividades críticas demostraron la importancia de adoptar un enfoque sistemático basado en datos para identificar áreas de mejora.

La mejora en la coordinación entre fases del proceso contribuyó a una mayor estabilidad operativa, particularmente en actividades como el almacenamiento y el transporte interno. Aunque se alcanzaron avances significativos, se resalta la necesidad de realizar evaluaciones periódicas para asegurar la sostenibilidad de la optimización lograda.

REFERENCIAS

[1] J. C. León et al., “Optimización de la línea de producción de artículos de higiene personal,” South Florida Journal of Development, vol. 3, no. 5, pp. 6210–6221, Oct. 2022, doi: 10.46932/sfjdv3n5-039.

[2] “Estudio de tiempos y movimientos en el área de almacenamiento de una comercializadora avícola,” Revista Científica Ingeniar, vol. 7, no. 13, pp. 45–61, 2024, doi: 10.46296/ig.v7i13edespab.0183.

[3] A. Livaque, “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa de alimentos balanceados HIME E.I.R.L. - Chiclayo 2019,” Ingeniería Industrial, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2020. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://acortar.link/DILfEe

[4] J. Martínez, A. Flores, P. Gómez, M. Linares, and M. Portillo, “Optimización de procesos en una línea de producción en una empresa de ciudad Juárez,” Revista NEYART, vol. 2, no. 2, pp. 64–78, Jun. 2024, doi: 10.61273/neyart.v1i2.50.

[5] Jennifer. L. Betancourt-Enamorado, Juan. D. Castaño-Berrio, W. Hamburguer-Arroyo, Juan. C. Niño-Betancourt, C. Tanus-Fernández, and A. Huyke-Taboada, “Aplicación del Estudio de Métodos y Tiempos a la Mejora de Procesos: Caso Fábrica La Milagrosa (imágenes religiosas en yeso).,” Boletín de Innovación, Logística y Operaciones, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, May 2022, doi: 10.17981/bilo.4.1.2022.10.

[6] E. Iza-Cedeño and G. Real-Pérez, “Análisis de tiempos y organización del trabajo en el restaurante ‘Tongas Trinita,’” 593 Digital Publisher CEIT, vol. 9, no. 1, pp. 211–223, Jan. 2024, doi: 10.33386/593dp.2024.1.2183.

[7] S. A. Abarca-Sánchez, “Análisis de tiempos en el envasado de leche condensada en una Industria Láctea Ecuatoriana.”

[8] C. Chávez, J. Gtiérrez, H. Chávez, M. Silva, J. González, and D. Torres, “Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de fabricación de tableros,” *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, vol. 15, no. 3, pp. 1421–1431, Jul. 2023, Accessed: Jan. 21, 2025. [Online]. Available: https://acortar.link/osSBF7

[9] D. Domínguez, “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción de la empresa CEPESA,” Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, Universidad Técnica de Ambato, 2020. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://acortar.link/48BNQ8

[10] C. Cuevas, Y. Á. González, M. del C. Torres, and M. G. Valladares, “Importancia de un estudio de tiempos y movimientos,” *Inventio*, vol. 16, no. 39, pp. 1–6, Jul. 2020, doi: 10.30973/inventio/2020.16.39/7.

[11] A. M. Muñoz, “Estudio de tiempos y su relación con la productividad,” *Revista Enfoques*, vol. 5, no. 17, pp. 40–54, Jan. 2021, doi: 10.33996/revistaenfoques.v5i17.104.

[12] L. Córdova, “Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo - 2020,” Ingenieríoia Industrial, Universidad Continental, Huancayo, 2021. Accessed: Jan. 21, 2025. [Online]. Available: https://acortar.link/QoD2V9

[13] F. F. Soledispa-Lucas, «Sistema de gestión de inocuidad alimentaria y la calidad en empresas pesqueras : Artículo de investigación», Reicomunicar, vol. 3, n.º 6, pp. 67-82, jul. 2020, doi:10.46296/rc.v3i6.0017

[14] C. Ilbay, “Diseño e implementación de un estudio de tiempos y movimientos enfocado en mejorar la productividad de la empresa textil RAM JEANS de la ciudad de Pelileo en el año 2022,” Carrera Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2023. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://acortar.link/m01Jdj

[15] M. Cuásquer-Viveros and A. Moreno-Cortés, “Estudio sobre los diagramas de flujo en la resolución de problemas matemáticos,” *Revista UNIMAR*, vol. 39, no. 1, pp. 45–55, Mar. 2021, doi:10.31948/rev.unimar/unimar39-1-art3.

[16] A. M. Andrade, C. A. Del Río, and D. L. Alvear, “Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,” *Informacion Tecnologica*, vol. 30, no. 3, pp. 83–94, 2019, doi:10.4067/S0718-07642019000300083.

[17] Ó. Calapiña, “Distribución de instalaciones en la planta de producción de la empresa Tenería San José CIA. LTDA,” Ingeniería Industrial, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020. Accessed: Jan. 08, 2025. [Online]. Available: https://acortar.link/jRaGZH

[18] R. Gómez, “Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa ¨Facalsa¨ de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 5, no. 5, pp. 7798–7807, Oct. 2021, doi:10.37811/cl_rcm.v5i5.876.

[19] S. Abarca, “Diseño de una planta industrial para la clasificación y procesamiento de desechos sólidos en el cantón Guano,” Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2020. Accessed: Jan. 08, 2025. [Online]. Available: https://acortar.link/LR10mQ

[20] C. De la Cruz, J. Garza, M. Medina, and D. Galván, “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción en una pastelería,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, no. 5, pp. 14070–14083, Dec. 2024, doi:10.37811/cl_rcm.v8i5.14967.

[21] L. Simbaña and Carrión Cristian, “Determinantes de la Productividad de las Empresas del Sector de los Servicios en el Ecuador, durante los años 2010-2019,” *Revista Cuestiones Económicas*, vol. 31, no. Extra 3, pp. 76–81, 2021, doi:10.47550/RCE/MEM/31.57.

[22] G. Kanawaty, *Introducción al Estudio del Trabajo*, Cuarta., vol. 1. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996.