

Optimization of Productivity in the Frozen Food Industry: A Work-Study Approach

Augusto Edward Paz Campaña¹; Leónidas Manuel Bravo Rojas²; Claudia Sofía Romero Mendoza³; Lino Rolando Rodríguez Alegre⁴; Margarita Jesús Egúsqüiza Rodríguez⁵; Rosario del Pilar López Padilla⁶

^{1,3,6}Universidad César Vallejo, Perú, aepazc@ucvvirtual.edu.pe, cromeroms@ucvvirtual.edu.pe, rlopezp@ucv.edu.pe,

²Colegio de Ingenieros del Perú, Perú, leonidas.bravor@ciplima.org.pe,

⁴Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, lrodriguez@unjfsc.edu.pe,

⁵Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c28391@utp.edu.pe,

Abstract– *The research sought to increase productivity in the freezing cycle at a frozen food plant by implementing a work study. Work measurement and analysis techniques were applied, supported by process analysis diagrams and time studies with continuous timing. The study adopted a quantitative, applied approach. The population consisted of the production cycles of the freezing process at a frozen food plant, with 30 cycles evaluated before and after the intervention. The results showed significant improvements in operational performance, with a 9.2% increase in efficiency, a 33.6% increase in effectiveness, and a 45.9% improvement in productivity. Likewise, the freezing cycle time was reduced by 22.5%, confirming that methods engineering was an effective tool for optimizing production processes.*

Keywords-- *productivity, work study, efficiency, effectiveness*

Optimización de la productividad en la industria de alimentos congelados: un enfoque desde el estudio del trabajo

Augusto Edward Paz Campaña¹; Leónidas Manuel Bravo Rojas²; Claudia Sofía Romero Mendoza³; Lino Rolando Rodríguez Alegre⁴; Margarita Jesús Egúsqüiza Rodríguez⁵; Rosario del Pilar López Padilla⁶

^{1,3,6}Universidad César Vallejo, Perú, aepazc@ucvvirtual.edu.pe, cromeroms@ucvvirtual.edu.pe, rlopezp@ucv.edu.pe,

²Colegio de Ingenieros del Perú, Perú, leonidas.bravor@ciplima.org.pe,

⁴Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, lrodriguez@unjfsc.edu.pe,

⁵Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c28391@utp.edu.pe

Abstract– La investigación busco el incremento de la productividad en el ciclo de congelamiento en una planta de alimentos congelados mediante la implementación del estudio del trabajo, se aplicaron técnicas de análisis de métodos y medición del trabajo, apoyadas en diagramas de análisis de proceso y estudios de tiempos con cronometraje continuo. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, La población estuvo conformada por los ciclos productivos del proceso de congelamiento de una planta de alimentos congelados, evaluándose 30 ciclos antes y después de la intervención. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en el desempeño operativo, alcanzándose un incremento de la eficiencia de 9.2%, un aumento de la eficacia de 33.6% y una mejora de la productividad de 45.9%. Asimismo, el tiempo del ciclo de congelamiento se redujo en 22.5%, confirmando que la ingeniería de métodos se constituyó en una herramienta efectiva para optimizar los procesos productivos.

Palabras Clave-- Productividad, estudio del trabajo, eficiencia, eficacia

I. INTRODUCCIÓN

La creciente competitividad en los mercados industriales se ha convertido en un desafío para las empresas, obligándolas a modernizar y mejorar sus procesos, adoptar tecnologías más avanzadas y optimizar sus recursos para no ser desplazados de mercados cada vez más exigentes y dinámicos.

La presión del mercado obliga a las organizaciones a la mejora de sus procesos, pues la falta de adaptación tecnológica las puede conducir a pérdidas significativas e incluso la salida del mercado [1]. Esta visión resalta que no solo la calidad es importante y además, los procesos, costos y la innovación respondiendo oportunamente a los cambios del entorno. Así pues, las organizaciones que no modernicen sus sistemas de gestión y producción se exponen a perder participación frente a competidores que adoptan estrategias de mejora continua [2].

En el caso de la industria del congelado, deficiencias en la velocidad en el procesamiento para un mejor aprovechamiento de la capacidad de la planta se constituye en un problema

crítico que afecta tanto la calidad, inocuidad y competitividad del producto final. Cuando la infraestructura de congelación no se asocia a la velocidad de procesamiento o el volumen requerido, se generan demoras que incrementan la proliferación microbiana, deterioran la textura y reducen la vida útil de las especies procesadas [3]. Por otro lado, en el caso de las plantas de congelado de productos agroindustriales, muchas aún operan con tecnologías tradicionales que no logran mantener temperaturas óptimas ni garantizar un congelado uniforme limitando la eficiencia del proceso aumentando las pérdidas postcosecha [4].

La empresa del caso estudio es una de las principales plantas pesqueras en el Perú inicialmente dedicada a la extracción y procesamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en harina de pescado teniendo sus dos plantas de procesamiento una capacidad de 120 ton/h. El crecimiento sostenido de la industria y la búsqueda de diversificación por una mayor competitividad en el sector impulsaron al desarrollo de una nueva unidad de negocio orientada al consumo humano directo (CHD), enfocada en la captura y comercialización de jurel (*Trachurus murphyi*) y caballa (*Scomber japonicus peruanus*) tanto como producto fresco y congelado. La planta de congelado para CHD inició operaciones en el 2006 siendo su capacidad instalada de 14 960 TM con un túnel de congelamiento con una capacidad de producción en el orden de 60 ton/h, alcanzando a procesar más de 65 000 TM anualmente y genera ingresos superiores a 65 millones de dólares. El producto congelado se presenta en cajas de 20 kg.

A partir del 2012, los efectos del cambio climático, la depredación por la excesiva presión sobre el recurso devino en el alejamiento de la materia prima, afectando directamente las operaciones de CHD. [5] lo que derivó en recortes presupuestales limitándose la inversión en mantenimiento de equipos y reducciones de personal en diferentes áreas pues, de 420 personas en el 2008 se redujo a solo 34. Así, los indicadores de productividad de la primera temporada de pesca del 2019 fueron del 79% para la eficiencia, 65,9% en eficacia y 52.7% en la productividad. En esa medida, la política pesquera del país ha establecido cuotas de pesca por lo

que cuando se apertura las temporadas de captura con asignaciones de cuotas reducida, la oportunidad de captura se asocia con la velocidad del procesamiento, por lo que el estudio de métodos contribuye a mejorar los tiempos en la producción del producto congelado mejorando las actividades críticas del proceso a fin de lograr el objetivo respecto a la cuota de captura signada.

En este contexto, en la industria pesquera del congelado como actividad de CHD, el mayor control de los costos que involucran sus procesos, la reducción del tiempo en el ciclo de congelamiento y los otros tiempos asociados en las diferentes actividades y etapas del proceso son fundamentales para elevar la productividad. Cada hora de inactividad representaban pérdidas económicas significativas y afectaban la calidad del producto congelado. Así, por cada hora donde la planta de congelado no produce la empresa incurra en gastos por mano de obra que está parada. Si a ello se añade problemas para descargar la materia prima desde las embarcaciones, se incrementan los costos por la afectación de la calidad de esta en las bodegas.

El diagnóstico situacional mediante la lluvia de ideas, el diagrama de Ishikawa, la matriz de Vester los gráficos de Pareto y estratificación permitieron identificar las principales causas del bajo rendimiento concentradas en el área de procesos. Entre estas destacaban actividades que no agregan valor, instructivos deficientes, demoras en la carga, falta de claridad en responsabilidades, escasa capacitación, tiempos improductivos, y deficiente coordinación. El análisis evidenció que la intervención debía centrarse en el área de procesos, aplicando metodologías de estudio del trabajo para optimizar tiempos, reducir costos y mejorar el rendimiento general. Tales mejoras eran esenciales para mantener la competitividad de la empresa; por lo que el objetivo de investigación propuesto fue, determinar como la aplicación del estudio de trabajo mejoraba la productividad del ciclo de congelamiento de la planta de congelados de la empresa pesquera del caso estudio.

El optimizar los tiempos y movimientos del personal en la cadena del proceso, especialmente, en el ciclo de congelamiento de la materia prima mediante el análisis de cada de las actividades efectuadas por el personal en las operaciones en los plazos establecidos y solicitados por la empresa se reflejarían en la mejorará de la velocidad de descarga de la materia prima desde las embarcaciones sin afectar la calidad de la pesca en las embarcaciones que esperan descargar. Cada operación mal ejecutada sumará un tiempo perdido generando demoras y “un cuello de botella”, donde cada minuto cuenta como gasto que suma a las operaciones de la planta de congelado.

El estudio del trabajo continúa siendo una de las metodologías más efectivas para mejorar la productividad en entornos industriales, especialmente en procesos donde predominan actividades manuales o semiautomatizadas [6]. La literatura reciente evidencia que la ingeniería de métodos y el análisis de tiempos permiten identificar ineficiencias

estructurales, eliminar actividades que no agregan valor y optimizar el uso de recursos humanos y tecnológicos [7]. La investigación de [8] demostró que la aplicación rigurosa del estudio de tiempos y el rediseño de métodos puede reducir más del 50% del tiempo improductivo y elevar la productividad en casi 18%, confirmando que la mejora del desempeño operativo no depende exclusivamente de inversiones en maquinaria, sino de la racionalización del trabajo. En la misma línea, investigaciones como la de [9] evidencian que la integración de herramientas de ingeniería industrial, como análisis de capacidad, estandarización y 5S, genera incrementos significativos en eficiencia (14%) y reducciones en tiempos de ciclo (18%), lo que reafirma la vigencia de los enfoques clásicos del estudio del trabajo en contextos modernos. Asimismo, [10] mostraron que la optimización de movimientos y la reorganización del puesto de trabajo pueden elevar la producción por hora en casi 20%, destacando la importancia del diseño ergonómico y el análisis micro temporal en estaciones de ensamblaje. Por su parte, [11] aporta evidencia respecto a que el rediseño de procesos basado en mejora continua reduce tiempos en 28% y reprocesos en 20%, demostrando que la productividad depende tanto del método y la calidad del flujo operativo. En la misma línea, [12] confirman que el estudio de tiempos sigue siendo una herramienta clave en la industria alimentaria, logrando reducciones del 21% en el ciclo de producción y mejoras del 18% en eficiencia coincidiendo con lo afirmado por [13] quienes analizaron la experiencia en la aplicación de la ingeniería de métodos en varias empresas manufactureras a nivel internacional, entre los años 2012 y 2021, concluyendo que el 100% de los casos los resultados fueron positivos, logrando incrementos significativos en la productividad.

Estos estudios muestran una tendencia clara: la productividad industrial mejora de manera significativa cuando se aplican metodologías estructuradas de estudio del trabajo, independientemente del sector productivo. La evidencia cuantitativa, coincide en que la reducción de tiempos, la eliminación de actividades que no añaden valor, la estandarización y la capacitación del personal son factores determinantes para incrementar la eficiencia. Se puede afirmar pues que, a pesar de las nuevas metodologías o la incorporación de nuevas tecnologías, las técnicas clásicas de ingeniería de métodos siguen siendo esenciales para enfrentar los desafíos actuales de competitividad, la variabilidad de la demanda y optimización de recursos.

Respecto a su definición conceptual, la OIT lo define como “la aplicación sistemática de técnicas para examinar el trabajo con el propósito de mejorar la utilización de los recursos” [14]. Según [15], se compone de dos grandes áreas; el estudio de métodos, centrado en el análisis crítico de la forma en que se realiza un trabajo, descomponiendo el proceso en operaciones, movimientos y actividades para eliminar lo innecesario, simplificar lo necesario así como el diseño de un mejor método [16], que incluye herramientas como diagramas

de proceso, diagramas de flujo, análisis de operaciones, estudio de movimientos y principios de economía de movimientos. En tanto la medición del trabajo, busca determinar el tiempo estándar que requiere un trabajador calificado para realizar una tarea definida, bajo condiciones específicas y a un ritmo de trabajo normal [15]. Las técnicas más utilizadas son el estudio de tiempos con cronómetro, los tiempos predeterminados y el muestreo del trabajo [16]. El estudio del trabajo busca pues mejorar la productividad y la eficiencia, reduciendo tiempos improductivos, eliminando actividades que no agregan valor y estandarizando los mejores métodos [14] [15]. Además, constituye la base para la fijación de estándares de desempeño, la planificación de la capacidad, el balance de líneas y la mejora continua [16]. Respecto a la productividad se entiende, en términos generales, como la relación entre los resultados obtenidos (output) y los recursos utilizados (input) en un proceso productivo [17]. Puede expresarse como productividad del trabajo, del capital, de los materiales o como la productividad total de los factores. En el ámbito industrial, la productividad del trabajo suele medirse como unidades producidas por hora-hombre, valor agregado por trabajador u otros indicadores similares [17]. En cuanto a los tipos de productividad se pueden mencionar a la productividad parcial, que es la relación entre el output y un solo tipo de input (por ejemplo, trabajo); productividad total, que es la relación entre el output y la combinación de todos los recursos utilizados (trabajo, capital, materiales, energía, etc.). En tanto que los factores que influyen en la productividad, se incluye el diseño del proceso, la tecnología, la organización del trabajo, la capacitación del personal, la calidad de la gestión, el mantenimiento de equipos y el entorno laboral [17]. La productividad es pues un indicador clave de competitividad y sostenibilidad empresarial y permite producir más (o mejor) con los mismos o menores recursos, reduciendo costos y mejorando la posición en el mercado [18].

II. METODOLOGÍA

El diseño metodológico fue preexperimental, pues se planteó la comparación analítica de indicadores de desempeño en escenarios pretest y posttest siendo coherente con investigaciones en ciencias aplicadas como la ingeniería industrial; y aun cuando estos diseños tienen ciertas limitaciones, como la falta de aleatoriedad en el muestreo, o la no existencia de un grupo de control, es pertinente para el análisis en estudios de tiempo de elementos que son parte de una producción continua. [19]. La metodología de la herramienta empleada se sustenta en la aplicación del Estudio del Trabajo como eje central de mejora abordando sus dos componentes fundamentales: el estudio de métodos y la medición del trabajo y buscando evaluar, de forma específica, su incidencia en la eficiencia y la eficacia del proceso, considerando que estas dimensiones son componentes esenciales del desempeño productivo [17]. En la fase de

estudio de métodos, se realizó el análisis detallado del ciclo de congelamiento mediante el uso de diagramas y flujogramas, a fin de identificar actividades que no agregan valor, demoras en la carga y deficiencias en la coordinación de tareas.

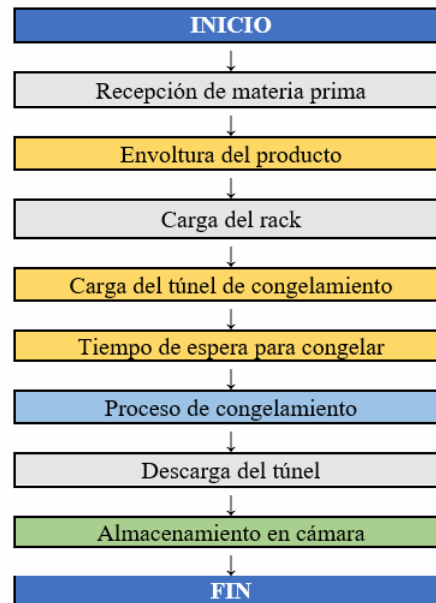


Fig. 1 Actividades de ciclo de congelado consideradas en la mejora del proceso

De acuerdo con el diagrama de flujo de la figura 1, se identifican en el proceso de congelamiento analizado las siguientes etapas críticas: envoltura del producto, carga del rack, carga del túnel de congelamiento, tiempo de espera para iniciar el congelamiento, y descarga final del túnel. Cada una de estas actividades se documentó exhaustivamente para proponer mejoras orientadas a eliminar, simplificar o combinar operaciones, en concordancia con los principios de mejora de métodos descritos por [20]. Posteriormente, en la fase de medición del trabajo, se aplicó el estudio de tiempos mediante cronometraje continuo, considerando factores de ritmo y suplementos, con la finalidad de estimar tiempos estándar del ciclo de congelamiento en escenarios pretest y posttest. Estos tiempos estándar constituyen la base para el cálculo de los indicadores de eficiencia, eficacia y productividad, entendidos como medidas clave del desempeño operativo [16]. El análisis de los datos recogidos antes y después de la implementación del estudio del trabajo se realizó mediante estadística descriptiva, empleando tablas comparativas para contrastar los resultados pretest y posttest, y evidenciar el impacto potencial del Estudio del Trabajo en la reducción de tiempos de ciclo y mejoras en la productividad.

Finalmente, la metodología se justifica como un recurso pedagógico y técnico válido, al facilitar la comprensión y aplicación de los fundamentos de ingeniería industrial, reforzando la importancia de la optimización de procesos

como estrategia para enfrentar la escasez de recursos y sostener la competitividad organizacional.



Fig. 2 Proceso de producción en una de las líneas de envasado

III. RESULTADOS

Después de aplicarse las técnicas del Estudio del Trabajo al proceso de congelamiento, se analizó el rendimiento operativo comparando dos momentos distintos. Se midió el tiempo que tomaba cada fase del ciclo (desde empacar el pescado, cargar los racks y llenar el túnel de congelado, hasta el tiempo de espera antes de arrancar el congelamiento y el tiempo del proceso de congelado). Se revisaron los registros de 30 ciclos para tres meses de trabajo como línea base inicial y otros 30 ciclos en 3 meses para el post test. Los ciclos no se eligieron al azar: coincidieron con las temporadas con la asignación de cuotas de pesca disponible debido a la estacionalidad de la industria y que incide en el ritmo de trabajo cuya intensidad varía en el año por las vedas impuestas para proteger el recurso. Al inicio, antes de implementar el estudio del trabajo, cada ciclo tomaba en promedio 2.28 horas procesando 41.2 toneladas por hora, como se puede apreciar en la Figura 3.

ITEM	ACTIVIDAD	PROMEDIO DE TIEMPO OBSERVADO (TO)	WESTINGHOUSE				FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTO										TOTAL SUP. % TN	TIEMPO ESTÁNDAR (segundos)
			H	E	CD	CS			Np	Fa	Ca	Tp	Tv	Tm	Fu	Mm				
1	Envoltura (mujeres)	4535	-0.05	-0.01	0.02	-0.02	0.91	4126.55	7%	4%	0%	4%	0%	2%	1%	18%	4869.68			
2	Carga túnel (hombre)	2254	0.08	0.05	0	0	1.13	2547.02	5%	4%	0%	2%	2%	1%	0	12%	2852.66			
3	Inicio congelamiento (h)	431	0.03	0	-0.03	0	1.00	431	5%	4%	3%	0%	4%	0%	0%	16%	499.96			
									Tiempo total (segundos)								8222.31			
									Tiempo total (minutos)								137.04			
									Tiempo total (horas)								2.28			

Fig. 3 Cálculo del Tiempo Estándar PreTest

Estos tiempos se midieron utilizando cronómetros de manera continua aplicándose el método Westinghouse que evalúa el ritmo al que trabaja cada operario, y considera los descansos necesarios según las condiciones particulares del lugar de trabajo (ambientes de baja temperatura). Los resultados pretest mostraban valores de 79,5% de eficiencia, 56.2% como eficacia, y 44.7% de productividad, los cuales fueron calculados con las fórmulas siguientes:

$Eficiencia = \text{Tiempo útil} / \text{Tiempo Total}.$ (1)

$Eficacia = \text{Unidades producidas} / \text{Unidades programadas}.$ (2)

$Productividad = Eficiencia \times Eficacia.$ (3)

Estos porcentajes evidenciaban las limitaciones identificadas, como el tiempo perdido en actividades que no agregaban valor real, la falta de métodos uniformes de trabajo entre los turnos, y problemas de sincronización entre las etapas de uno y otro proceso afectando el flujo de trabajo. Después de aplicado el estudio del trabajo, mejorándose los métodos de trabajo iniciales, eliminando las actividades que no agregaban valor, y estandarizado las actividades del proceso, se empezó a observar cambios importantes en los tiempos del ciclo. La medición del posttest, en las mismas condiciones que la etapa previa, permitió verificar que el tiempo de cada ciclo se redujo a 1.86 horas con una disminución del 22.5%. La Tabla 1 muestra las reducciones de tiempo de ciclo pre y post test.

TABLA I
REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CICLO

Actividad del Proceso	Pretest (horas)	Postest (horas)
Envoltura del producto	1.35	1.05
Carga del túnel de congelamiento	0.79	0.71
Tiempo de espera para iniciar el congelamiento	0.14	0.1
Tiempo total del Ciclo	2.28	1.86
Reducción de tiempo lograda	0.42 horas (22.5%)	

Respecto al tiempo original, la mejora alcanzada estuvo, principalmente, en tres puntos clave: una reorganización completa en las estaciones donde se empacaba la materia prima, eliminando movimientos que no eran necesarios y que no aportaban valor al proceso y generaban tiempo perdido; en segundo lugar se colocaron señales visuales para que el personal supiera exactamente qué hacer y cuándo, lo cual ayudó a que el personal de empaque y los que manejan los montacargas trabajaran con mayor coordinación; y en tercer lugar, se adelantó el trabajo en la preparación de los túneles antes de necesitarlos, chequeando las temperaturas con anticipación en vez de hacerlo sobre la marcha. Todas estas mejoras en los métodos de trabajo permitieron aumentar la capacidad teórica del sistema hasta 56.1 toneladas por hora en la segunda medición después de la implementación. Analizando los resultados de la medición posttest, los indicadores se incrementaron significativamente. Así, la eficiencia alcanzó al 86.8%, la eficacia llegó a 75.1%, y la medición de la productividad alcanzó a 65.2%. En términos porcentuales se obtuvieron incrementos del 9.2% para la eficiencia comparándola con los valores del pretest, del 33.6% para la eficacia y 45.9% de incremento porcentual en la productividad respecto a la medición pretest. El incremento más significativo fue en la eficacia que indica que ahora la

planta de congelados puede cumplir mejor con lo que se planea producir cada día. Por otro lado, la mejora del 9.2% en la eficiencia indica que se aprovecha de mejor forma las horas de trabajo del personal con un menor desperdicio de tiempo; la comparación con los valores del pretest se puede apreciar en la Figura 4

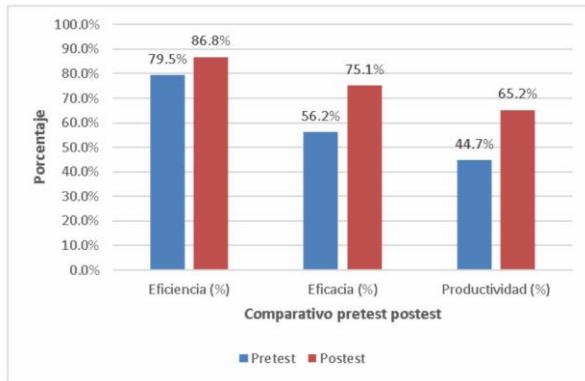


Fig. 4 Resultados de productividad Pre y Post Test

Estas mejoras en los indicadores de la productividad han contribuido a reducciones del ciclo completo a 1.86 horas en vez de las 2.28 horas que tomaba antes de implementarse el estudio del trabajo con un ahorro de 0.18 horas por cada ciclo, lográndose un incremento de 102 toneladas adicionales de producto congelado al mes en la planta, utilizando la misma maquinaria y tecnología. Los incrementos porcentuales alcanzados se detallan en la tabla 2:

TABLA II
INCREMENTOS PORCENTUALES DE INDICADORES EN ETAPAS PRE Y POST TEST

.Indicador	Pre test	Post test	% Incremento
Eficiencia (%)	79.5%	86.8%	9.2%
Eficacia (%)	56.2%	75.1%	33.6%
Productividad (%)	44.7%	65.2%	45.9%

Por otro lado, en cuanto a las pruebas de hipótesis, estas fueron determinadas mediante el estadígrafo de Wilcoxon, siendo los resultados los que se muestran en la Tabla III.

TABLA III
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE HIPÓTESIS PARA PRODUCTIVIDAD, EFICIENCIA Y EFICACIA

	Productividad POST - Productividad PRE	Eficiencia Post - Eficiencia Pre	Eficacia Post - Eficacia Pre
Z	-3,464 ^b	-3,103 ^b	-4,372 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	,001	,002	,000

Los resultados de la prueba de Wilcoxon evidencian mejoras significativas en la productividad, eficiencia y eficacia, dado que los estadísticos Z negativos (-3.464; -3.103; -4.372) muestran que los valores POST superan consistentemente a los PRE. Además, las significancias asociadas se encuentran muy por debajo del umbral de 0.05, lo que confirma que las diferencias observadas no se deben al azar. En conjunto, estos resultados indican que la aplicación del estudio del trabajo generó incrementos reales y estadísticamente significativos en la productividad, eficiencia y eficacia

IV. DISCUSIONES

Se examina de manera comparativa los resultados cuantitativos del Estudio del Trabajo aplicado al ciclo de congelamiento, contrastándolos con los porcentajes de mejora reportados en los artículos científicos analizados. El análisis se organiza de forma progresiva, considerando en primer lugar la eficiencia, luego la eficacia y finalmente la productividad, con el propósito de identificar coincidencias y divergencias y explicar los factores que podrían justificar dichas diferencias. En relación con la eficiencia, los resultados de la aplicación del Estudio del Trabajo en esta investigación evidencian una mejora del 9,2 % entre el pretest y el posttest, lo que refleja un uso más racional del tiempo operativo y de los recursos disponibles. Este valor resulta cercano a los incrementos reportados por [21], quienes señalan mejoras aproximadas del 10 % tras la estandarización de tiempos mediante estudios de cronometraje. De manera similar, [12] reportan incrementos de eficiencia que oscilan entre el 8 % y el 12 %, atribuibles a la reorganización de métodos y a la reducción de movimientos innecesarios. Las diferencias marginales observadas pueden explicarse por el hecho de que los estudios empíricos se desarrollaron en contextos reales, donde intervienen factores operativos y humanos de mayor variabilidad. Por otro lado, los resultados obtenidos respecto a la eficiencia discrepan con los obtenidos por [22], en esta investigación se evidencia una mejora de solo el 2.75%, la diferencia podría entenderse en el sentido que se trata de la mejora de un proceso de ensamble , en el cual se partía en pretest desde un 96.25%, por lo que las mejoras adicionales después de la implementación del estudio del trabajo tienden a ser marginales, aunque se logre reducir el tiempo de trabajo. Respecto a la eficacia, en la investigación se evidencia un incremento del 33,6 %, siendo este el indicador que presenta la mayor variación relativa. Este resultado guarda coherencia con los hallazgos de [23], quienes reportan un aumento del 30 % luego de estandarizar los métodos de trabajo mejorar la planificación de la producción. De forma comparable, [24] identifican mejoras del 24 % en el cumplimiento de los planes productivos. La diferencia a favor de los hallazgos de la investigación pueden atribuirse a que parte de una situación inicial con mayores niveles de desorganización, lo que amplifica el impacto de la

intervención metodológica, de igual manera, por otro lado la investigación de [25] muestra también un incremento del 25% en la eficacia pues tratándose de una investigación en una empresa de confecciones, se tiene que un uso intensivo de mano de obra, que requiere un análisis bastante minucioso de las actividades. En cuanto a la productividad, luego de la implementación se reporta un incremento del 45,9 %, valor que está dentro del rango de mejoras señaladas por [8] quienes evidencian incrementos entre el 35 % y el 50 % tras aplicar técnicas de mejora de métodos y medición del trabajo. De igual manera, [9] reportan mejoras cercanas al 40 %, ligeramente inferiores a las del estudio efectuado, que se explica pues los procesos analizados contaban con cierto grado de estandarización previa. Resultados en rangos similares son reportados por [10] y [26], quienes muestran incrementos de productividad entre el 30 % y el 45 % tras la optimización de los métodos de trabajo. La comparación cuantitativa realizada permite afirmar que los resultados obtenidos en el Estudio del Trabajo son consistentes con la evidencia empírica reportada en la literatura. Las similitudes y diferencias identificadas responden principalmente al contexto inicial de los procesos, el alcance de las herramientas aplicadas y nivel de madurez operativa de cada sistema productivo, confirmando la pertinencia del Estudio del Trabajo como una estrategia eficaz para mejorar la eficiencia, la eficacia y la productividad.

En el mismo sentido, [17] sostiene que la productividad es una función conjunta de la eficiencia y la eficacia, ya que una organización puede ser eficiente pero no eficaz, o eficaz pero no eficiente; solo cuando ambas dimensiones se combinan se logra un desempeño productivo sostenible. Por ello, la productividad se entiende como la capacidad de producir resultados valiosos utilizando los recursos de manera óptima y alcanzando las metas establecidas. Explica también, que la eficiencia mide la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos, por lo que constituye un indicador clave del desempeño interno de una organización. En términos operativos, la eficiencia busca minimizar desperdicios y maximizar el aprovechamiento de los recursos, siendo un componente fundamental de la productividad. [27] señala que la eficacia consiste en “hacer las cosas correctas”, es decir, alcanzar los resultados esperados independientemente de los recursos utilizados. En el ámbito productivo, la eficacia se mide por el cumplimiento de metas de producción, niveles de calidad o tiempos de entrega, y representa la capacidad del sistema para generar los resultados deseados.

V. CONCLUSIONES

Las técnicas del Estudio del Trabajo aplicadas al ciclo de congelamiento demostraron ser altamente efectivas para optimizar el desempeño operativo de la planta, logrando una reducción del tiempo total del ciclo en 22.5% y mejoras significativas en los indicadores clave: la eficiencia aumentó

en 9.2%, la eficacia en 33.6% y la productividad en 45.9%. Asimismo, la prueba de Wilcoxon confirmó que estas mejoras no se deben al azar, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre los escenarios pre y post intervención. En conjunto, los hallazgos validan que la ingeniería de métodos constituye una herramienta robusta para reducir tiempos improductivos, estandarizar procesos y elevar la capacidad productiva sin requerir inversiones adicionales en infraestructura o tecnología.

REFERENCIAS

- [1] C. Concha, E. Erazo, A. K. Serrano Castro, C. W. Ayme Ayme, y L. A. Lucintuña Punina, “La innovación empresarial basada en tecnología como factor clave para el éxito organizacional”, *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 8, núm. 6, pp. 11817–11831, feb. 2025, doi: 10.37811/cl_rcm.v8i6.15991.
- [2] M. A. Aragón Charry y K. del Carmen Villalobos, “Innovación Tecnológica para Optimizar los Procesos en Organizaciones Transcomplejas”, *Télématique Rev. Electrónica Estud. Telemáticos*, vol. 23, núm. 1, pp. 3–17, 2024.
- [3] M. D. Camacho Rioja, “Innovación Tecnológica y Puntos Críticos en la Calidad de la Carne Bovina de Exportación: Una Revisión Sistemática”, *Rev. Veritas Difus. Científica*, vol. 6, núm. 1, pp. 48–66, feb. 2025, doi: 10.61616/rvdc.v5i3.392.
- [4] M. Veena, K. Sravani, A. Praneeth, y S. J. R. Kumar, “Recent advances in fish freezing technologies and cold chain management: Ensuring quality from catch to consumer”, *Int. J. Vet. Sci. Anim. Husb.*, vol. 10, núm. 6S, pp. 21–30, ene. 2025, doi: 10.22271/veterinary.2025.v10.i6Sa.2340.
- [5] C. Parada *et al.*, “Variabilidad ambiental y recursos pesqueros en el Pacífico suroriental: estado de la investigación y desafíos para el manejo pesquero”, *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, vol. 41, núm. 1, pp. 1–28, mar. 2013.
- [6] A. M. Muñoz, “Estudio De Tiempos Y Su Relación Con La Productividad”, *Rev. Investig. En Cienc. Adm. ENFOQUES*, vol. 5, núm. 17, pp. 40–54, 2021.
- [7] J. M. H. Caiza, E. S. Z. Cáceres, R. P. A. Castillo, y M. A. A. Reyes, “Ingeniería de métodos, medición del trabajo mediante el estudio de tiempos”, *Polo Conoc.*, vol. 9, núm. 6, pp. 3–16, jun. 2024, doi: 10.23857/pc.v9i5.7293.
- [8] M. Montoya-Reyes, A. González-Angeles, I. Mendoza-Muñoz, M. Gil-Samaniego-Ramos, y J. Ling-López, “Method engineering to increase labor productivity and eliminate downtime”, *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 13, núm. 2, p. 321, may 2020, doi: 10.3926/jiem.3047.
- [9] C. E. Mendoza Ocaña, F. J. Lozano Cabana, C. A. Muñoz Cruzado, J. C. E. Salcedo Marreros, E. Salinas Polo, y L. G. Santiago Vargas, “Engineering Tools to Increase Productivity in the Production Area of Alfa Industrias Alimentarias S.A.C., Trujillo 2024”, en *Proceedings of the 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): “Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship”*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2024. doi: 10.18687/LEIRD2024.1.1.258.
- [10] P. R. Akkoni, V. N. Kulkarniand, y V. N. Gaitonde, “Applications of work study techniques for improving productivity at assembly workstation of valve manufacturing industry”, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 561, núm. 1, p. 012040, oct. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/561/1/012040.
- [11] A. L. Aldea Molina, “Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua”, *Ind. Data*, vol. 24, núm. 1, pp. 7–22, ago. 2021, doi: 10.15381/ida.v24i1.19616.
- [12] A. G. Alfaro Pacheco y R. K. Moore Torres, “Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la

- eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados”, *Ind. Data*, vol. 23, núm. 1, pp. 113–126, oct. 2020, doi: 10.15381/idata.v23i1.16651.
- [13] G. J. Espinoza Soto y R. F. Dávila Laguna, “Methods engineering in the productivity of manufacturing companies: a literature review”, *J. Sci. Technol. Res. Ind.*, vol. 3, núm. 1, pp. 10–20, jun. 2022, doi: 10.47422/jstri.v3i1.21.
- [14] *Introducción al estudio del trabajo*, 4a ed. rev. Ginebra: OIT, 1996.
- [15] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*, Primera edición. Bogotá, D.C.: Ecoe Ediciones, 2009.
- [16] A. Freivalds y B. W. Niebel, *Niebel’s methods, standards, and work design*, 12th ed. Boston: McGraw-Hill Higher Education, 2009.
- [17] J. Prokopenko, *La gestión de la productividad*, 1a ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989.
- [18] Y. M. E. Escobar y X. E. Buenaño, “Estrategias de competitividad para las micro, pequeñas y medianas empresas: Propuesta con enfoque en indicadores financieros”, *Rev. Cienc. Soc.*, vol. 31, pp. 86–103, oct. 2025, doi: 10.31876/rsc.v31i.44553.
- [19] R. Hernández Sampieri, C. F. Fernández-Collado, y P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, Sexta edición. México D.F.: McGraw-Hill Education, 2014.
- [20] H. Gutiérrez Pulido, *Calidad y productividad*, Cuarta edición. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana, 2020.
- [21] S. Wangchuk y A. K. Madan, “Stopwatch Method For Assembly Line Production”, vol. 5, núm. 1, 2023.
- [22] S. R. Kale, “Improving Productivity by Reducing the Assembly Time of Rotary Tillers in a Manufacturing Industry in Maharashtra, India.”, vol. 08, núm. 09, 2021.
- [23] S. G. Gebeyehu, M. Abebe, y A. Gochel, “Production lead time improvement through lean manufacturing”, *Cogent Eng.*, vol. 9, núm. 1, p. 2034255, dic. 2022, doi: 10.1080/23311916.2022.2034255.
- [24] F. Poswa, O. T. Adenuga, y K. Mpofu, “Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry”, *Processes*, vol. 10, núm. 9, p. 1884, sep. 2022, doi: 10.3390/pr10091884.
- [25] D. F. M. Kasie, K. Kebede, y S. Mekta, “Time and Method Study Analysis to Improve Productivity of Shirt Manufacturing for Case of JP Garment: Kefitaw Kebede, Fentahun Moges Kasie*, Sahle Mekta”, *Ethiop. J. Eng. Technol.*, vol. 3, pp. 62–76, 2023, doi: 10.82127/30q8sg39.
- [26] M. F. A. M. Azhar, A. H. Ahmad, M. H. Jamaludin, S. A. Osman, y S. A. Osman, “Enhancing Operational Efficiency through Stopwatch Time Study: A Systematic Approach for Performance Evaluation”, *J. Adv. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 59, núm. 2, pp. 181–191, 2026, doi: 10.37934/araset.59.2.181191.
- [27] P. F. Drucker, *Management: tasks, responsibilities, practices*, Repr. New York: Collins Business, 2008.