Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XLIII/No.4/octubre-diciembre/2022/4343

ARTÍCULO ORIGINAL
ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y DE LA PRODUCCIÓN

Análisis de tiempos en el envasado de leche condensada en Industria Láctea Ecuatoriana

Time analysis in the packaging of condensed milk in Ecuadorian Dairy Industry

Sergio Alejandro Abarca-Sánchez [I]

https://orcid.org/0000-0002-6582-4137

Yanelis Ramos-Alfonso [II]

https://orcid.org/0000-0001-8383-1245

[I] Estudiante del programa de la Maestría Académica con Trayectoria Profesional en Ingeniería Industrial, Mención Planeación y Control de la Producción y los Servicios. Universidad Técnica de Manabí. Ingeniero Industrial por la Universidad Nacional de Chimborazo.
*Autor para la correspondencia: sabarca5278@utm.edu.ec
[II] Profesora Titular. Universidad Técnica de Manabí, Carrera de Ingeniería Industrial. Facultad de Matemáticas, Físicas y Químicas.
*Autor para la correspondencia: yanelis.ramos@utm.edu.ec

Recibido: 23/10/2022
Aprobado: 30/11/2022

Resumen

La productividad dentro de las organizaciones es un indicador sumamente importante, ya que permite evaluar la mano de obra, el nivel de desarrollo económico y la competitividad de las organizaciones manufactureras. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un procedimiento como contribución a la mejora de la productividad en los procesos de envasado de leche condensada en industrias ecuatorianas. Se realizó una investigación cuantitativa, con la aplicación de herramientas como el estudio de tiempos, análisis operacional y diagrama hombre-máquina. La aplicación de este estudio en la línea de envasado de leche condensada mostró un incremento de la capacidad productividad en un 58 %, además, de la disminución de las pérdidas (mermas) en el proceso en un 99%, todo esto a raíz de la consideración de la mejora de los métodos y relacionado también a la tecnología utilizada.

Palabras clave: estudio de tiempos, análisis operacional, productividad, proceso, mejora.

Abstract

Productivity within organizations is an extremely important indicator, since it allows evaluating the labor force, the level of economic development and the competitiveness of manufacturing organizations. The objective of this research was to develop a procedure to improve productivity in condensed milk packaging processes in Ecuadorian industries. Quantitative research was carried out, with the application of tools such as time study, operational analysis and man-machine diagram. The application of this study in the condensed milk packaging line showed a 58% increase in productivity capacity, in addition to a 99% decrease in losses (wastage) in the process, all this as a result of the consideration of the improvement of methods and related to the technology used.

Keywords: *time study, operational analysis, productivity, process, improvement.*

I. INTRODUCCIÓN

En todo país para las empresas es de vital importancia la mejora de la productividad, ya que es la principal fuente del crecimiento económico de los mismos, el sector manufacturero lo que busca principalmente es producir más productos en el menor tiempo posible, y de esta manera incrementar sus utilidades, por eso es necesario llevar un control de la producción con la toma de tiempos para luego estandarizarlos [1]. Cuando se ha implementado un sistema de fabricación, la empresa debe llevar a cabo una mejora continua del rendimiento para mejorar la eficiencia de producción de los sistemas en funcionamiento. Esta actividad es obligatoria para que las empresas mantengan su competitividad, porque siempre hay factores de disminución de la productividad en los sistemas, como cambios de trabajadores/productos, desarrollo de nuevas tecnologías y revisión de la planificación de procesos [2].

El uso eficiente de las instalaciones de fabricación depende de la programación adecuada de los trabajos, la misma que está sujeta a la naturaleza del producto, el tamaño del lote, su transferencia de energía y material, además de la implementación de funciones intangibles como la planificación de la producción y *de los procesos*, el control de inventario y la gestión de la cadena de suministro [3]. La productividad se mide por el grado de eficiencia con que se emplean los recursos humanos y otros para alcanzar los objetivos empresariales. Esto quiere decir que se debe aplicar técnicas que permitan medir este grado de eficiencia. Para equilibrar la línea de trabajo, eliminar o reducir los movimientos no efectivos y acelerar los efectivos, se debe emplear un método [4].

Una de las técnicas para la Medición del Trabajo, es la ya conocida técnica de Estudio de Tiempos y Movimientos. El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida [5]. El propósito de la medición es recopilar datos que "son", es decir, datos reales de eventos reales. Para obtener estándares de tiempo "precisos", los datos se convierten normalmente en datos objetivo o datos que "deberían ser", es decir, datos que predicen eventos futuros en condiciones conocidas [6].

La importancia del estudio de tiempos y movimientos, es obtener un mayor conocimiento que aporte a diversas áreas, donde se realice algún proceso que pueda ser mejorado desde el punto de vista del esfuerzo humano, uso de recursos materiales, consumo de energías y calidad del resultado o producto final, cuidando que el desempeño de cada persona y su eficiencia impacten favorablemente en un incremento de la producción sin tener que recurrir a un esfuerzo o tiempo mayor en la obtención del resultado final [7].

La Industria Manufacturera es el principal sector de generación de valor agregado de la economía ecuatoriana, representa el 13,6% del PIB y registra el 8% del total de las empresas del país [1]. El sector industrial manufacturero cuenta con sectores que han crecido, mantenido y decrecido su nivel de valor agregado bruto (VAB), en comparación de 2019 y 2020. A nivel sectorial, todas las actividades económicas, excepto las relacionadas con la construcción para 2021 y la administración pública para 2021 y 2022, presentarían tasas de crecimiento positivas, según las proyecciones presentadas por el Banco Central del Ecuador [8].

La industria láctea en el Ecuador se ha desarrollado como tal desde 1900, sin embargo, la pasteurización de la leche, el proceso por el cual se eliminan los microbios que puede tener, solo comenzó en 1938 en Quito. Desde entonces, la cadena productiva de la leche ha ganado espacio y generado ingresos para familias y comunidades enteras. Existen 298 mil productores, de los

[1] EKOS. Industria: El sector que genera mayor valor agregado. Feb. (26), 2019: https://www.ekosnegocios.com/articulo/industria-el-sector-que-genera-mayor-valor-agregado.

que la gran mayoría son medianos y pequeños, con propiedades menores a 100 hectáreas, en las que se produce 65% de la leche que se consume a nivel nacional. La Organización Mundial de la salud recomienda que una persona consuma un mínimo de 130 litros de leche al año. En el Ecuador muchas instituciones manejan cifras distintas, pero calculan que, en promedio, cada ecuatoriano consume menos de 100 litros al año. Los productores y los empresarios ganaderos están enfocados en aumentar el consumo local, exponiendo las ventajas del consumo de la leche y todos los aportes nutricionales que este alimento brinda [9].

Esta Industria láctea tiene diferentes procesos productivos en su planta industrial, en los que prevalecen tecnologías atrasadas, con bajo nivel de automatización y controles, por lo que se generan pérdidas por retrabajo, rechazos, paradas de la producción, tiempos improductivos, excesivo costo por mantenimiento correctivo, mermas, desperdicios por la alta variabilidad de llenado de los envases, entre otros elementos que constituyen ineficiencias y costos por fallos y que deben ser atendidos para un mejor aprovechamiento de los recursos empresariales. A esto se suma que en muchas ocasiones las actividades carecen de estándares actualizados y se realizan de forma empírica, sin un estudio que avale las normas y procedimientos adecuados para su realización. Lo anterior demuestra la necesidad latente de estudiar a fondo dichos procesos productivos con el fin de establecer mejoras que permitan una mayor organización y productividad del trabajo.

Consecuentemente, el objetivo de la investigación es desarrollar un procedimiento que contribuya a la mejora de la productividad en los procesos de obtención de leche condensada en plantas ecuatorianas. Para el alcance de dicho fin se plantea el empleo de técnicas conocidas y utilizadas comúnmente dentro de la Ingeniería Industrial, tales como el estudio de tiempos, de métodos y el análisis operacional, esperando disminuir tiempos de ciclos productivos, y, además, evitando mermas en las etapas del proceso, así como el aumento de las unidades producidas.

II. MÉTODOS

La actual propuesta metodológica se fundamenta en los precedentes de Bello Parra, Murrieta y Cortes; Hauser y Muñoz Choque, en la consideración de herramientas para la mejora de procesos desde el estudio de tiempos y movimientos; dando lugar a la metodología mostrada en la figura 1 [10, 11, 12].

Se establece el predominio del **e**nfoque cuantitativo, dado que se utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar las preguntas de investigación establecidas previamente, la medición numérica, y frecuentemente el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento dentro del proceso productivo.

Se considera un trabajo de campo, dado que, la toma de muestras de tiempos del proceso productivo se realizó dentro de la planta de producción, específicamente en la línea de envasado de leche condensada, en el período comprendido entre septiembre de 2021 y agosto de 2022. Dentro de las técnicas esenciales a utilizar se precisan las siguientes:

- Observación Directa.

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014), expresan que: "la observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta". A través de esta técnica el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación [13].

- Estudio de tiempos.

De acuerdo con lo expresado por Hernández, Fernández y Baptista (2014) el estudio de tiempos es una técnica aplicada para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo que debe asignarse a una persona, conocedora de su trabajo, para llevar a cabo una tarea determinada [13].

El procedimiento propuesto para la mejora de la productividad de procesos (figura 1), considera 5 pasos esenciales con dos sub-pasos, correspondientes al estudio de tiempos.

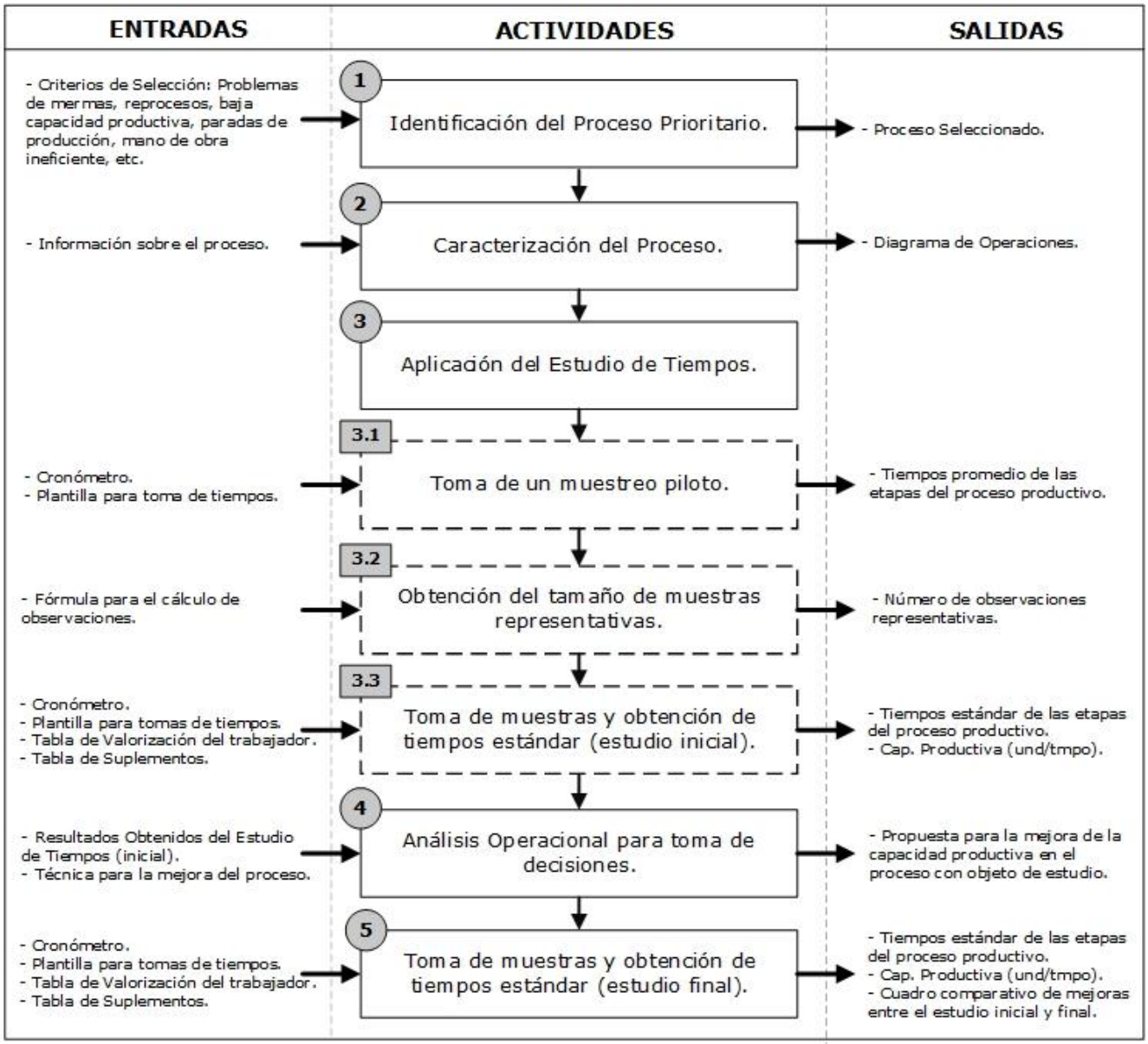


***Fig. 1**. Procedimiento para la mejora de la productividad del proceso.*

1. Identificación del Proceso Prioritario.

La identificación del proceso prioritario parte de la identificación de los procesos operativos (claves), por la presencia de fallos, reprocesos, no conformidades, paradas de la producción, cuellos de botella, amontonamientos, entre otros aspectos que representen ineficiencias a ser mejoradas; basado en la revisión documental y el criterio por consenso de los especialistas de producción con experiencia en la actividad de producción de la planta.

2. Caracterización del Proceso.

Con la información obtenida en la planta industrial, mediante la observación directa y todos los datos recopilados en el sitio, se realizará un diagrama de operaciones para definir las etapas que comprenden el proceso productivo en estudio, el diagrama de operaciones (OTIDA), el mismo que se define como la representación gráfica de un cuadro general de cómo se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones [14].

Mediante dicho análisis se identifican operaciones que deban ser estudiadas con mayor profundidad para una mejor combinación de los factores productivos con el fin de aumentar la

productividad de la línea estudiada. En dicho contexto es vital el análisis de la capacidad como base del establecimiento de limitantes que constituyan reservas de productividad. Se entiende por capacidad el potencial de un trabajador, una máquina, un centro de trabajo, un proceso, una planta o una organización destinado a fabricar productos por unidad de tiempo [15].

3. Aplicación del estudio de tiempos.

3.1. Toma de muestras iniciales (muestreo piloto).

Luego se procede a una toma inicial de muestras, también conocido como un muestreo piloto, con la ayuda de un cronómetro y una plantilla para anotar los tiempos obtenidos. El promedio de los ciclos tomados en cada una de las etapas del proceso servirá como dato para calcular el número adecuado de observaciones representativas.

3.2. Obtención del tamaño de muestras representativas.

Una vez obtenidos el tiempo promedio del muestreo piloto, en las etapas del proceso, se calculó el número de observaciones representativas, utilizando la siguiente fórmula [4]:

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

Donde:

t (probabilidad de ocurrencia).

s (desviación estándar), k (margen de error).

$\bar{x}$ (promedio o media de los tiempos de ciclo en cada una de las etapas del proceso productivo).

3.3. Toma de muestras finales y obtención de tiempos estándar.

Una vez determinado el número de observaciones representativas, con la ayuda de un cronómetro, además, de una plantilla para la anotación de los datos obtenidos, la tabla de valorización del trabajador y la tabla de holguras en un estudio de tiempo, se obtendrán los tiempos estándar de todas las etapas del proceso productivo. El proceso para llegar a obtener el tiempo estándar en cada una de las etapas se realizará de la siguiente manera:

- ***Tiempo Promedio*** **=** La media de todas las observaciones realizadas (muestras de ciclo).
- ***Tiempo Normal*** **=** Tiempo Promedio x % Valorización del Ritmo del Trabajo (*figura 2*).

El tiempo normal, es el tiempo que emplea una persona a ritmo normal [14].

Escala Norma Británica (0 - 100)%	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable (Km/h)
0	Actividad nula	
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3,2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4,8
100 (Ritmo normal o tipo)	Activo, capaz, como de operario calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6,4
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del operario calificado medio	8
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por varios periodos; actuación de "virtuoso" solo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes	9,6

Fig. 2*. Valorización del Ritmo de Trabajo (Adaptado de Engineering and Allied Employers, 1996).*

- ***Tiempo Estándar*** **=** Tiempo Normal + Holguras del Estudio de Tiempos.

- *Holguras del Estudio de Tiempos = Tiempo Normal x % de Holguras en cada etapa (figura 3).*

El tiempo estándar es el tiempo por considerar globalmente de la operación [15].

Holguras	Valor %	Holguras	Valor %
A. Holguras Constantes		c. Muy inadecuada.	**5**
Necesidades Personales.	**5**	*5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad).*	**0-100**
Fatiga Básica.	**4**	*6. Atención Cercana*	
B. Holguras Variables		a. Trabajo bastante fino.	**0**
1. Holgura por estar parado.	**2**	b. Trabajo fino o exacto.	**2**
2. Holgura por posición anormal.		c. Trabajo muy fino o muy exacto.	**5**
a. Un poco incómoda.	**0**	*7. Nivel de Ruido.*	
b. Incómoda (flexionado).	**2**	a. Continuo.	**0**
c. Muy incómoda (acostada, estirado).	**7**	b. Intermitente: fuerte.	**2**
3. Uso de fuerza o energía muscular (Peso levantado en lb).		c. Intermitente: muy fuerte.	**5**
5 lb	**0**	d. De tono alto: fuerte.	**5**
10 lb	**1**	*8. Esfuerzo Mental*	
15 lb	**2**	a. Proceso bastante complejo.	**1**
20 lb	**3**	b. Espacio de atención compleja o amplia.	**4**
25 lb	**4**	c. Muy complejo.	**8**
30 lb	**5**	*9. Monotonía*	
35 lb	**7**	a. Baja.	**0**
40 lb	**9**	b. Media.	**1**
45 lb	**10**	c. Alta.	**4**
> a 45 lb	**12**	*10. Tedio*	
4. Mala iluminación		a. Algo tedioso.	**0**
a. Un poco debajo de lo recomendado.	**0**	b. Tedioso.	**2**
b. Bastante debajo de lo recomendado.	**2**	c. Muy tedioso.	**5**

Nota. Esta figura muestra las diferentes holguras que deberán tomarse en cuenta dentro del estudio del trabajo.

Fig. 3*. Holguras del Estudio de Tiempos (Adaptada de Niebel, 2009).*

4. Análisis Operacional para toma de decisiones.

Luego de ejecutado el análisis del proceso total se realiza un Análisis de Operaciones del proceso productivo.

Los analistas de métodos utilizan el análisis de operaciones para estudiar todos los elementos productivos y no productivos de una operación, incrementar la productividad por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios con el fin de conservar o mejorar la calidad. Dentro del análisis operacional, según [4], existen los siguientes enfoques primarios:

1. Finalidad de la Operación,
2. Diseño,
3. Tolerancias y especificaciones,
4. Material,
5. Proceso de Fabricación,
6. Preparación y Herramental,
7. Manejo de Materiales,
8. Distribución de Planta,
9. Condiciones del trabajo
10. Principios de la Economía de movimientos

El análisis de los anteriores aspectos en las operaciones del proceso permite la identificación de oportunidades de mejora de la productividad, para la toma de acciones en cuanto a mejores métodos, cambio de materias primas, diseño de estándares más adecuados, adquisición de tecnologías más eficientes, automatización, formación del personal, entre otra.

Paralelamente se propone utilizar el diagrama Hombre-Máquina, para la mejora de métodos en operaciones que así lo requieran, mediante su observación en el análisis operacional.

De acuerdo con lo expresado por (Niebel, 2009) el diagrama de procesos hombre-máquina muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina, así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo, específicamente se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez [4].

Los anteriores análisis conllevan a la obtención de un diseño de proceso mejorado, a tono con las deficiencias encontradas, ya sea por una mejora en la planificación y/o ejecución del mantenimiento, el desarrollo de estándares de procesos, de mejores métodos de trabajo, de automatización, entre otras acciones que respondan a las condiciones específicas de las plantas estudiadas.

5. Toma de muestras y obtención de tiempo estándar (final)

La mejora del proceso se establece en términos de tiempo necesario por operación estudiada, en un contraste del antes y el después, así como la mejora de la capacidad real productiva, marcado por la productividad, medida en unidades producidas por hora, del mismo modo, en un análisis dinámico.

III. RESULTADOS

El caso que se presenta corresponde al desarrollo del procedimiento establecido para la mejora de operaciones en una línea de envasado de leche condensada ubicada en la ciudad de Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Ecuador.

1. Identificación del Proceso Prioritario.

La figura 4 muestra las etapas del proceso estudiado, donde el consenso de los especialistas denotó la apertura del empaque como etapa crítica por las altas mermas, fundamentadas en la obsolescencia tecnológica e inadecuados métodos de trabajo.

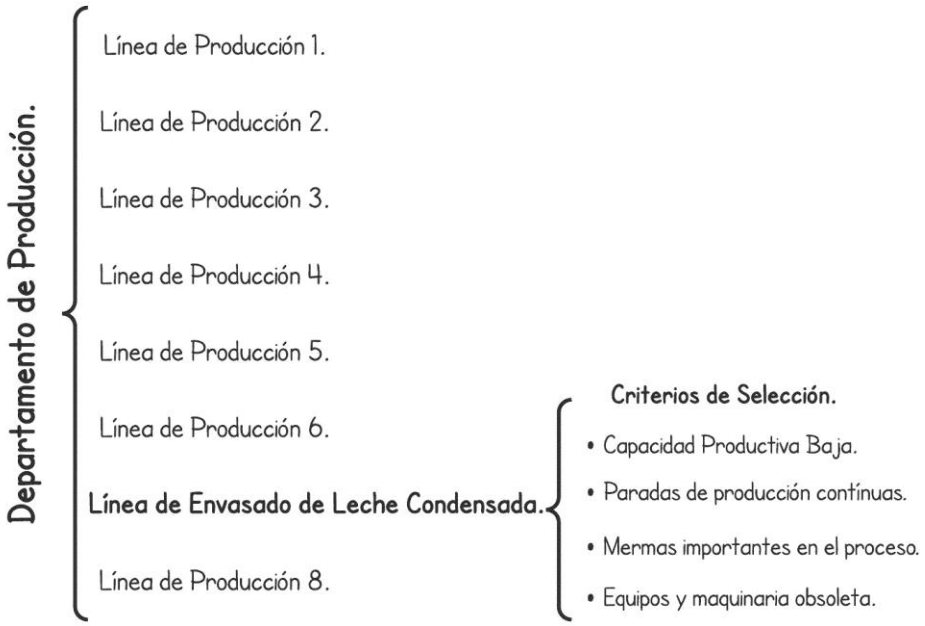


Fig. 4*. Selección del proceso con objeto de estudio.*

2. Caracterización del Proceso.

Una vez identificado el envasado como proceso crítico dentro del departamento de producción se procede a diagramar las operaciones que se desarrollan en el mismo, como se muestra en la figura 5.

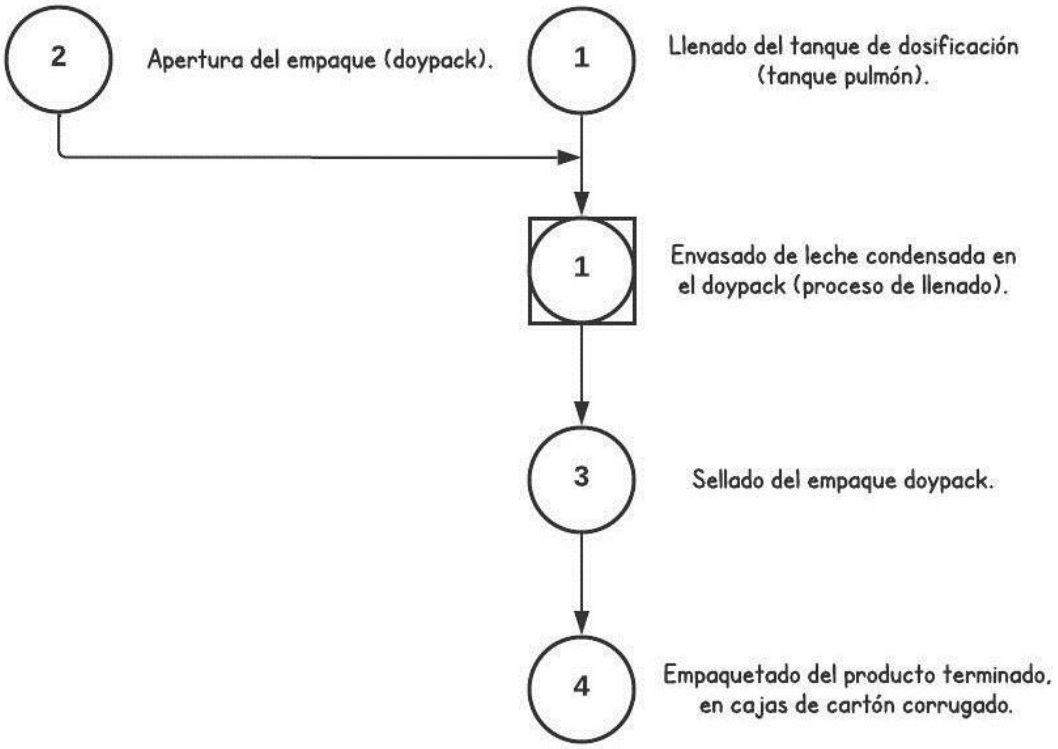


***Fig. 5**. Diagrama Operacional.*

3. Aplicación del estudio de tiempos.

3.1. Toma de un muestreo piloto.

La toma de muestras con cronómetro arrojó los valores mostrados en la tabla 1.

***Tabla 1.** Muestreo Piloto de las Etapas del Proceso de Envasado de Leche Condensada.*

Estudio de Tiempos: Línea de Envasado de Leche Condensada.							
Muestreo Piloto.							
N°	**Actividades**	**Muestreo Piloto (5 muestras).**					**Tiempo Promedio (minutos)**
		M1	**M2**	**M3**	**M4**	**M5**	
1	Llenado del tanque de dosificación (tanque pulmón).	11,45	11,54	12,01	11,44	12,11	**11,71**
2	Apertura del empaque (doypack).	0,112	0,115	0,083	0,11	0,107	**0,11**
3	Envasado de la leche condensada en el doypack (proceso de llenado).	0,067	0,065	0,067	0,071	0,07	**0,07**
4	Sellado del empaque (doypack).	0,073	0,08	0,079	0,074	0,078	**0,08**
5	Empaquetado del producto terminado, en cajas de cartón corrugado.	1,58	1,75	1,62	1,53	1,48	**1,59**

3.2. Obtención del tamaño de muestras representativas.

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

Donde:

t = 2,776 (Valor obtenido de la tabla de la distribución t, para todas las etapas).
s = (la desviación estándar va a diferir, ya que las muestras son diferentes en las etapas).
k = 5 %, con un α = 0.05 (margen de error, para todas las etapas).
$\bar{x}$ = (las medias van a depender de cada una de las etapas).

La tabla 2 establece las observaciones necesarias, en relación con las muestras iniciales, sus medidas de tendencia central y dispersión, siendo la apertura del empaque la operación de mayor variabilidad, lo que exigió una toma de 45 muestras finales.

Tabla 2. Observaciones Representativas para cada Etapa del Proceso Productivo.

Estudio de Tiempos: Línea de Envasado de Leche Condensada.						
Cálculo del Número de Observaciones Representativas.						
N°	**Actividades**	**t**	**s**	**k**	**$\bar{X}$**	**Número de Observaciones Representativas.**
1	Llenado del tanque de dosificación (tanque pulmón).	2,776	0,324	0,05	11,71	***2***
2	Apertura del empaque (doypack).	2,776	0,013	0,05	0,11	***45***
3	Envasado de la leche condensada en el doypack (proceso de llenado).	2,776	0,003	0,05	0,07	***5***
4	Sellado del empaque (doypack).	2,776	0,003	0,05	0,08	***6***
5	Empaquetado del producto terminado, en cajas de cartón corrugado.	2,776	0,103	0,05	1,59	***13***

3.3. Toma de muestras y obtención de tiempos estándar (estudio inicial).

En la tabla 3, se observa el cálculo del tiempo estándar en cada una de las operaciones estudiadas del proceso.

- **Tiempo Promedio =** La media de todas las observaciones realizadas (muestras de ciclo).
- **Tiempo Normal =** Tiempo Promedio x Valorización del Trabajador.
- **Tiempo Estándar =** Tiempo Normal + Holguras del Estudio de Tiempos.

Tabla 3. *Estudio de Tiempos del Proceso de Envasado de Leche Condensada (inicial).*

Estudio de Tiempos: Línea de Envasado de Leche Condensada.						
Cálculo del Número de Observaciones Representativas.						
N°	**Actividades**	**Tiempo Promedio (minutos)**	**Valoración (%)**	**Tiempo Normal (minutos)**	**Suplementos (%)**	**Tiempo Estándar (minutos/persona)**
1	Llenado del tanque de dosificación (tanque pulmón).	11,44	100%	11,44	1,60	***13,04***
2	Apertura del empaque (doypack).	0,10	100%	0,10	0,010	***0,112***
3	Envasado de la leche condensada en el doypack (proceso de llenado).	0,06	100%	0,06	0,006	***0,070***
4	Sellado del empaque (doypack).	0,07	100%	0,07	0,007	***0,082***
5	Empaquetado del producto terminado, en cajas de cartón corrugado.	1,52	100%	1,52	0,197	***1,712***

La capacidad es definida como el volumen de producción recibido, almacenado o producido sobre una unidad de tiempo de acuerdo con Ramos (2016), se considera el cálculo de la capacidad productiva real en (unidades/hora), como se aprecia en la fórmula 1 [16]:

$$\textbf{Capacidad Productiva} = \frac{\textbf{unidades producidas}}{\textbf{tiempo (hora trabajada en el PT)}} \quad \textbf{(1)}$$

En la tabla 4 se establecen las personas que laboran y las capacidades productivas en el momento de la investigación.

Tabla 4. *Capacidad Productiva de las Etapas del Proceso (estudio inicial).*

Estudio de Tiempos: Línea de Envasado de Leche Condensada.						
Cálculo del Número de Observaciones Representativas.						
N°	**Actividades**	**Tiempo Promedio (minutos)**	**Tiempo Normal (minutos)**	**Tiempo Estándar (minutos/persona)**	**Número de Personas.**	**Productividad Parcial (uni/hora).**
1	Llenado del tanque de dosificación (tanque pulmón).	11,44	11,44	13,04	1	**911**
2*	Apertura del empaque (doypack).	0,10	0,10	0,11	1	**537**
3	Envasado de la leche condensada en el doypack (proceso de llenado).	0,06	0,06	0,07	1	**854**
4	Sellado del empaque (doypack).	0,07	0,07	0,08	1	**730**
5	Empaquetado del producto terminado, en cajas de cartón corrugado.	1,52	1,52	1,71	1	**841**

Donde:

2* es la etapa con menor capacidad

Como se observa en la tabla 4, la etapa con menor capacidad es la etapa 2 (apertura del doypack), esta actividad es completamente manual, en el siguiente punto se brindará una propuesta para mejorar la productividad en esta etapa del proceso, y por ende en la línea de envasado de leche condensada.

4. Análisis Operacional para toma de decisiones.

En el análisis operacional para la línea de envasado de leche condensada (figura 6), se tomaron en cuenta los puntos que determina Nievel & Andris (2009), abarcando las aristas necesarias para obtener resultados que brinden apoyo en la toma de decisiones. El mismo establece la mejora realizada al proceso, con apoyo en el diagrama hombre máquina, de forma paralela.

ANÁLISIS OPERACIONAL			
Fecha: 28/7/2022.	**Departamento:** Producción.	**Producto:**	Leche Condensada.
OBSERVADOR:	Sergio Abarca.	**APROBADO POR:**	Javier Perez.
Linea de Producción: Envasado de Leche Condensada.		**Operación:** Apertura del Empaque (doypack).	

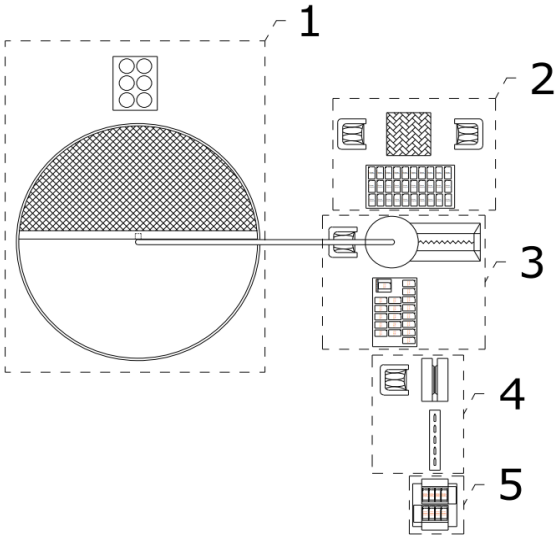
DETERMINE Y DESCRIBA	**DETALLES DEL ANÁLISIS**
1. Propósito de la Operación. Envasado de leche condensada, mejorando la productividad en la operación de apertura del empaque (doypack), incrementando las unidades envasadas por hora (capacidad productiva). Aperturar el empaque como preparación para el llenadi	¿Se puede cumplir el propósito de alguna manera ? **Sí, por medio de la automatización en la etapa con menor capacidad productiva.**
2. Lista completa de todas las operaciones que conforman el proceso. 1. Llenado del tanque de dosificación (tanque pulmón). 2. Apertura del empaque (doypack). 3. Envasado de la leche condensada en el doypack (llenado). 4. Sellado del empaque (doypack). 5. Empaquetado del producto terminado en cajas de cartón corrugado.	¿La Operación que se está analizando puede eliminarse? **No.** ¿La operación puede realizarse, en el periódo ocioso de otra? **No** ¿La secuencia de operaciones es la mejor posible? **Si.** ¿Deberían realizarse la operaciones en otro departamento para ahorro dinero? **No, las operaciones son propias de este línea, y del departamento de producción.**
3. Requisitos de Inspección. a. De esta operación. b. De la operación siguiente.	¿Es necesaria la inspección en la apertura del doypack? **No.** ¿Es necesaria la inspección en la operación siguiente? **Si, se toma un empaque lleno aleatoriamente, y se pesa en una balanza, para controlar el peso adecuado.**
4. Material. Envase doypack.	¿Puede sustituirse el material, por uno más barato? **No, el material actual es el más adecuado, para contener la leche condensada.**
5. Manejo de Materiales. a. Un montacargas traslada la leche condensada, hacia el muelle de recepción. b. Un carrito de 4 ruedas, traslada la leche condensada desde el muelle de recepción, hasta el tanque pulmón de recepción de leche condensada.	¿Deberían utilizarse vehículos especiales para el desplazamiento de los insumos y empaques? **Se cuenta con los vehículos adecuados**.
6. Configuración. A continuación se muestra un bosquejo de la distribución actual de las etapas del proceso.  **1.** Área de llenado (tanque pulmón). **2.** Área de apertura del empaque doypack. **3.** Área de envasado de la leche condensada en el empaque doypack. **4.** Área de sellado del empaque doypack. **5.** Área de empaquetado en cajas de cartón corrugado.	¿Podría mejorarse la distribución? **No, la distribución de los equipos es la adecuada.** ¿Las herramientas brindadas para el desarrollo de cada una de las actividades dentro de las etapas del proceso, son las adecuadas? **En la Etapa 1. Se ocupa un abrelatas manual, y una espátula para quitar los residuos que sobran en las latas, sin embargo, se puede disminuir la fatiga del operador con un abrelatas eléctrico para facilitar la apertura de las latas que se vierten en el tanque pulmón, por ende se disminuirá la aplicación de fuerza que se necesita para la apertura de las latas de leche condensada.**

Fig. 6*. Análisis Operacional de la Línea de Envasado de Leche Condensada (Sección A).*

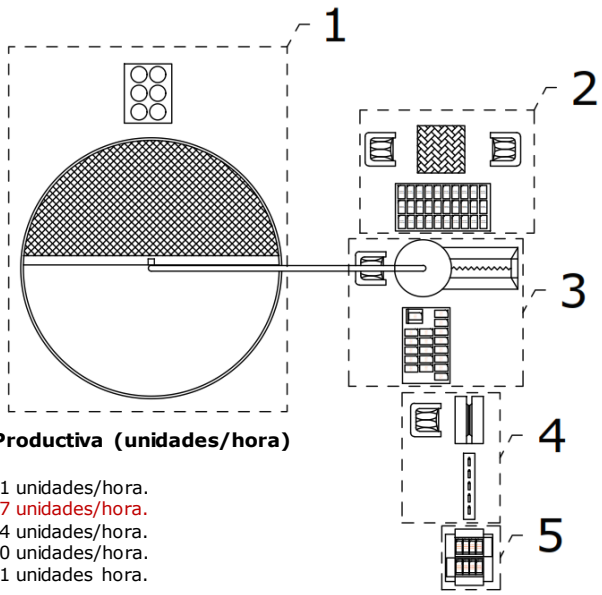
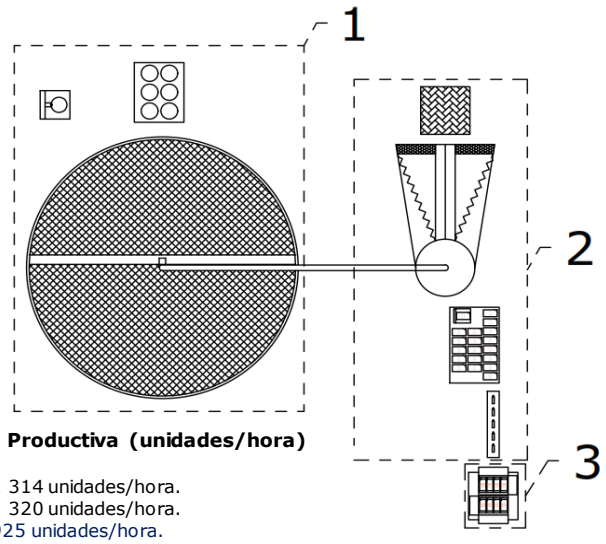
7. Considere las siguientes posibilidades.	**Acción Recomendada**
a. Comparación de los métodos, para determinar si un trabajador pueda ser polifuncional. b. Automatización de las etapas del proceso.	Automatizar las etapas del proceso con menos capacidad de producción.
8. Condiciones del Trabajo. **- Iluminación=** Es la adecuada para el trabajo que se realiza. **- Ruido=** El ruido es nulo, no existe decibeles altos. **- Volumen de Producción=** La planeación se entrega con anticipación. **- Probabilidad de Retrasos=** Existe un margen de tiempo por retrasos. **- Fuente para beber agua=** Existe un botellón con agua para hidratación. **- Lavabos=** Existen un lavabo para lavado de manos. **- Ventilación=** No es la adecuada, el 80% de la línea se encuentra aislada.	**Satisfactorias en general.** Iluminación: **Ok.** Ruido: **Ok.** Volumen de producción: **Ok.** Probabilidad de retrasos: **Ok.** Fuentes para beber agua: **Ok.** Lavabos: **Ok.** Ventilación: **Por mejorar.**
9. Método. **a. Antes del análisis y el estudio de tiempos y movimientos.**  **Capacidad Productiva (unidades/hora)** **-Etapa 1=** 911 unidades/hora. **-Etapa 2=** 537 unidades/hora. **-Etapa 3=** 854 unidades/hora. **-Etapa 4=** 730 unidades/hora. **-Etapa 5=** 841 unidades hora. Antes de realizar un profundo análisis a la línea de envasado de leche condensada, tenía una capacidad productiva de: **537 unidades/hora** (viene dada por la etapa con menor capacidad de la línea), además, las mermas por batch de producción eran importantes, aproximadamente se perdían por proceso 50 kg de leche condensada, esto ocurría por que antes de arrancar la línea de envasado, se realizaban pruebas de calibración en la llenadora, para que la misma deposite el contenido adecuado en las bolsas doypack. **b. Después del análisis y el estudio de tiempos y movimientos.**  **Capacidad Productiva (unidades/hora)** **-Etapa 1=** 1 314 unidades/hora. **-Etapa 2=** 1 320 unidades/hora. **-Etapa 3=** 925 unidades/hora. Luego de realizar un profundo análisis a la línea de envasado de leche condensada, con la automatización de las etapas 2,3 y 4, se tiene ahora una capacidad productiva de: **925 unidades/hora** (viene dada por la etapa con menor capacidad de la línea), en comparación a la capacidad productiva anterior al análisis de la línea, se mejoró en un 58**%**, además, las mermas disminuyeron en un **98,99%**, el 1,01% restante de las mermas es el residuo que se queda en las latas, en el momento de verterlas en el tanque pulmón (etapa 1).	Es importante indicar que luego de realizar el análisis para la mejora de la capacidad productiva (inicial) en la línea de envasado de leche condensada, se tomó la decisión de automatizar las etapas de apertura del doypack, llenado del empaque y sellado del empaque, con un solo equipo que realizará el trabajo de estas 3 etapas en conjunto, con una capacidad de **22 unidades/min**, además, las mermas que genera este nuevo equipo disminuyeron en un **98,99%**, sin embargo las capacidades productivas previas y posteriores a su proceso son bajas, entonces la etapa 1 (llenado del tanque pulmón) y la etapa 3 (empaquetado del producto terminado) se balancearon a la capacidad productiva de este nuevo equipo (etapa 2), utilizando técnicas de mejoras en el proceso. Para aumentar la capacidad productiva en la etapa 1, se realizó un **diagrama hombre-máquina** con un escenario en donde el tanque pulmón tenga la abertura total de su cubierta (observar en **figura # 6**), mientras tanto en la etapa 3, el operador que supervisa el funcionamiento correcto del nuevo equipo, dedicará un 10% de su tiempo en apoyo a la etapa 3. Se determina también, que debido a que no se logra balancear del todo la línea, el % de utilización de este nuevo equipo es de **70,07%**. Cabe recalcar, que también se obtendrá ahorros por la disminución de la mano de obra, antes del análisis se ocupan 5 operadores, 1 en cada etapa del proceso, ahora posterior al análisis se necesitarán 3 operadores para todas las etapas del proceso.

Fig. 7*. Análisis Operacional de la Línea de Envasado de Leche Condensada (Sección B).*

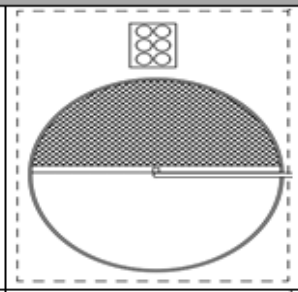
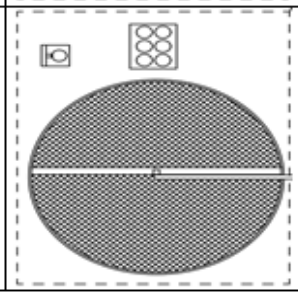
A continuación, se presenta el diagrama *hombre-máquina* realizado como propuesta en la mejora del proceso en la etapa 1.

Abreviaturas.	
MTA1	Media Tapa Abierta 1.
MTA2	Media Tapa Abierta 2.

Fig. 8*. Abreviaturas del Diagrama Hombre - Máquina.*

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA.					
ACTIVIDAD.			LLENADO DEL TANQUE PULMÓN.		
REALIZADO.			Sergio Abarca.		
REVISADO.			Javier Perez.		
Operario 1	**Tiempo (minutos).**	**Tanque Pulmón (1/2 tapa abierta) MTA1**	**Tiempo (minutos).**	**Tanque Pulmón (1/2 tapa abierta) MTA2**	**Tiempo (minutos).**
Carga MTA1.	1	En Carga.	1	Parada.	1
	2		2		2
	3		3		3
	4		4		4
	5		5		5
	6		6		6
	7		7		7
Carga MTA2.	8	Funciona.	8	En Carga.	8
	9		9		9
	10		10		10
	11		11		11
	12		12		12
	13		13		13
Descarga MTA1.	14	En Descarga.	14	Funciona.	14
	15		15		15
	16		16		16
	17		17		17
	18		18		18
Carga MTA1.	1	En Carga.	19		19
	2		20		20
	3		21		21
	4		22		22
	5		23		23
	6		24		24
	7	Funciona.	25	En Descarga.	25
Descarga MTA2.	8		26		26
	9		27		27
	10		28		28
	11		29		29
	12		30		30
	13		31		31
Carga MTA2.	14		32	En Carga.	32
	15		33		33
	16		34		34
	17		35		35
	18		36		36
	19		37		37
Descargar MTA1.	20	En Descarga.	38	Funciona.	38
	21		39		39
	21		40		40
	22		41		41
	23		42		42
	24		43		43

Fig. 9*. Diagrama Hombre - Máquina.*

RENDIMIENTO.			
CON 1/2 TAPA ABIERTA.		Latas (uni/5kg).	12
		Peso (kg)/sin pérdida.	60
		Peso (kg)/con pérdida.	59,4
		Tiempo Estánd. (min).	12,92
		Capacidad Productiva. (uni/hora)	911
CON ABERTURA TOTAL.		Latas (uni/5kg).	36
		Peso (kg)/sin pérdida.	180
		Peso (kg)/con pérdida.	178,2
		Tiempo Estánd. (min).	27,12
		Capacidad Productiva. (uni/hora)	1314

Tiempo estándar: 24 min x 100 % (valorización del trabajador) + 24 min * 13% (suplementos) = **27, 12 min.**

***Fig. 10**. Análisis de Rendimiento con Abertura Total del Tanque Pulmón.*

5. Toma de muestras y obtención de tiempos estándar (estudio final).

Luego de analizado el proceso e implementadas las acciones propuestas, la nueva medición de tiempos y de las capacidades productivas de las etapas se muestran en la tabla 5.

***Tabla 5.** Capacidad Productiva de las Etapas del Proceso (estudio final).*

Estudio de Tiempos: Línea de Envasado de Leche Condensada.						
Cálculo de las Capacidades Productivas de las Etapas del Proceso.						
N°	**Actividades**	**Tiempo Promedio (minutos).**	**Tiempo Normal (minutos)**	**Tiempos Estándar (minutos/persona)**	**Número de Personas**	**Capacidad Productiva (uni/hora).**
1	Llenado del tanque de dosificación (tanque pulmón).	24	24	27,12	1	**1 314**
2	Apertura, Llenado y Sellado del Envase (doypack).	1		1		**1 320**
3	Empaquetado del producto terminado, en cajas de cartón corrugado.	1,52	1,52	1,71	1,1	**925**

El análisis dinámico (tabla 6) muestra resultados favorables dado el aumento de la productividad, esencialmente en la apertura del empaque.

Tabla 6. *Comparación entre capacidades productivas.*

Proceso de Envasado de Leche Condensada.					
Capacidades Productivas (unidades/hora).					
Estudio Inicial		**Estudio Final**		**Productividad**	
Etapa 1.	911	*Etapa 1.*	1314	44%	
Etapa 2.	537	*Etapa 2.*	1320	146%	
Etapa 3.	854			55%	
Etapa 4.	730			81%	
Etapa 5.	841	*Etapa 3.*	925	10%	

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación comparte varios aspectos importantes con estudios precedentes, a la vez que se aporta algunos elementos nuevos.

Se coincide con Muñoz (2021) en el origen marcado por procesos no estandarizados que generan ineficiencia, cuyo examen mediante las técnicas del estudio de métodos y de tiempos permitió el rediseño, para una mejora en los tiempos estándares, aunque en dicho caso la acción más marcada de mejora fue el desarrollo de un adecuado mantenimiento programado, lo que incidió favorablemente en los tiempos de producción [12]. En la planta analizada se alcanzó una mejora, basada en la automatización de etapas del proceso, así como la modificación de las capacidades de la línea mediante mejoras tecnológicas, lo que refuerza la importancia de la gestión de los medios de producción como factor esencial de la productividad.

Autores como Bello, Murrieta y Domínguez (2020) aplican el estudio de tiempos para determinar la productividad, sin comprometerse con la realización de mejoras, lo que refuerza el aporte práctico de esta investigación, al contribuir a la mejora de la capacidad productiva respecto al resultado inicial, mediante la combinación de herramientas como el análisis operacional y el diagrama hombre máquina [10].

El desarrollo de mejores métodos no solo favorece la productividad, también contribuye a la humanización del trabajo al realizar las actividades de la forma más simplificada posible, evitando la fatiga muscular y con ello la ocurrencia de accidentes o enfermedades profesionales [17].

Andrade, Del Río y Alvear (2019) presentan en su investigación una mejora de la capacidad productiva, sin embargo, no son explícitos al enunciar las técnicas que aplicaron para la mejora en la línea de producción de calzado [18], sin embargo la actual propuesta ofrece un procedimiento que integra herramientas como el diagrama hombre máquina, el análisis operacional, el cronometraje, entre otras, como vía para la disminución de los tiempos estándares de una de las etapas del proceso y así contribuir al balance de la capacidad productiva en la línea de envasado de leche condensada.

La tecnología es quizás el factor que en mayor grado determina la productividad de una empresa. Con esta se automatizan las operaciones con lo cual se podrían alcanzar niveles más altos de producción. Vale la pena resaltar también el aporte de la tecnología en el aumento de la productividad de las empresas, pues esta agiliza los procesos y disminuye los tiempos de las actividades, haciendo que se produzca más rápidamente. Esta aseveración de Fontalvo-Herrera, Tomás, De La Hoz-Granadillo, Efraín & Morelos-Gómez, José (2017) ha sido evidenciada en esta investigación al asumir como mejoras esenciales la automatización y la sustitución de herramientas por otras más eficientes [19].

V. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones a las que se llegó luego de la realización del estudio fueron:

1. La industria láctea ecuatoriana presenta operaciones con bajo nivel de automatización y varios años de utilización, lo que genera ineficiencias desde la ocurrencia de retrabajos, producción dejada de hacer, desperdicios, etc.; en dicho contexto, las herramientas del

estudio y la medición del trabajo demuestran su valor para contribuir a la mejora da la productividad.

2. Se propuso un procedimiento que consta de cinco pasos y dos subactividades, que contribuye a la mejora de la productividad de procesos, basado en la aplicación de técnicas como, el estudio de tiempos con cronómetro, el análisis operacional y el diagrama hombre-máquina.
3. La aplicación del procedimiento propuesto en el proceso de apertura del empaque en una planta productiva ecuatoriana evidenció una dinámica favorable de la productividad del 58 %; medida en unidades producidas por hora, lo que muestra la factibilidad de aplicación del proceder propuesto y su utilidad práctica, puede ser generalizable y valioso en empresas con condiciones discretas de desarrollo tecnológico.

VI. REFERENCIAS

1. SHIRLEY, G. "Estudio de tiempos para mejorar la productividad en el proceso de envasado de conservas de la Corporación Pesquera ICEF S.A". 2017. [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/13460
2. HAM, W. K.; PARK, S.C. A framework for the continuous performance improvement of manned assembly lines. *Int J Prod Res 2014*, 52(18), 5432–5450. ISSN 0020-7543. doi: 10.1080/00207543.2014.911420.
3. ABBAS, M.; ABBAS, A; KHAN, W. A. "Scheduling job shop - A case study", in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2016*, 146(1).ISSN **1757-899X** 2016: doi: 10.1088/1757-899X/146/1/012052
4. NIEVEL, B.; FREIVALDS, A. "*Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo".* Duodécima Edición. México: 2009. [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: http://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf
5. Oficina Internacional del Trabajo. "*Introducción al Estudio de Trabajo".* 4 ed. Ginebra, 1996. Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: https://www.ilo.org/global/publications/ilo-bookstore/order-online/books/WCMS_091133/lang--es/index.htm
6. BAINES, A. "Work measurement – the basic principles revisited*".* *Work Study 1995*. 44(7), 10–14. ISSN 0043-8022. doi: 10.1108/00438029510096553.
7. CUEVAS ARTEAGA, C.; GONZÁLEZ MONTENEGRO, Y. Á; TORRES SALAZAR, M; VALLADARES CISNEROS, M. G. "Importancia de un estudio de tiempos y movimientos". *Inventio 2020*. 16(39). ISSN 1550-1035 doi: 10.30973/inventio/2020.16.39/7
8. Cámara de Industrias y Producción. Balance del sector industrial en 2021 y proyecciones de la CIP para 2022. Dic. 2021. [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: https://www.cip.org.ec/2021/12/27/balance-del-sector-industrial-en-2021-y-proyecciones-de-la-cip-para-2022/.
9. GRIJALVA J. P.; REAL, L. Industria Láctea: Con mejores condiciones de producción. 2013. [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: https://revistagestion.ec/sites/default/files/import/legacy_pdfs/226_004.pdf
10. PARRA, D. B.; MURRIETA DOMÍNGUEZ, F.;CORTES HERRERA, C. A. "Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpia". *Ciencia Administrativa*. Vol 2020, (1); 1-9. 2020. [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf
11. HAUSER, S. "Analysis of Requirement Problems regarding their Causes and Effects for Projects with the objective to Model Qualitative PRIs-Empirical Study". [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: http://ceur-ws.org/Vol-2075/DS-paper3.pdf
12. MUÑOZ CHOQUE, A. M. "Estudio de tiempos y su relación con la productividad". *Revista Enfoques 2021,* 5(17); 40–54. ISSN 1514-6006.
13. HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. "*Metodología de la Investigación"*, Sexta Edición. McGRAW-HILL. Ciudad de México. 2014. [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf
14. JANANÍA, C. *Manual de Tiempos y Movimientos: Ingeniería de Métodos.* México: 2008. [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu
15. NOORI, H.; RADFORD, R.; VILLAMIZAR, G. *Administración de operaciones y producción : calidad total y respuesta sensible rápida.* Primera Edición. Santa Fe. 1997.

16. RAMOS, Y.; ACEVEDO, J.; RAMÍREZ, F.; GARCÍA, E. "Modelo de gestión de la eficiencia basado en los costos de la calidad con enfoque generalizador2. Revista Ingeniería Industrial 2015, 37(1), 59-69. ISSn 1815-5936 [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59362016000100007
17. ANDRADE, A. M.; DEL RÍO, C. A.; ALVEAR, D. L. "A study on time and motion to increase the efficiency of a shoe manufacturing company". *Información Tecnologica 2019*, 30(3); 83–94. 2019. ISSN 0718-0764.
18. REAL, G.; HIDALGO, A.; RAMOS, Y.; RODRÍGUEZ, Y.; DE LEÓN, L. "La evaluación de riesgos en la prevención de enfermedades profesionales, incidentes y accidentes laborales en el cultivo intensivo de tilapia". *Rev. medica electrónica 2018; 40(6): 2005-2029*. ISSN 1684-1824.
19. FONTALVO T. J.; HERRERA, E.; DE LA HOZ-GRANADILLO, A; MORELOS-GOMEZ, J. "Productivity and its Factors: Impact on Organizational Improvement". *Dimensión Empresarial* 1017, 16(1); 47-60. ISSN 1692-8563 doi: 10.15665/rde.v15i2.1375. [Consultado 2 de octubre del 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-85632018000100047&lng=en&nrm=iso

Contribución de cada autor:

Sergio Alejandro - Abarca Sánchez: Colabora con la introducción, la metodología de la investigación, además, de la aplicación de cada una de las técnicas utilizadas para la obtención de los resultados (estudio de tiempos, diagramas varios y el análisis operacional), para finalmente culminar con las conclusiones. Todo esto se logró mediante la revisión de la literatura en libros y artículos relacionados al tema de estudio, asimismo, realizó todos los cálculos e interpretación de estos, luego de haber aplicado la metodología respectiva.

Yanelis – Ramos Alfonso: Contribuye con la metodología y discusión de la investigación con objeto de estudio, además, de la revisión de la literatura y los resultados obtenidos. Esto mediante un enfoque cuantitativo para la obtención de valores reales de la industria, utilizando también un análisis teórico para la discusión, asimismo, brindó un total apoyo en la organización de las ideas en la investigación.