



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i3.1113>

Recibido: 2026-09-04

Aceptado: 2026-09-18

Publicado: 2026-09-30

Mejora de la productividad mediante estudio de métodos y tiempos en el proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua

Productivity Improvement through Methods and Time Study in the Water Bottle Conditioning and Packaging Process

Autor(s)

Jessica Diana Hernández Mejía¹

Ingeniería Industrial

jhernandezm@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-4122-5441>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo – Ecuador

Jonathan Javier Mejía Chichande²

Ingeniería Industrial

jonathan.mejia2016@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-3552-312X>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo – Ecuador

Kelvin Diego Moposita Ortega³

Ingeniería Industrial

kmopositao@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1032-8558>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo – Ecuador

Cómo citar

Hernández Mejía, J. D., Mejía Chichande, J. J., & Moposita Ortega, K. D. (2026). Mejora de la productividad mediante estudio de métodos y tiempos en el proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua. *ASCE MAGAZINE*, 5(3), 3238–3264. <https://doi.org/10.70577/asce.v5i3.1113>

Resumen

La mejora de la productividad constituye un factor estratégico para incrementar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas dedicadas al envasado de agua, donde la eficiencia de los procesos manuales influye directamente en la capacidad de producción y el aprovechamiento de los recursos. El objetivo de esta investigación fue mejorar la productividad del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua mediante la aplicación de un estudio de métodos y tiempos. Se calcularon los tiempos promedio, normales y estándar, además de indicadores de eficiencia y productividad, complementados con un análisis de Pareto y la identificación de cuellos de botella para establecer oportunidades de mejora. Los resultados mostraron un contenido de trabajo estándar acumulado de 1,86 min/botella y una producción inicial registrada de aproximadamente 51 botellas/hora. El cepillado presentó el mayor tiempo estándar, con 0,54 min/botella, equivalente al 29,03 % del contenido de trabajo total. A partir de estos resultados, se formularon propuestas orientadas a mejorar la organización del trabajo y reducir los tiempos improductivos. El escenario propuesto permitió estimar una producción potencial de 58 botellas/hora, equivalente a un incremento del 13,7 % respecto a la producción inicial. Se concluyó que el estudio proporcionó una base técnica para identificar oportunidades de mejora y orientar la toma de decisiones, aunque los resultados proyectados requieren validación mediante su implementación y mediciones posteriores.

Palabras clave: Estudio de métodos y tiempos; Productividad; Tiempo estándar; Cuello de botella; Mejora de procesos; Acondicionamiento y Envasado



Abstract

Improving productivity is a strategic factor in enhancing the competitiveness of small and medium-sized enterprises engaged in water bottling, where the efficiency of manual processes directly influences production capacity and resource utilization. The objective of this research was to improve the productivity of the water bottle conditioning and bottling process through the application of a methods and time study. Average, normal, and standard times were calculated, along with efficiency and productivity indicators, complemented by Pareto analysis and the identification of bottlenecks to identify opportunities for improvement. The results showed a cumulative standard work content of 1,86 min/bottle and an initial recorded production rate of approximately 51 bottles/hour. Bottle brushing had the longest standard time, at 0,54 min/bottle, accounting for 29,03% of the total work content. Based on these findings, improvement proposals were developed to enhance work organization and reduce unproductive time. The proposed scenario yielded an estimated potential production rate of 58 bottles/hour, representing a 13,7% increase compared with the initial production rate. It was concluded that the study provided a technical basis for identifying improvement opportunities and supporting decision-making, although the projected results require validation through implementation and subsequent measurements.

Keywords: Methods and time study; Productivity; Standard time; Bottleneck; Process improvement; Conditioning and Packaging.

Introducción

La productividad es un indicador fundamental para evaluar el desempeño de las empresas, ya que permite conocer cómo se utilizan los recursos disponibles para obtener los resultados esperados. La necesidad de reducir costos, mejorar los procesos y responder a las exigencias del mercado ha llevado a las organizaciones a buscar alternativas que les permitan fortalecer su competitividad (Pawlak, 2024). Esta situación representa un desafío para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), que suelen enfrentar limitaciones económicas, tecnológicas y organizacionales. Por ello, resulta importante aplicar herramientas de ingeniería industrial que permitan mejorar el aprovechamiento de los recursos existentes sin requerir inversiones elevadas (Sumi, 2024). Entre estas herramientas, el estudio de métodos y tiempos permite conocer cómo se realizan las actividades, determinar su duración e identificar oportunidades para mejorar la organización del trabajo.

Ramadhan et al. (2024) y Solano y Ramos (2022), reportaron reducciones de los tiempos de ciclo de entre el 15 % y el 35 %, así como incrementos de la productividad laboral de entre el 10 % y el 30 % en diferentes entornos manufactureros. Asimismo, identificaron mejoras en el balanceo de las líneas de producción y en la organización del flujo de trabajo. En la industria alimentaria, Ferrer-Blas et al. (2024) y Tosanovic y Stefanic (2022), analizaron la aplicación de herramientas Lean Manufacturing y reportaron reducciones de hasta el 70 % en los tiempos de preparación, una disminución del 26,2 % en los desplazamientos de los operarios y mejoras aproximadas del 12 % en la productividad. Estos resultados muestran la importancia de analizar las actividades que conforman los procesos, identificar aquellas que no agregan valor y establecer métodos de trabajo que permitan reducir los tiempos improductivos y aprovechar mejor los recursos disponibles.

La mejora de la productividad no depende únicamente de la incorporación de nuevas tecnologías, sino también de la forma en que se organizan y ejecutan las actividades. Kulakov et al. (2023) y Biazen et al. (2025), señalan que una parte de las pérdidas operativas en los sistemas productivos se relaciona con tiempos de espera, movimientos innecesarios, desplazamientos excesivos y dificultades en la coordinación entre operaciones. Estas condiciones adquieren especial importancia en los procesos con una alta participación de trabajo manual, donde la organización de las tareas y los métodos empleados pueden influir en el desempeño productivo (Cusiato

Palomino et al., 2024). Aunque existen metodologías como Lean Manufacturing y Six Sigma, así como tecnologías de automatización e Industria 4.0, su aplicación puede requerir recursos económicos y tecnológicos que no siempre están al alcance de las pequeñas y medianas empresas. Ante esta situación, resulta necesario considerar alternativas de mejora que respondan a sus condiciones de trabajo y posibilidades de inversión (Flores Cruz et al., 2025).

En las empresas dedicadas al acondicionamiento y envasado de agua, varias actividades requieren la intervención directa de los operarios, por lo que su ejecución depende de los métodos de trabajo, la distribución de las tareas y la coordinación entre las estaciones (Awadh, 2024). Esta situación se presenta en la empresa Envasadora Agua Brisa, donde se identificaron problemas de productividad y demoras durante el acondicionamiento y envasado de botellas de agua. El proceso comprende seis actividades realizadas por diferentes operarios en estaciones de trabajo que funcionan simultáneamente sobre distintas botellas. Bajo estas condiciones, las demoras en determinadas operaciones, los movimientos innecesarios y las dificultades en la organización del trabajo pueden afectar la continuidad del proceso y el aprovechamiento de los recursos disponibles. Por esta razón, surgió la necesidad de analizar las actividades que conforman el proceso y conocer sus tiempos de ejecución, con el fin de identificar aquellas que requieren mayor atención y establecer posibles alternativas de mejora.

Aunque los estudios anteriores muestran los beneficios de aplicar herramientas de mejora continua en diferentes sectores productivos, sus resultados no permiten determinar directamente las condiciones operativas ni las necesidades específicas de Agua Brisa. En esta empresa, era necesario disponer de información cuantitativa sobre la duración de las actividades, la distribución del trabajo entre los operarios y las posibles restricciones de capacidad del proceso. La falta de esta información dificultaba establecer prioridades de intervención y formular propuestas de mejora sustentadas en las condiciones reales de operación. Por ello, se consideró necesario realizar un estudio de métodos y tiempos que permitiera caracterizar el proceso, determinar los tiempos estándar de las actividades e identificar aquellas que presentaban mayores oportunidades de mejora. A partir de estos resultados, sería posible plantear alternativas orientadas a reducir los tiempos improductivos, mejorar la organización del trabajo y aprovechar los recursos existentes, sin depender necesariamente de la incorporación de nueva maquinaria o de modificaciones en la infraestructura de la empresa.

La investigación se justifica por la necesidad de contar con información técnica que permita comprender el funcionamiento del proceso de acondicionamiento y envasado de Agua Brisa y establecer propuestas de mejora acordes con sus características operativas. El análisis de los métodos de trabajo y de los tiempos de ejecución proporciona una base para identificar las actividades que requieren mayor atención y orientar la toma de decisiones hacia la reducción de demoras y la optimización de los recursos disponibles. Por lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue analizar el proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua de la empresa Agua Brisa mediante un estudio de métodos y tiempos, con el propósito de identificar oportunidades de mejora, formular propuestas orientadas a optimizar el desempeño operativo y estimar su impacto potencial sobre la productividad del proceso.

Material y métodos

Diseño de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo y propositivo y un diseño no experimental. Inicialmente, se caracterizó el proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua mediante la observación directa y la medición de los tiempos de ejecución de sus actividades. A partir de los datos obtenidos, se determinaron los tiempos de operación y los indicadores de desempeño productivo, lo que permitió identificar las actividades con mayores oportunidades de mejora. Posteriormente, se formularon propuestas orientadas a optimizar los métodos de trabajo y se estimó su impacto potencial mediante la comparación de los indicadores correspondientes a la situación inicial y al escenario propuesto. Las mejoras planteadas no fueron implementadas durante el estudio; por tanto, los resultados del escenario propuesto representan estimaciones de su posible efecto sobre la productividad del proceso.

Área de estudio

La investigación se desarrolló en la empresa Envasadora Agua Brisa, dedicada al acondicionamiento y envasado de agua para consumo humano. El proceso de acondicionamiento y envasado de botellas se seleccionó debido a los problemas de productividad y las demoras

operativas identificados en la empresa, los cuales motivaron la necesidad de examinar los métodos de trabajo y los tiempos de ejecución de las actividades que lo conforman.

El estudio se delimitó a las actividades de verificación, cepillado, enjuagado, llenado, sellado, colocación del anillo de seguridad y traslado al área de almacenamiento. Estas actividades constituyeron la unidad de análisis para la aplicación del estudio de métodos y tiempos. Su evaluación permitió caracterizar las condiciones operativas del proceso, determinar los tiempos de ejecución e identificar las actividades con mayor incidencia en el tiempo total de producción, como base para la formulación de propuestas de mejora orientadas a incrementar la productividad.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La información se obtuvo mediante la técnica de observación directa, a través de la cual se registró el desarrollo de cada una de las actividades ejecutadas por el operario durante el proceso productivo. Como instrumento principal se empleó una hoja de registro de tiempos diseñada para documentar la secuencia de operaciones y almacenar los valores obtenidos mediante cronometraje.

La medición de los tiempos se efectuó mediante un cronómetro digital, con el método de cronometraje continuo, en el cual se efectúa para cada actividad en donde se realizaron diez observaciones consecutivas con el propósito de reducir la variabilidad de las mediciones y obtener valores representativos del comportamiento operativo del proceso. Los tiempos registrados fueron expresados en minutos por botella y posteriormente organizados en tablas para su análisis estadístico.

Variables e indicadores

La variable independiente correspondió a la aplicación del estudio de métodos y tiempos como herramienta de análisis del proceso productivo.

La variable dependiente fue la productividad del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua.

Para evaluar el comportamiento del sistema se calcularon los siguientes indicadores:

- Tiempo promedio de cada actividad.

- Tiempo normal.
- Tiempo estándar.
- Tiempo de ciclo del proceso.
- Eficiencia operativa.
- Productividad.
- Participación porcentual de cada actividad.
- Identificación de cuellos de botella mediante análisis de Pareto.

Estos indicadores permitieron evaluar cuantitativamente el desempeño del proceso e identificar las actividades con mayor incidencia sobre la productividad.

Procedimiento metodológico

La investigación se desarrolló en cinco etapas metodológicas.

En la primera etapa se realizó el reconocimiento del proceso productivo mediante observación directa, con el propósito de identificar la secuencia operativa y clasificar las actividades que conforman el acondicionamiento y envasado de botellas de agua.

Posteriormente, se efectuó el estudio de tiempos mediante cronometraje continuo. Para ello, se registraron diez observaciones por actividad, a partir de las cuales se determinaron los tiempos promedio de ejecución.

En la tercera etapa se calcularon los tiempos normal y estándar de cada actividad, a partir del desempeño observado de los operarios y de los suplementos establecidos para descanso y necesidades personales. Con estos resultados se determinó el tiempo estándar de cada operación y el contenido de trabajo estándar acumulado del proceso.

En la cuarta etapa se determinó la tasa de producción inicial y se realizó un análisis de Pareto para identificar las actividades que concentraron la mayor proporción del tiempo estándar. Asimismo, se analizaron los tiempos de ejecución de las estaciones para identificar posibles restricciones de capacidad en el proceso productivo.

Finalmente, a partir de la información obtenida, se formularon propuestas de mejora orientadas a reducir los tiempos improductivos, optimizar los métodos de trabajo, disminuir los movimientos innecesarios y estandarizar las operaciones. Posteriormente, se estimó el impacto potencial de estas propuestas mediante la comparación de los tiempos estándar de la situación inicial y del escenario propuesto, con el propósito de determinar la reducción del contenido de trabajo por botella y el posible incremento de la producción.

Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos mediante el cronometraje continuo se organizaron y procesaron en hojas de cálculo electrónicas. Para cada actividad se calculó el tiempo promedio de ejecución a partir de las diez observaciones registradas. Posteriormente, se determinaron los tiempos normales mediante la aplicación del factor de desempeño del operario y los tiempos estándar mediante la incorporación de los suplementos establecidos para descanso y necesidades personales.

A partir de los tiempos estándar se determinó el tiempo total del proceso y se calcularon los indicadores de eficiencia y productividad. El análisis se complementó con un diagrama de Pareto, elaborado a partir de la participación porcentual de cada actividad respecto al tiempo estándar total, con el propósito de identificar las operaciones que concentraban la mayor proporción del tiempo de ejecución y establecer prioridades de mejora.

Finalmente, se realizó un análisis comparativo entre las condiciones iniciales del proceso y el escenario propuesto, a partir de los tiempos de ejecución estimados para las actividades objeto de mejora. Esta comparación permitió determinar la reducción potencial del tiempo por botella y el incremento esperado de la productividad. Debido a que las propuestas no fueron implementadas durante la investigación, los resultados del escenario propuesto corresponden a estimaciones de su impacto potencial y no a mejoras verificadas mediante mediciones posteriores a su aplicación.

Resultados

El proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua de la empresa Agua Brisa estuvo conformado por seis actividades: verificación, cepillado, enjuagado, llenado, sellado y colocación del anillo de seguridad con traslado al área de almacenamiento. Cada actividad se desarrolló en una

estación de trabajo a cargo de un operario diferente, lo que permitió la ejecución simultánea de las operaciones sobre distintas botellas. La identificación de esta secuencia permitió caracterizar la organización del proceso y establecer las actividades consideradas en el estudio de métodos y tiempos, cuya clasificación se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Identificación de las actividades del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua

Nº	Área	Actividad	Tipo de Actividad	Equipo Utilizado
1	Recepción	Verificación de botellas	Inspección	Inspección Visual
2	Lavado	Cepillado de botellas	Operación	Cepillado Manual
3	Lavado	Enjuagado de botellas	Operación	Agua tratada
4	Envasado	Llenado de botellas	Operación	Tanque de agua
5	Envasado	Sellado	Operación	Colocación Manual
6	Almacén	Colocación del anillo de seguridad y traslado	Operación y transporte	Colocación y traslados manuales

Nota. Las seis actividades corresponden al proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua de la empresa Agua Brisa.

La identificación de las actividades se efectuó mediante la observación directa del proceso productivo, desde el ingreso de las botellas a la planta hasta su almacenamiento final. Durante esta fase, se consideró la participación del personal operativo, los equipos utilizados, las condiciones de trabajo y la interacción entre las diferentes áreas involucradas en el proceso.

Clasificación de las actividades por acondicionamiento y envasado

Tabla 2

Caracterización de las actividades de acondicionamiento de botellas

Nº	Actividad	Etapas del Proceso	Tipo de Actividad	Descripción Técnica
1	Verificación de botellas	Acondicionamiento	Inspección	Revisión visual para descartar botellas en mal estado o no aptas para reutilización.



2	Cepillado de botellas	Acondicionamiento	Operación	Limpieza manual o asistida para eliminar residuos e impurezas del envase.
3	Enjuagado de botellas	Acondicionamiento	Operación	Eliminación de residuos mediante agua tratada antes del llenado.

Nota. Las actividades de verificación, cepillado y enjuagado corresponden a la etapa de acondicionamiento de las botellas, previa al proceso de llenado.

Tabla 3

Caracterización de las actividades de envasado y manejo del producto terminado

Nº	Actividad	Etapas del Proceso	Tipo de Actividad	Descripción Técnica
1	Llenado de botellas	Envasado	Operación	Incorporación de agua purificada dentro del envase bajo condiciones controladas.
2	Sellado	Envasado	Operación	Colocación y ajuste de la tapa para garantizar el cierre hermético del envase.
3	Colocación de anillo de seguridad y traslado a almacenamiento	Envasado	Operación / Transporte	Aseguramiento de la inviolabilidad del producto terminado y posterior traslado al área de almacenamiento.

Nota. La colocación del anillo de seguridad y el traslado al área de almacenamiento se consideran una actividad compuesta, de acuerdo con la organización del proceso analizado.

Registro de los tiempos del proceso de acondicionamiento y envasado

El registro de los tiempos del proceso comprendió diez observaciones por actividad, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4. Los valores registrados incluyeron el tiempo de ejecución de cada operación, así como las esperas e interrupciones que se presentaron durante su desarrollo. Esta información constituyó la base para determinar los tiempos promedio y analizar las diferencias en la duración de las actividades del proceso productivo.

Tabla 4

Tiempos observados de las actividades del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua

Actividad	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	T6 (min)	T7 (min)	T8 (min)	T9 (min)	T10 (min)
Verificación de botellas	0,30	0,32	0,33	0,32	0,30	0,33	0,32	0,32	0,30	0,33
Cepillado de botellas	0,42	0,43	0,45	0,43	0,42	0,45	0,43	0,42	0,43	0,45
Enjuagado de botellas	0,17	0,18	0,20	0,18	0,17	0,20	0,18	0,17	0,18	0,20
Llenado de botellas	0,25	0,27	0,25	0,27	0,25	0,27	0,25	0,25	0,27	0,25
Sellado	0,08	0,07	0,12	0,10	0,10	0,07	0,08	0,13	0,08	0,05
Traslado a almacenamiento y anillo de seguridad	0,20	0,22	0,20	0,22	0,20	0,22	0,20	0,20	0,22	0,20

Nota. Los tiempos se expresaron en minutos y corresponden a diez observaciones por actividad. Los registros incluyeron las esperas e interrupciones que se presentaron durante la ejecución de las operaciones.

Cálculo tiempo promedio

Los tiempos promedio de las seis actividades se presentan en la Tabla 5. El cepillado registró la mayor duración, con 0,43 min por botella, seguido de la verificación y el llenado, con 0,32 y 0,26 min por botella, respectivamente. El sellado presentó el menor tiempo promedio, con 0,09 min por botella. La suma de los tiempos de las seis actividades fue de 1,49 min por botella, valor que representa el contenido de trabajo promedio acumulado y no el intervalo de salida de la línea, debido a que las operaciones se desarrollaron simultáneamente en estaciones independientes.

Tabla 5

Tiempos promedio de las actividades del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua

Actividad	Tiempo promedio (min/botella)
Verificación de botellas	0,32

Cepillado de botellas	0,43
Enjuagado de botellas	0,18
Llenado de botellas	0,26
Sellado	0,09
Traslado a almacenamiento y anillo de seguridad	0,21
Total	1,49

Nota. Los valores corresponden al promedio de diez observaciones por actividad y se expresan en minutos por botella.

Cálculo tiempo normal

Los tiempos normales de las seis actividades se presentan en la Tabla 6. La evaluación del ritmo de trabajo de los operarios permitió establecer un factor de valoración del desempeño de 1,00, equivalente al 100 %. En consecuencia, los tiempos normales coincidieron con los tiempos promedio observados, cuya suma fue de 1,49 min por botella. El cepillado presentó el mayor tiempo normal, con 0,43 min por botella, seguido de la verificación y el llenado, con 0,32 y 0,26 min por botella, respectivamente.

Tabla 6

Tiempos normales de las actividades del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua

Actividad	Tiempo promedio (min/botella)	Factor de desempeño	Tiempo normal (min/botella)
Verificación de botellas	0,32	1,00	0,32
Cepillado de botellas	0,43	1,00	0,43
Enjuagado de botellas	0,18	1,00	0,18
Llenado de botellas	0,26	1,00	0,26
Sellado	0,09	1,00	0,09
Traslado a almacenamiento y anillo de seguridad	0,21	1,00	0,21
Total	1,49	-	1,49

Nota. Los tiempos normales se calcularon mediante la aplicación de un factor de valoración del desempeño de 1,00 a los tiempos promedio observados. Este factor no modificó los valores iniciales.

Cálculo tiempo estándar

Los tiempos estándar de las seis actividades se presentan en la Tabla 7. La aplicación del suplemento total del 25 %, compuesto por un 20 % por descanso y un 5 % por necesidades personales, permitió obtener un contenido total de trabajo estándar de 1,86 min por botella. El cepillado registró el mayor tiempo estándar individual, con 0,54 min por botella, seguido de la verificación y el llenado, con 0,40 y 0,32 min por botella, respectivamente. El sellado presentó el menor tiempo estándar, con 0,11 min por botella.

Tabla 6

Tiempos estándar de las actividades del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua

Actividad	Tiempo normal (min)	Descanso (20%)	Necesidades personales (5%)	Tiempo estándar (min)
Verificación de botellas	0,32	0,06	0,02	0,40
Cepillado de botellas	0,43	0,09	0,02	0,54
Enjuagado de botellas	0,18	0,04	0,01	0,23
Llenado de botellas	0,26	0,05	0,01	0,32
Sellado	0,09	0,02	0,00	0,11
Traslado a almacenamiento y anillo de seguridad	0,21	0,04	0,01	0,26
Total	1,49	---	---	1,86

Nota. Los tiempos estándar se calcularon mediante la aplicación de un suplemento total del 25 %, compuesto por un 20 % por descanso y un 5 % por necesidades personales.

Relación entre los tiempos normales y estándar

La relación entre los tiempos normales y estándar de las seis actividades se presenta en la Tabla 8. En todos los casos se obtuvo un valor del 80 %, como resultado de la aplicación de un suplemento uniforme del 25 % sobre los tiempos normales. Este porcentaje expresó la proporción del tiempo normal respecto al tiempo estándar calculado y no constituyó una medición independiente de la eficiencia operativa de las estaciones de trabajo.

Productividad del proceso

Durante la evaluación inicial del proceso de acondicionamiento y envasado de Agua Brisa se registró una producción aproximada de 51 botellas durante una hora de trabajo. A partir de este registro se determinó la tasa de producción inicial y se calculó el intervalo medio de salida de las unidades terminadas. Los resultados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7

Indicadores de producción inicial del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua

Indicador	Valor	Unidad
Producción inicial observada	51	botellas
Tiempo de observación	1	h
Intervalo medio de salida calculado	1,18	min/botella

Nota. La producción inicial se obtuvo mediante el registro directo de aproximadamente 51 botellas durante una hora de trabajo. La tasa de producción se determinó mediante la relación entre las unidades producidas y el tiempo de observación.

Diagrama de Pareto

El análisis de Pareto permitió determinar la participación porcentual de cada actividad en el contenido de trabajo estándar acumulado del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua. Para ello, las operaciones se ordenaron de mayor a menor duración y se calcularon sus porcentajes individuales y acumulados, con el propósito de identificar las actividades que concentraron la mayor proporción del tiempo de trabajo y establecer prioridades para la formulación de propuestas de mejora.

Tabla 8

Distribución porcentual del contenido de trabajo estándar por actividad

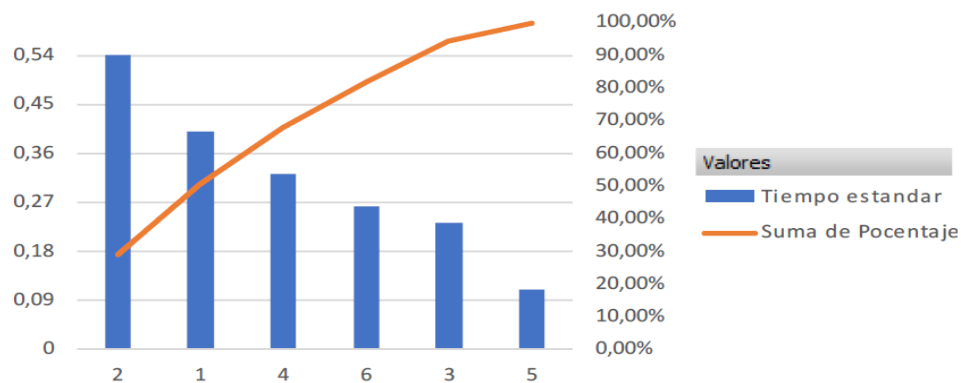
Actividades	Tiempo estándar (min)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
2	0,54	29,03%	29,03%
1	0,40	21,51%	50,54%
4	0,32	17,20%	67,74%
6	0,26	13,98%	81,72%

3	0,23	12,37%	94,09%
5	0,11	5,91%	100,00%

Nota. Los porcentajes se calcularon a partir de la participación de cada actividad en el contenido de trabajo estándar acumulado de 1,86 min por botella. Los valores se presentan con dos decimales, conforme a los resultados del estudio.

Figura 1

Distribución de Pareto del contenido de trabajo estándar del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua



Nota. Las barras representan la participación porcentual de cada actividad en el contenido de trabajo estándar acumulado de 1,86 min por botella.

A partir de los tiempos estándar obtenidos, se determinó que el cepillado de botellas representa el mayor consumo de tiempo con 0,54 minutos, equivalente aproximadamente al 29% del total del proceso. Le siguen la verificación de botellas con 0,40 minutos (22%) y el llenado con 0,32 minutos (17%). Estas tres actividades concentran cerca del 68% del tiempo de ciclo total, lo que confirma el principio de Pareto, según el cual un reducido número de actividades genera la mayor parte del efecto dentro del sistema productivo.

Análisis de las restricciones de capacidad del proceso

El análisis de los tiempos estándar permitió identificar las diferencias en la duración de las seis actividades del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua. Cada estación estuvo a cargo de un operario y procesó una botella por ciclo, mientras las operaciones se desarrollaron

simultáneamente sobre distintas unidades. A partir de esta configuración, se calcularon las capacidades teóricas individuales de las estaciones y se identificaron aquellas con mayor tiempo de procesamiento. Los resultados se presentan en la Tabla 10.

Tabla 9

Tiempos estándar y capacidades teóricas de las estaciones del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua

Nº	Actividad	Tiempo Estándar (min/botella)	Capacidad teórica (botellas/h)	Capacidad Operativa	Nivel de Demanda	Observación Técnica	¿Cuello de Botella?
1	Recepción y verificación de botellas	0,40	150	Alta	Media	Actividad rápida, depende del flujo de ingreso de botellas.	No
2	Cepillado de botellas	0,54	111,11	Alta	Alta	Trabajo manual que requiere esfuerzo físico y precisión.	Sí
3	Enjuagado de botellas	0,23	260,87	Baja	Alta	Proceso continuo con menor intervención manual.	No
4	Llenado de botellas	0,32	187,50	Media	Alta	Actividad manual con flujo constante.	No
5	Sellado	0,11	545,45	Baja	Alta	Requiere manipulación manual y control de calidad.	Parcial

	Almacenamiento del producto					Implica traslado y organización del producto.	
6	terminado y colocación del anillo de seguridad	0,26	230,77	Media	Alta		Sí

Nota. Las capacidades teóricas se calcularon mediante la relación entre 60 minutos y el tiempo estándar individual de cada actividad. El cálculo consideró una botella por ciclo, un operario por estación y operación continua.

Propuestas de Mejora en el Proceso de Acondicionamiento

A partir del análisis de los tiempos estándar y de las condiciones operativas observadas, se formularon cuatro propuestas de mejora orientadas a reducir los movimientos innecesarios, mejorar la organización de las estaciones de trabajo y favorecer la continuidad del flujo productivo. Las intervenciones se concentraron en el cepillado, la verificación y el enjuagado, actividades seleccionadas por su duración y por las oportunidades de mejora identificadas durante la observación del proceso.

1. Implementación de Soporte Estabilizador en el Cepillado

Se propuso incorporar un soporte fijo o una base giratoria para mantener la botella estable durante la operación de cepillado. Esta intervención se orientó a disminuir la manipulación manual y los movimientos de reposicionamiento de la botella, con el propósito de facilitar la ejecución continua de la actividad. La propuesta también consideró la posibilidad de mejorar las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo mediante una menor exigencia de sujeción manual. No obstante, la reducción efectiva del tiempo de operación y sus posibles beneficios ergonómicos requerirían una evaluación posterior a la implementación del dispositivo.

2. Reorganización del Área de Verificación

Durante la observación del proceso se identificaron movimientos adicionales asociados con la manipulación y ubicación de las botellas después de su inspección. Para reducir estos desplazamientos, se propuso reorganizar el área de verificación mediante la asignación de espacios definidos para las botellas aceptadas y rechazadas, así como la clasificación previa por lotes. Esta

distribución se planteó con el propósito de facilitar la secuencia de inspección y clasificación, disminuir la manipulación innecesaria de las unidades y mejorar la continuidad del flujo de trabajo. La reducción potencial del tiempo de operación se estimó posteriormente a partir del tiempo estándar inicial de la actividad.

3. Sincronización del Cepillado con el Enjuagado

Se plantea mejorar la coordinación operativa entre las estaciones de cepillado y enjuagado mediante una secuencia de transferencia de botellas que favoreciera la continuidad del flujo productivo. La intervención se orientó a disminuir las esperas y las acumulaciones intermedias asociadas con las diferencias en los tiempos de ejecución de ambas actividades. Dado que las esperas e interrupciones se registraron dentro de los tiempos observados y no se cuantificaron de manera independiente, la reducción potencial del tiempo de enjuagado se consideró una estimación sujeta a verificación posterior.

4. Estandarización del Método y Capacitación del Operario

Se formuló estandarizar los métodos de trabajo mediante la definición de una secuencia operativa para las actividades de acondicionamiento y envasado, acompañada de la capacitación de los operarios en los procedimientos establecidos. Esta intervención se orientó a disminuir las diferencias en la ejecución de las tareas, facilitar la coordinación entre estaciones y favorecer la uniformidad de las operaciones. Su aplicación se planteó como una medida complementaria a las propuestas de mejora física y organizativa, cuyos efectos sobre los tiempos de ejecución y la variabilidad del proceso requerirían una evaluación posterior.

Estimación de reducción en la actividad de verificación

La reorganización del área de verificación se planteó con el propósito de disminuir los movimientos adicionales asociados con la manipulación y clasificación de las botellas. Para evaluar el efecto potencial de esta intervención, se consideró una reducción del 10 % respecto al tiempo estándar inicial de 0,40 min por botella. Bajo este supuesto, el tiempo estándar estimado para la actividad fue de 0,36 min por botella, como se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11*Estimación del tiempo estándar de verificación en el escenario propuesto*

Concepto	Valor
Tiempo estándar inicial (min/botella)	0,40
Reducción aplicada (%)	10
Tiempo estándar mejorado (min/botella)	0,36

Nota. El tiempo estándar estimado se obtuvo mediante la aplicación de una reducción del 10 % al tiempo estándar inicial.

Estimación de reducción en la actividad de cepillado

La incorporación de un soporte estabilizador se propuso como alternativa para disminuir los movimientos de sujeción y reposicionamiento de las botellas durante el cepillado. Para analizar el efecto potencial de esta intervención, se consideró una reducción del 15 % respecto al tiempo estándar inicial de 0,54 min por botella. La aplicación de este supuesto permitió estimar un tiempo estándar de 0,46 min por botella para el escenario propuesto, como se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11*Estimación del tiempo estándar de cepillado en el escenario propuesto*

Concepto	Valor
Tiempo estándar inicial (min/botella)	0,54
Reducción aplicada (%)	15
Tiempo estándar mejorado (min/botella)	0,46

Nota. El tiempo estándar estimado se obtuvo mediante la aplicación de una reducción del 15 % al tiempo estándar inicial.

Estimación de reducción en la actividad de enjuagado

La mejora de la coordinación entre las estaciones de cepillado y enjuagado se planteó con el propósito de disminuir las interrupciones del flujo de botellas entre ambas operaciones. Para evaluar el efecto potencial de esta intervención, se consideró una reducción del 10 % respecto al

tiempo estándar inicial de 0,23 min por botella. Bajo este supuesto, se estimó un tiempo estándar de 0,21 min por botella para la actividad de enjuagado, como se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13

Estimación del tiempo estándar de enjuagado en el escenario propuesto

Concepto	Valor
Tiempo estándar inicial (min/botella)	0,23
Reducción aplicada (%)	10
Tiempo estándar mejorado (min/botella)	0,21

Nota. El tiempo estándar estimado se obtuvo mediante la aplicación de una reducción del 10 % al tiempo estándar inicial.

La comparación de los tiempos estándar iniciales y estimados permitió cuantificar la reducción potencial del contenido de trabajo de las actividades de verificación, cepillado y enjuagado. Para el escenario propuesto se consideraron reducciones del 10 %, 15 % y 10 %, respectivamente, de acuerdo con los supuestos establecidos para cada intervención. Los resultados se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13

Comparación de los tiempos estándar iniciales y estimados de las actividades intervenidas

Actividad	Tiempo estándar inicial (min/botella)	Reducción propuesta (%)	Tiempo estándar estimado (min/botella)
Verificación	0,40	10	0,36
Cepillado	0,54	15	0,46
Enjuagado	0,23	10	0,21
Total	1,17	—	1,03

Nota. Los tiempos estimados se calcularon mediante la aplicación de los porcentajes de reducción propuestos a los tiempos estándar iniciales de cada actividad. El total corresponde al contenido de trabajo estándar acumulado de las tres actividades intervenidas y no representa el tiempo de ciclo de la línea completa.

La comparación de los tiempos estándar mostró que, bajo los supuestos de reducción establecidos, el contenido de trabajo acumulado de las tres actividades intervenidas disminuiría de 1,17 a 1,03 min por botella. Esta variación representó una reducción estimada de 0,14 min por botella, equivalente al 11,97 % respecto al valor inicial. El cepillado presentó la mayor disminución individual, con una reducción aproximada de 0,08 min por botella, seguido de la verificación y el enjuagado, con disminuciones de 0,04 y 0,02 min por botella, respectivamente.

La comparación entre la situación inicial y el escenario propuesto permitió estimar el efecto potencial de las intervenciones sobre los tiempos estándar y la producción del proceso de acondicionamiento y envasado. A partir de las reducciones planteadas para las actividades de verificación, cepillado y enjuagado, se estimó una disminución del contenido de trabajo estándar acumulado de 1,17 a 1,03 min por botella. Mediante el procedimiento de cálculo adoptado en el estudio, se obtuvo una producción estimada de aproximadamente 58 botellas por hora, frente a las 51 botellas por hora registradas inicialmente. Los resultados comparativos se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14

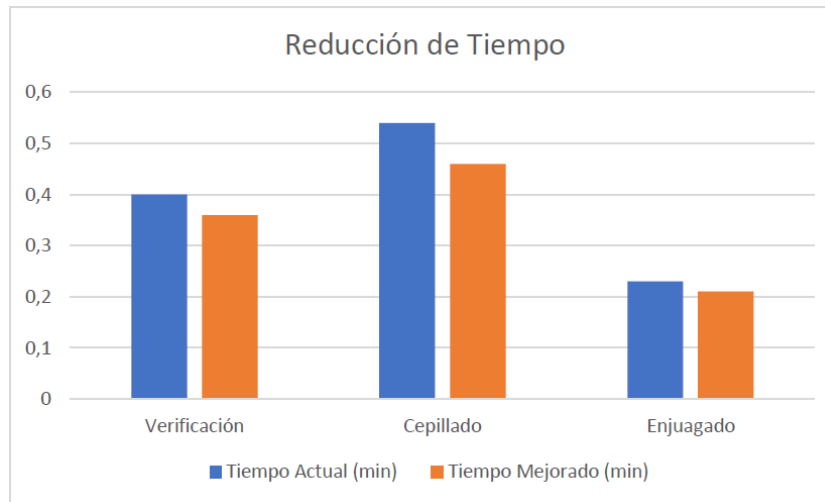
Comparación de los indicadores iniciales y estimados del proceso de acondicionamiento y envasado

Indicador	Situación inicial	Escenario propuesto
Contenido de trabajo estándar de las actividades intervenidas (min/botella)	1,17 min	1,03 min
Productividad	51 botellas/hora	58 botellas/hora
Incremento	—	13,60%

Nota. La producción inicial de aproximadamente 51 botellas por hora se obtuvo mediante registro directo. Para el escenario propuesto, se estimó una producción de aproximadamente 58 botellas por hora mediante la relación entre 60 minutos y el contenido de trabajo estándar acumulado de las tres actividades intervenidas (1,03 min por botella). El incremento relativo del 13,60 % corresponde a la comparación aritmética entre la producción observada y la estimada.

Figura 2

Comparación de los tiempos estándar iniciales y estimados de las actividades intervenidas



Nota. Los tiempos estándar estimados se obtuvieron mediante la aplicación de reducciones del 10 %, 15 % y 10 % a las actividades de verificación, cepillado y enjuagado, respectivamente. Los valores del escenario propuesto no corresponden a mediciones posteriores a la implementación de las mejoras.

La comparación de los tiempos estándar mostró que, bajo los supuestos de reducción establecidos, el contenido de trabajo acumulado de las actividades de verificación, cepillado y enjuagado disminuiría de 1,17 a 1,03 min por botella, equivalente a una reducción estimada del 11,97 %. El cepillado presentó la mayor disminución individual, con una reducción aproximada de 0,08 min por botella. Mediante el procedimiento de cálculo simplificado utilizado en el estudio, se obtuvo una producción estimada de aproximadamente 58 botellas por hora, frente a las 51 botellas por hora registradas inicialmente, lo que representaría un incremento relativo del 13,73 %.

Discusión

Los resultados obtenidos presentan una clara concordancia con lo reportado por Ramadhan et al. (2024), quienes concluyeron que la aplicación del estudio de tiempos y la medición del trabajo permitió reducir los tiempos de ciclo entre un 15 % y un 35 % e incrementar la productividad laboral entre un 10 % y un 30 % en diferentes sistemas manufactureros. Aunque la mejora

alcanzada en la presente investigación fue del 13,70 %, ligeramente inferior a algunos escenarios reportados por dichos autores, esta diferencia puede atribuirse a que el proceso analizado corresponde a una pequeña empresa con operaciones manuales, donde las posibilidades de optimización dependen principalmente de la reorganización del trabajo y no de modificaciones tecnológicas o automatización de equipos. En consecuencia, los resultados obtenidos evidencian que incluso intervenciones de bajo costo fundamentadas en el estudio de métodos y tiempos pueden generar incrementos significativos en la productividad.

De manera similar, los resultados del presente estudio guardan relación con lo reportado por Cusiato Palomino et al. (2024), quienes, mediante una revisión sistemática, identificaron reducciones de hasta el 70 % en los tiempos de preparación, del 26,2 % en los desplazamientos y mejoras cercanas al 12 % en la productividad de la industria alimentaria, a partir de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. Aunque en Agua Brisa no se implementó una metodología Lean de manera integral, las propuestas de reorganización del área de verificación, mejora de la coordinación entre operaciones, estabilización de las botellas durante el cepillado y estandarización de los métodos de trabajo se relacionaron con sus principios de reducción de desperdicios y optimización de los procesos. En este sentido, la investigación permitió identificar oportunidades de mejora a partir del estudio de tiempos y plantear intervenciones orientadas a disminuir los movimientos innecesarios y las esperas durante el acondicionamiento y envasado de botellas.

Asimismo, los hallazgos de esta investigación guardan relación con lo señalado por Kulakov et al. (2023) y Pawlak (2024), quienes destacan que las pérdidas de productividad en los sistemas manufactureros no responden únicamente a limitaciones tecnológicas, sino también a deficiencias en la organización y ejecución del trabajo. En el caso de Agua Brisa, el estudio de tiempos permitió identificar oportunidades de mejora en las actividades de acondicionamiento y envasado, a partir de las cuales se plantearon intervenciones orientadas a optimizar los métodos de trabajo sin incorporar nueva maquinaria ni modificar la infraestructura existente. Bajo los supuestos establecidos para el escenario propuesto, se estimó una reducción del contenido de trabajo estándar de las actividades intervenidas, de 1,17 a 1,03 min por botella. A partir de estos valores, el procedimiento de cálculo simplificado utilizado en el estudio permitió proyectar una producción aproximada de 58 botellas por hora, frente a las 51 registradas inicialmente.

Conclusiones

El estudio de métodos y tiempos permitió conocer las condiciones operativas del proceso de acondicionamiento y envasado de botellas de agua en la empresa Agua Brisa. Mediante la observación directa se identificaron las seis actividades que conforman el proceso, su secuencia de ejecución y la distribución del trabajo entre los operarios. Esta caracterización permitió comprender el funcionamiento de las estaciones de trabajo y reconocer las actividades que requieren mayor atención para mejorar la continuidad del proceso. Asimismo, proporcionó una base técnica para analizar los tiempos de ejecución y establecer oportunidades de mejora acordes con las condiciones operativas de la empresa.

El análisis de los tiempos permitió determinar un contenido de trabajo promedio acumulado de 1,49 min/botella y un contenido de trabajo estándar acumulado de 1,86 min/botella, correspondientes a la suma de los tiempos de las seis actividades estudiadas. Estos valores no representan el intervalo de producción de la línea, debido a que las estaciones trabajan simultáneamente sobre distintas botellas. Por otra parte, el registro directo de producción permitió establecer una tasa inicial aproximada de 51 botellas/hora. El análisis de Pareto identificó al cepillado como la actividad de mayor duración, con un tiempo estándar de 0,54 min/botella, equivalente al 29,03 % del contenido de trabajo estándar acumulado. Estos resultados permitieron identificar las operaciones que requieren mayor atención y establecer prioridades para la formulación de propuestas orientadas a mejorar la organización del trabajo y reducir los tiempos improductivos.

A partir de los resultados obtenidos, se formularon propuestas de mejora orientadas a la reorganización del área de verificación, la estabilización del cepillado, la sincronización entre operaciones y la estandarización de los métodos de trabajo. El análisis del escenario propuesto permitió estimar una reducción del intervalo de producción de 1,17 a 1,03 min/botella, con una producción potencial aproximada de 58 botellas/hora, frente a las 51 botellas/hora registradas inicialmente. Esta diferencia representa un incremento estimado de la producción del 13,7 %, sujeto a la implementación de las mejoras y a la verificación de las condiciones operativas de la línea. En este sentido, el principal aporte de la investigación consiste en proporcionar un diagnóstico cuantitativo del proceso productivo y una propuesta de mejora sustentada en el estudio de métodos



y tiempos, que permite orientar la toma de decisiones hacia una mejor organización de las actividades y el aprovechamiento de los recursos disponibles.

Referencias bibliográficas

Awadh, M. (2024). *Enhancing Productivity through the Utilization of a Work-Measuring Methodology*. <https://doi.org/10.46254/AN14.20240606>

Biazen, M. A., Woldeyohannes, A. D., & Gebeyehu, S. G. (2025). Productivity Measurement Approaches and Evaluation of Productivity Factors for Flow Shop Manufacturing System. In M. K. Abera, M. T. Tigabu, A. Abide Tadesse, & A. A. Alaminie (Eds.), *Sustainable Development Research in Green Infrastructure, Water Resources, Manufacturing, and Process Engineering: Advancements of Science and Technology* (pp. 123-146). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87352-2_6

Cusiatado Palomino, A. M., Farfán Carhuamaca, N. Y., & Rada Mota, L. C. (2024). Systematic Review on Lean Manufacturing in the Productivity of the Food Industry. *LACCEI*, 2(11). <https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.325>

Ferrer-Blas, R., Galarcep-Barba, I., & Solano Gaviño, J. (2024). Lean Manufacturing in food production: Systematic review, bibliometric analysis and proposed application. *Scientia Agropecuaria*, 15, 569-579. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.042>

Flores Cruz, C. A., Yauri Quispe, D., Rada Mota, L. C., & Marzal Martinez, W. R. (2025). Machine Learning-Based Security Strategies in the IIoT: A Systematic Review. *LACCEI*, 2(13). <https://doi.org/10.18687/LEIRD2025.1.1.1061>

Kulakov, K. Y., Orlov, A. K., & Kankhva, V. S. (2023). Evaluation of Lean Manufacturing Tools and Digital Technologies Effectiveness for Increasing Labour Productivity in Construction. *Systems*, 11(12), 570. <https://www.mdpi.com/2079-8954/11/12/570>

Pawlak, S. (2024). The Impact of Selected Lean Manufacturing Tools on the Level of Delays in the Production Process. A Case Study. *Management Systems in Production Engineering*, 32, 103-107. <https://doi.org/10.2478/mspe-2024-0011>

Ramadhan, M. F., Kukreja, R., & Duran, C. (2024). Productivity Improvement through Work Measurement and Time Study Analysis. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, 2(3), 93-99. <https://doi.org/10.70716/reswara.v2i3.380>



Solano, M., & Ramos, J. (2022). Lean Manufacturing and Productivity in companies: A Bibliographic Review and Future Lines of Research. *Journal of Scientific and Technological Research Industrial*, 3, 39-48. <https://doi.org/10.47422/jstri.v3i1.24>

Sumi, S. S. (2024). Innovative paths to productivity: Advancing lean manufacturing in industrial engineering. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 22, 176-184. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.3.1685>

Tosanovic, N., & Stefanic, N. (2022). Influence of Bottleneck on Productivity of Production Processes Controlled by Different Pull Control Mechanisms. *Applied Sciences*, 12, 1395. <https://doi.org/10.3390/app12031395>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior