ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.1921

Proposal for Improvement in Environmental Management through Time Study to Reduce Operational Costs in the Fruit Juice Industry

Estela Medina, Noelia Maciel[1], Teodor Soriano, Jose[1], Alcalá Adrianzén Miguel Enrique, Doctor of Sciences and Engineering[2]
[1]Students of Industrial Engineering, Universidad Privada del Norte, Perú, n00245709@upn.pe, n00285761@upn.pe
[2]Industrial Engineering Professor, Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.alcala@upn.edu.pe

***Abstract*– In the juice industry, the management of organic solid waste, such as peels and pulp, along with high water consumption, were critical environmental factors. Implementing sustainable practices was essential to minimize these impacts and preserve environmental balance. Inefficient practices, such as excessive water use and improper waste disposal, contributed to soil and water contamination, affecting local ecosystems. To address these challenges, improvement strategies were proposed, including time studies, OWAS, Guerchet, and plant redistribution, optimizing production, reducing costs by 78.48%, and enhancing sustainability in the juice processing industry.**

***Keywords*-- Management, waste, organic, sustainable, impact.**

Propuesta de Mejora en Gestión Ambiental mediante Estudio de Tiempos para Reducir Costos Operativos en Industria de Zumos de Fruta

Estela Medina, Noelia Maciel[1], Teodor Soriano, Jose[1], Alcalá Adrianzen Miguel Enrique, Doctor en Ciencias e Ingeniería[2]
[1]Estudiantes de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, Perú, n00245709@upn.pe, n00285761@upn.pe
[2]Docente de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.alcala@upn.edu.pe

***Resumen*– En la industria de zumos, la gestión de residuos sólidos orgánicos; como cáscaras, pulpas, y el elevado consumo de agua, fueron factores medioambientales críticos. La aplicación de prácticas sostenibles fue esencial para minimizar estos impactos y preservar el equilibrio medioambiental. Las prácticas ineficaces, como el uso excesivo de agua y la mala eliminación de residuos, contribuyeron a la contaminación del suelo y el agua, afectando a los ecosistemas locales. Ante estos retos, se propusieron estrategias de mejora como, estudio de tiempos, Owas, Guerchet y redistribución de planta para optimizar la producción, reduciendo los costos en un 78.48% y mejorar la sostenibilidad en la industria de zumos de fruta.**

***Palabras clave*—Gestión, residuos, orgánicos, sostenibles, impacto.**

I. Introducción

En la industria de zumos de fruta, uno de los principales factores ambientales fue la generación de residuos sólidos orgánicos, como cáscaras y pulpas de frutas, cuya gestión adecuada redujo la contaminación [1]. Además, el consumo elevado de agua en el proceso de lavado de frutas y equipos representó un riesgo de escasez de este recurso [2]. La implementación de prácticas sostenibles redujo significativamente el impacto ambiental de estos factores en la industria alimentaria [3].

Las acciones humanas, como el uso excesivo de agua y la disposición inadecuada de residuos orgánicos, contribuyen a la degradación del equilibrio natural del ambiente [4]. En la industria de zumos, estos aspectos se manifestaron principalmente en el uso intensivo de frutas y el vertido de residuos líquidos y sólidos al medio ambiente sin tratamiento adecuado [5]. Estas prácticas afectaban directamente los ecosistemas circundantes, incrementando la contaminación del suelo y el agua [6].

La alteración del medio ambiente por la generación de residuos y el consumo de recursos no renovables es significativa, especialmente en sectores con alta demanda como la industria de zumos [7]. La acumulación de residuos sólidos y el uso ineficiente del agua y la energía contribuyen al cambio climático y la pérdida de biodiversidad [8]. La reducción de estos impactos mediante estrategias de gestión ambiental es fundamental para la sostenibilidad de los negocios [9]. El uso de herramientas LEAN, como la redistribución de planta, puede ser fundamental para la producción continua y la optimización de recursos en una industria de zumos de fruta [10]. El Método Guerchet es una es una técnica usada en la planificación de la distribución de espacios de un establecimiento, basándose en el análisis de las distintas áreas de trabajo para optimizar la eficiencia y minimizar movimientos innecesarios [11]. A través de este método, es posible determinar las zonas corporales con mayor riesgo de desarrollar lesiones musculoesqueléticas, mejorando el diseño ergonómico del entorno laboral [12]. Su implementación permite la optimización de los procesos productivos mediante la reducción de riesgos asociados a posturas inadecuadas como lo determina (1), [13].

$$S_T = S_s + S_a + S_e \quad (1)$$

Donde:
Ss = Superficie Estática
Sg = Superficie Gravitacional
Se = Superficie de Evolución

Además, el estudio de tiempos es una técnica utilizada para analizar el tiempo requerido en completar cada tarea dentro de un proceso productivo, identificando áreas con posibles cuellos de botella o ineficiencias [14]. Este enfoque permite determinar las áreas del proceso que pueden ser optimizadas para mejorar la productividad y reducir los tiempos ociosos [15]. Al aplicar el estudio de tiempos, según (2) y (3), se puede lograr una distribución más eficiente de los recursos y reducir costos operacionales [16].

$$Tt = Tn\,(1 + tolerancias) \quad (2)$$

Donde:
Tt = Tiempo estándar
Tn = Tiempo normal

$$TN = TO\ prom * (1 + FW) \quad (3)$$

Donde:
TN= Tiempo normal
TO prom= Tiempo promedio
FW= Factor de Westinghouse

El método OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) es una técnica ergonómica utilizada para evaluar y

clasificar las posturas adoptadas por los trabajadores durante el desempeño de sus tareas [17]. Este método permite identificar posturas inadecuadas y asignar niveles de riesgo, ayudando a prevenir lesiones musculoesqueléticas [18]. Su aplicación facilita la mejora en el diseño de puestos de trabajo y la implementación de medidas correctivas para reducir los riesgos asociados a las posturas laborales [19].

Por otro lado, la redistribución de planta es una estrategia de producción que organiza el trabajo en grupos o "células" para realizar tareas específicas, mejorando el flujo de trabajo y reduciendo tiempos de espera [20]. Esta metodología permite incrementar la eficiencia al agrupar máquinas y operarios de manera que se minimicen los movimientos y transportes innecesarios [21]. La redistribución de planta fomenta la flexibilidad y reduce el desperdicio, contribuyendo a una producción más ágil y rentable [22].

La proyección de demanda es una técnica utilizada para estimar la cantidad de productos o servicios que serán requeridos en el futuro, basándose en datos históricos y análisis de tendencias [23]. Esta herramienta permite a las empresas planificar mejor sus recursos y optimizar sus procesos de producción para satisfacer la demanda de manera eficiente [24]. Al aplicar la proyección de demanda, se puede reducir el riesgo de exceso de inventario o escasez, mejorando así la rentabilidad y la satisfacción del cliente [25].

Además, la Matriz de Leopold es un método de evaluación ambiental desarrollado en 1971 por Luna B. Leopold y su equipo. Consiste en una matriz de doble entrada donde las filas representan los factores ambientales afectados y las columnas las acciones humanas que generan impacto. Cada intersección permite calificar la magnitud e importancia del impacto, facilitando un análisis semicuantitativo de los efectos ambientales de un proyecto [26].

En Perú, la industria de zumos de frutas debe cumplir con la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, que establece lineamientos para la gestión de residuos y el uso eficiente de recursos naturales [27]. Esta normativa obliga a las empresas a implementar estrategias de reducción de residuos y reciclaje para minimizar su impacto ambiental [28]. Además, se deben seguir las normativas municipales locales sobre manejo de aguas residuales y residuos sólidos [29]. En consecuencia, de lo previsto, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo puede la implementación de herramientas Lean, junto con el estudio de tiempos, método Guerchet y el OWAS mejorar la gestión ambiental y reducir los costos operacionales en una industria de zumos de fruta? Por ende, el objetivo general del siguiente trabajo fue optimizar los procesos productivos de la industria de zumos mediante la implementación de estudios de tiempos, OWAS, Guerchet y redistribución de planta, con el fin de reducir costos y minimizar el impacto ambiental. Todo se realizó mediante el logro de los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los tiempos operacionales en la industria de zumos mediante el uso de un estudio de tiempos, con el fin de identificar áreas de ineficiencia y proponer mejoras en los procesos productivos.
- Evaluar las posturas de los trabajadores utilizando los métodos OWAS y Guerchet, para identificar y corregir posturas inadecuadas que podrían afectar la salud de los empleados y la productividad de la empresa.
- Realizar una proyección de demanda a mediano plazo, que permita optimizar el manejo de insumos y recursos, reduciendo el riesgo de sobreproducción o falta de inventario.
- Implementar la redistribución de planta en las áreas de producción, con el objetivo de mejorar el flujo de trabajo, minimizar tiempos muertos y reducir los costos operacionales.
- Proponer un sistema de gestión ambiental para la industria de zumos, que integre las herramientas Lean para la minimización de residuos y la eficiencia en el uso de recursos, alineado con las normativas ambientales locales.
- Determinar el impacto a los factores ambientales a través de la Matriz de Leopold.

Cabe mencionar que la alta demanda que enfrentó la industria desde 2021 justifica la necesidad de optimizar sus procesos para reducir costos y mejorar la gestión ambiental. La implementación de estrategias de mejora continua no solo permitió ahorrar recursos, sino que también contribuyó a la sostenibilidad del negocio, un aspecto crucial en la actualidad. Reducir el impacto ambiental es cada vez más importante para las empresas, ya que afecta su reputación y competitividad en el mercado.

II. METODOLOGÍA

Esta investigación fue de carácter descriptivo, ya que busca resolver problemas prácticos de la industria de zumos de fruta mediante la implementación de herramientas de mejora en la gestión ambiental. Además, fue de naturaleza descriptiva porque se centró en detallar cómo los procesos actuales afectan los costos operacionales y el ambiente. Según Ref. [30], la investigación aplicada permite obtener soluciones inmediatas que son útiles para mejorar la eficiencia en pequeños negocios.

La población objetivo de este estudio está conformada por sus procesos de producción, los cuales generan datos sobre el consumo de recursos y la generación de residuos. La muestra seleccionada incluirá los procesos productivos clave, como la preparación de zumos de fruta y el manejo de residuos, ya que representan los mayores focos de consumo y generación de desperdicios. Estos datos serán esenciales para la implementación de las herramientas Lean propuestas.

Como técnicas en la recolección de datos se usaron las técnicas de observación directa y recolección de datos históricos donde se analizó los tiempos de operación y el consumo de recursos en la industria de zumos de fruta. Los instrumentos empleados incluyeron cronómetros para el estudio de tiempos, hojas de recolección de datos para la

proyección de demanda; herramientas de software para el análisis de los procesos productivos. La combinación de estas técnicas permitió una evaluación exhaustiva de las oportunidades de mejora en la gestión ambiental.

El instrumento principal fue un conjunto de herramientas estadísticas y software de análisis de datos, como Minitab, para realizar el análisis de tiempos y la proyección de demanda. Estos instrumentos evaluaron el impacto de las mejoras propuestas en la eficiencia operativa y en la reducción de costos. Además, se utilizaron formularios de observación para recoger datos cualitativos sobre el desempeño de los empleados en los procesos productivos. Asimismo, se realizó encuestas basadas en la Matriz de Leopold a algunos clientes asiduos para conocer sus puntos de vista respecto al impacto ambiental que genera la industria de zumos de fruta.

En la tabla I, se detalla las preguntas de la entrevista a los clientes asiduos de la industria de zumos de fruta

TABLA I
ENTREVISTA AL PERSONAL DE LA INDUSTRIA DE ZUMOS DE FRUTA

¿Qué parte del proceso es la que te toma más tiempo?	¿Cuál problema consideras que es el de mayor impacto?
¿Consideras que el área de trabajo está bien distribuida?	¿Qué beneficios crees que tenga la industria de zumos de fruta al hacer las mejoras?
¿Disponen de insumo necesario cada vez que se requiera?	¿Consideras que la industria de zumos de fruta cumple con los estándares de calidad?

Asimismo, se utilizaron instrumentos de análisis de datos y diagnóstico como el Diagrama Ishikawa, la Matriz de Riesgo, la Matriz de Leopold y el método de Guerchet.

En el tratamiento de datos se incluyeron el análisis estadístico de las mediciones de tiempos, el consumo de recursos y la proyección de la demanda, utilizando herramientas como regresiones y análisis de correlación. Estos análisis permitirán identificar áreas clave donde se pueden implementar mejoras y reducir desperdicios. Además, se compararon los costos operacionales antes y después de la implementación de las herramientas Lean para evaluar su efectividad.

Como primer paso se diagnosticaron los procesos productivos actuales, identificando los cuellos de botella y las principales fuentes de desperdicio mediante un diagrama de análisis de procesos (DAP).

Luego, se evaluaron mediante la matriz de riesgo, los procesos y operaciones.

Una vez obtenido las dos actividades más impactantes, se procedió a realizar la Matriz de Leopold.

Se realizaron estudios de tiempos y análisis OWAS para evaluar el desempeño de los trabajadores y los tiempos operativos en los dos procesos seleccionados.

Posteriormente, se utilizó la proyección de demanda en verano, lo que anticipó las necesidades de recursos e inventario de manera eficiente. Para proyecciones futuras se deben considerar cambios climáticos, variaciones de precios, preferencial del consumidor y disponibilidad de frutas.

Seguidamente, se planteó proporcionar un área adecuada para cada trabajador con su respectivo mobiliario, mediante el uso del método Guerchet.

En consecuencia, cada trabajador obtuvo el área adecuada para poder cumplir las labores correspondientes, de manera ergonómica mediante la implementación de redistribución de planta que optimizó el flujo de trabajo y redujo el consumo de recursos, evaluando periódicamente los resultados obtenidos.

Para la obtención de datos del trabajo, en primer lugar, se realizó un diagrama de Ishikawa evidenciado en Fig.2 donde se identificaron todos los problemas que generaron los altos costos operacionales en la industria de zumos. Teniendo en total 5 causas raíz que son: CR1 – Falta de proyección de demanda, CR2 – Espacio mal diseñado, CR3 – Falta de estandarización de tiempos, CR4 – Posición ineficiente de trabajo y finalmente la CR5 – Desconocimiento de ergonomía.

Posteriormente, se determinaron los indicadores para monetizar anualmente cada causa raíz. En la CR1, el indicador fue el porcentaje de fruta malograda; en la CR2, la pérdida de ventas potenciales; en la CR3, el porcentaje de tiempo adicional requerido para lavar la fruta; en la CR4, el porcentaje de productividad; y, finalmente, en la CR5, el porcentaje de efectividad.

En primer lugar, en la CR1, cuyo indicador fue el porcentaje de fruta malograda, se determinó que el 40 % de la fruta se estaba malogrando, lo que generaba una pérdida de S/ 7800.00. Para solucionar este problema, se propuso la implementación de pronósticos de demanda. En la CR2, donde el indicador fue la pérdida de ventas potenciales, se identificó que el 30 % de las ventas no se concretan, lo que equivale a una pérdida de S/ 2160.00. Como alternativa de solución, se planteó la redistribución de planta.

Para la CR3, cuyo indicador fue el porcentaje de tiempo adicional en el lavado de la fruta, se determinó que actualmente se invierte un 35 % más de tiempo del necesario, lo que representa una pérdida de S/ 1200.00 en desperdicio del recurso. Para abordar esta situación, se realizó un estudio de tiempos. Por otro lado, en la CR4, cuyo indicador fue el porcentaje de productividad, se identificó que la productividad es un 60 % menor de lo esperado, generando una pérdida de S/ 6000.00. Para mejorar esta condición, se aplicó el método OWAS.

Finalmente, en la CR5, cuyo indicador fue el porcentaje de efectividad, se determinó que la efectividad actual es solo del 11 %, lo que representa una pérdida de S/ 2400.00. Como estrategia de mejora, se propuso el uso del método Guerchet.

Los resultados fueron analizados con un enfoque comparativo, evaluando los ahorros en costos operacionales y la mejora en la gestión ambiental. Este enfoque permitió

establecer un ciclo de mejora continua que redujo los costos, optimizó el uso de recursos y minimizó el impacto ambiental, lo que mejoró la sostenibilidad del negocio a largo plazo. Además, se generaron reportes periódicos donde se documentaron los avances en la implementación de las herramientas Lean y su impacto en la gestión operativa de la industria de zumos de fruta. La metodología se validó mediante la comparación de los resultados obtenidos en los meses posteriores a la implementación de las mejoras.

III. Resultados

A. *Diagnostico general*

La industria de zumos de fruta enfrentó múltiples problemas operativos que impactaron negativamente en el agua, el suelo y la eficiencia del personal. El vertido inadecuado de residuos orgánicos, como pulpas, zumos de fruta, cáscaras y aceites, en el sistema de drenaje provoca la contaminación del agua, mientras que los desechos que no se gestionan adecuadamente pueden acabar en el suelo, afectando su calidad. Además, la falta de optimización en los desplazamientos genera movimientos innecesarios, lo que aumenta la carga de trabajo del personal y reduce la eficiencia operativa. A continuación, se presenta la ubicación de la industria de zumos de fruta



Fig. 1 Ubicación de la industria de zumos de fruta
Coordenadas geográficas: -8.092074, -79.014358

De igual manera, de las actividades diarias en dicho establecimiento, se realizó un análisis de riesgo en la tabla II de la industria de zumos de fruta, considerando los escenarios, operaciones, e índices de probabilidad, gravedad y riesgos. Los resultados obtenidos ayudaron a identificar las áreas donde se enfoca la mayor cantidad de riesgos en donde se puede enfocar la atención para el diseño de la propuesta de mejora en dicha industria de zumos de fruta. Donde para poder calcular el riesgo se utilizó la siguiente fórmula.

$$Riesgo = probabilidad\ x\ gravedad \quad (3)$$

TABLA II
ANÁLISIS DE RIESGO DE LA INDUSTRIA DE ZUMOS DE FRUTA

Escenario	Operacion	Prob	Victima		Ambiental		Perdida		Imagen		Sanciones	
			G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
Uso excesivo del agua	Lavado	6	2	12	4	24	1	6	1	6	3	18
Contaminación del suelo	Pelado	6	3	18	4	24	1	6	1	6	1	6

Se observa en la Tabla II que las actividades de mayor riesgo son el uso excesivo de agua y la contaminación del suelo con desechos orgánicos, influenciadas principalmente por las etapas de lavado y pelado, donde “G” es gravedad y “R” es el riesgo.

Posteriormente se hizo una caracterización de los factores ambientales que tienen consecuencias en esta actividad, como se evidencia en la tabla II, teniendo como base la formula (4) para calcular el impacto y teniendo en cuenta las preguntas de la tabla I.

$$Impacto\ ambiental = magnitud * impacto \quad (4)$$

TABLA III
MATRIZ DE LEOPOLD

		Lavado de la fruta M	Lavado de la fruta I	Pelado de la fruta M	Pelado de la fruta I	Impacto
Factor agua	**M**	**-10**	-1	-8	-1	**- 22.50**
	I	-1	**3**	-1	2	
Factor suelo	**M**	-6	-1	-10	-1	**- 24.00**
	I	-1	3	-1	3	
Impacto		**-24**		**-22.5**		

En la Tabla III se observó que el mayor impacto se dio en el factor del agua y suelo, con un impacto en el factor agua de -22.50 y del suelo con un valor de -24.00. Estos valores describieron los factores en los que se enfocó la atención en el diseño de redistribución de planta para la industria de zumos de fruta. Donde “M” significa magnitud y la “I” connota el impacto.

B. *Análisis del proceso:*

En la Fig. 2 se analizó el proceso productivo, a través, del Diagrama de Ishikawa, donde se determinó las causas raíz que generan los altos costos operativos en la industria de zumos de fruta de Trujillo, afectando ambientalmente al agua por

residuos del zumo de fruta y también a los suelos por los desechos orgánicos que se generaron.

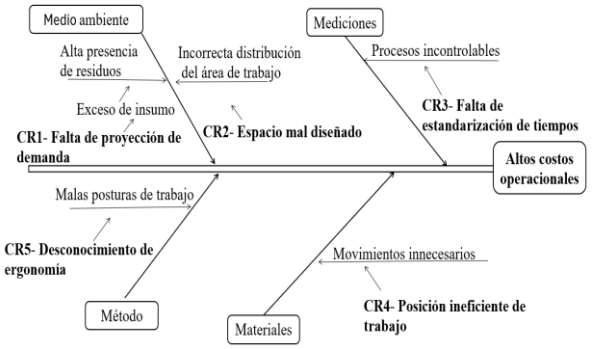


Fig. 2 Diagrama de Ishikawa

De Tabla II, se rescató que el operario hace mal uso de los recursos para el lavado y pelado de fruta, desperdiciando tanto agua como pulpa de la fruta, lo cual generó un incremento en los costos operativos.

Seguidamente, en la Tabla V, se evidencia el diagrama de operaciones de los procesos llevados a cabo dentro de la industria de zumos de fruta, con relación a la preparación de un zumo de fruta especial.

Asimismo, en la tabla V, se visualiza que, de un total de 18 actividades, 12 son operaciones, 5 transportes y 1 almacenamiento. Es decir, el 67.77% son actividades productivas, mientras que el 32.23% son actividades improductivas. Cada vaso de zumo de fruta es realizado en 12.1 minutos. Para la actividad de lavado de fruta se tuvo un tiempo de 0.5 minutos, y para el pelado de fruta 1 minuto.

Posteriormente, en la Tabla III se especificó el impacto ambiental que presentan las diferentes operaciones en el proceso de lavado y pelado de fruta. El agua porque se usó demasiado frecuente, lo cual generó un desperdicio del recurso e incremento del costo mensual. Por otro lado, el suelo, que, debido al pelado inadecuado, gran porcentaje de la fruta generó residuos orgánicos.

Consecutivamente, se evaluó la postura de trabajo del operario en la actividad del lavado de fruta mediante el uso del Método OWAS, que solucionó la CR4, los valores fueron: En espalda un valor de 3, en brazos 2, con respecto a piernas 5 y en la carga el valor de 2, resultando un código 3252, lo que generó un nivel de riesgo (R) crítico de 4 en el antes, Fig. 4, lo que indicó que tiene que ser mejorado lo antes posible, ya que representó un gran riesgo para el operario.

Asimismo, en la actividad de pelado de fruta resultó en la espalda un valor de 2, en los brazos 3, en las piernas 4 y un valor de 2 en la carga, lo que resultó un código 2342, que indicó un nivel de riesgo (R) crítico de 4 en el antes, Fig. 5, que debe ser mejorado de manera urgente.

En el proceso de lavado de frutas, en el antes se observó un uso excesivo de agua y una falta de consistencia en la calidad del lavado. Para solucionar la CR3 se aplicó el estudio de tiempos; bajo estas condiciones mostró los siguientes resultados: Tiempo promedio. 0.54 minutos/unidad y respecto a los Factores de Westinghouse analizados se obtuvo:

Habilidad**:** *Media* (0.00), El puesto requiere habilidades básicas, como sujetar y frotar las frutas bajo el chorro de agua. No es necesaria una optimización precisa, ya que no hay una técnica avanzada involucrada.

Esfuerzo**:** *Bueno* (+0.05), La actividad demanda una atención moderada para evitar desperdicio de agua y asegurar que cada fruta sea lavada adecuadamente. Aunque no es una tarea físicamente exigente, requiere concentración y energía constante.

Condición**:** *Mala* (-0.07), El ambiente de trabajo presenta inconvenientes, ya que el agua salpica y se desperdicia en el proceso, generando un entorno poco eficiente y con posibles incomodidades para el operario.

Consistencia**:** *Regular* (-0.07), debido a que el diseño del puesto no asegura una ejecución uniforme y estandarizada.

En el análisis de los suplementos, se han considerado tanto los suplementos constantes como los variables.

En cuanto a los suplementos constantes en mujeres, se asignó un valor de A = 7, debido a que el trabajo se realiza de pie, y B = 4, ya que la actividad genera fatiga. Respecto a los suplementos variables, se determinó F = 2, puesto que es un trabajo fatigoso y preciso, dado que se debe lavar las frutas con cuidado para evitar el desperdicio de agua. Asimismo, se asignó G = 2, debido al ruido intermitente que se genera por la caída del agua. Por otro lado, I = 4, al tratarse de una tarea monótona que sigue un patrón repetitivo de lavado, y finalmente, J = 2, ya que es una actividad que no involucra emociones y, por el contrario, resulta aburrida.

Por lo tanto, se obtuvo un tiempo normal de 0.49 minutos/unidad, adicionando el 21% de suplementos se obtuvo un tiempo estándar de 0.60 minutos/unidad. Estos resultados indicaron un proceso rápido pero ineficiente y poco sostenible, con altos niveles de desperdicio de agua y variabilidad en los resultados.

C. Propuesta de Mejora:

En la figura 3, se solucionó la CR5, donde se observa el área total necesaria para poder realizar la preparación de zumos de fruta de manera adecuada en una industria de Trujillo, dichos cálculos fueron determinados mediante la utilización del Método Guerchet, este método sirvió para

encontrar las medidas idóneas que también fueron tomadas en cuenta para la redistribución de planta.

TABLA IV

CÁLCULO DE ÁREA MEDIANTE MÉTODO GUERCHET

	Cantidad N°	Ss (m^2)	Sg (m^2)	Se (m^2)	At (m^2)
Refrigeradora	2	0.56 m^2	0.56 m^2	1 m^2	4.25 m^2
Mesa de lavado	1	0.08 m^2	0.08 m^2	0.13 m^2	0.28 m^2
Mesa de pelado	1	1.50 m^2	1.50 m^2	2.69 m^2	5.69 m^2
Mesa de picado	1	1.50 m^2	1.50 m^2	2.69 m^2	5.69 m^2
Mesa de licuado	1	1.50 m^2	1.50 m^2	2.69 m^2	5.69 m^2
Mesa de utensilios	1	1.50 m^2	1.50 m^2	2.69 m^2	5.69 m^2
Desechos	1	0.06 m^2	0.06 m^2	0.11 m^2	0.23 m^2
Operarios	1	0.50 m^2	0.50 m^2	0.90 m^2	1.90 m^2
TOTAL					**29.42 m^2**
Área de pasillos y corredores					11.77 m^2
ÁREA TOTAL					**41.19 m^2**

Una vez calculado el área total, en la Tabla IV, se procedió a realizar la distribución de planta en la Fig. 3 dando solución a la CR2, con todas las consideraciones de las distancias para que se pueda realizar un trabajo adecuado y no existan demoras al momento de los desplazamientos.

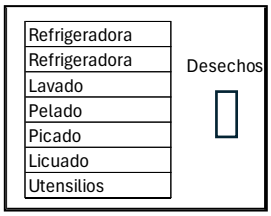


Fig. 3 Distribución del área de producción

Con respecto al lavado de frutas, se realizó un diseño ergonómico del área de trabajo, como ajustar la altura del lavadero para reducir la inclinación de espalda, la implementación de herramientas que eviten que se agachen para el recojo de frutas, las diversas capacitaciones y pausas activas para prevenir la fatiga física y el uso de equipos auxiliares como carretillas o cubetas para transportar la fruta, se logro reducir el riesgo (R) que nos brinda el método OWAS a un nivel de 1, para el después en Fig. 4, lo que indicó que no hay riesgo de salud hacia el trabajador y no requiere acciones correctivas.



Fig. 4 Evaluación Método OWAS área Lavado de Fruta

Asimismo, en el pelado de fruta las actividades, que mejoraron las posturas; fueron el reajuste a la estación de trabajo, el uso de cuchillos ergonómicos para reducir el esfuerzo manual, se planificaron pausas activas para los estiramientos y relajaciones musculares, finalmente se brindó la capacitación para optar una postura correcta al realizar el trabajo, resultando una mejora significativa en donde se redujo al nivel de riesgo (R) a 1 en el después de Fig. 5, lo que indicó que no requiere acción de mejora inmediata.

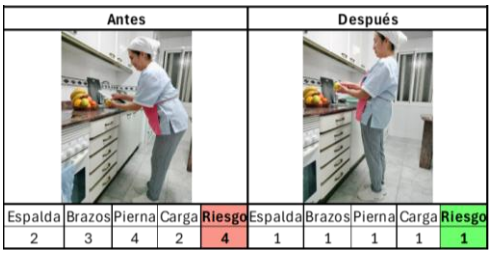


Fig. 5 Evaluación Método OWAS área Pelado de Fruta

Finalmente, en la tabla V el resumen del DAP muestra las actividades que fueron mejoradas, tomando en cuenta todas las herramientas propuestas. La reducción de 18 actividades a un total de 8 actividades, en la Tabla V, de las cuales 7 son operaciones y sólo 1 almacenamiento, implicó que en el después el 85.42% fueron actividades productivas y 14.58% actividades improductivas.

TABLA V

RESUMEN DEL DAP

Act.	Antes		Después	
	N°	Min	N°	Min
○	12	8.2	7	5.86
⇨	5	1.9	0	0
▽	1	2	1	1
Total	18	12.1	8	6.86

Además, en la Tabla V se eliminaron todos los transportes lo cual incrementó el tiempo en las 2 actividades más importantes, tanto en lavado como en el pelado; de esta manera el operario al tuvo más tiempo para realizar su tarea, de una manera adecuada disminuyendo la cantidad de agua usada y la cantidad de fruta desperdiciada.

Para reducir el desperdicio de agua y mejorar la calidad del proceso, se implementó un recipiente reutilizable. Este sistema reutiliza el agua en hasta 10 ciclos antes de su eliminación, logrando un uso más eficiente del recurso hídrico y mejorando las condiciones operativas. Además, se diseñó un protocolo estandarizado para el proceso de lavado, asegurando una ejecución uniforme.

En base a datos históricos, se realizó la proyección de demanda para el año 2025 dando solución a la CR1,

obteniendo un resultado de 69 zumos de fruta por día. Esta información permitió optimizar la compra de insumos y reducir la merma ocasionada por la fruta en mal estado. Para realizar esta proyección, se aplicó un modelo de regresión lineal simple utilizando datos históricos de consumo registrados durante 30 días. Mediante la ecuación de la recta y = mx + b , donde y representa la demanda proyectada m es la pendiente y b es la intersección con el eje y x corresponde a la variable independiente (días analizados), se obtuvo la estimación de 69 zumos de fruta diarios, facilitando así una planificación más eficiente en la compra de insumos y reduciendo desperdicios.

Después de implementar la mejora, el proceso fue nuevamente evaluado, obteniendo un tiempo promedio de 0.54 minutos/unidad en el lavado de frutas, mostrando que el tiempo de operación no se vio afectado negativamente por los cambios realizados. Mientras que se evidencian cambios en los Factores de Westinghouse:

Habilidad: Buena (+0.06), ya que el puesto requiere mayor precisión y práctica para evitar el desperdicio de agua. Se observó una curva de aprendizaje, donde el operario redujo su error en los primeros 10 ciclos

Esfuerzo: Bueno (+0.05), porque demanda atención sostenida y energía moderada. Sin embargo, se redujo la fatiga por menor cantidad de movimientos innecesarios.

Condición: Ideal (+0.06), gracias a la implementación del sistema de reutilización de agua, que disminuyó la acumulación de agua en el suelo, reduciendo riesgos de resbalones y mejorando la seguridad del operario.

Consistencia: Perfecta (+0.04), debido a que el protocolo de reutilización aseguró una ejecución uniforme en cada ciclo, disminuyendo la variabilidad en la calidad del lavado.

Por esa razón se obtuvo un tiempo normal de 0.66 minutos/unidad y el tiempo estándar de 0.80 minutos/unidad, teniendo en cuenta el mismo porcentaje de suplementos (21%). De esta manera hubo un incremento en el tiempo estándar, de 0.60 minutos/unidad a 0.80 minutos/unidad, que se justificó por los beneficios obtenidos:

Reducción del desperdicio de agua: El uso del recipiente reutilizable permitió una gestión más sostenible del recurso, disminuyendo significativamente el volumen de agua desechada; así como también, la mejora en la calidad del lavado, la limpieza de las frutas se volvió más homogénea, eliminando la variabilidad entre ciclos.

Condiciones de trabajo optimizadas: La ergonomía del proceso y la consistencia de las tareas facilitaron el trabajo del operario, mejorando la productividad general.

A continuación, la matriz de indicadores evidencia el impacto de las soluciones implementadas al comparar los valores antes y después de su aplicación.

TABLA VI
RESUMEN DE MATRIZ DE INDICADORES

	Actual		Mejorado		Alternativa de solución
N°	VA	Pérdida	VA	Pérdida	
CR1	40%	S/ 7,800.00	10%	S/ 1,950.00	Proyección de demanda
CR2	30%	S/ 2,160.00	5%	S/ 360.00	Redistribución de planta
CR3	35%	S/ 1,200.00	0%	S/ 0.00	Estudio de tiempos
CR4	60%	S/ 6,000.00	15%	S/ 1,500.00	Método OWAS
CR5	11%	S/ 2,400.00	2%	S/ 400.00	Método Guerchet
TOTAL		S/.163.00	S/.350.83		

En la tabla VI se aprecia que inicialmente, las pérdidas ascendían a 1,630 soles, mientras que tras la ejecución de las mejoras se redujeron a 350.83 soles, lo que representa una disminución del 78.48% de las pérdidas. Esta reducción refleja la efectividad de las estrategias adoptadas para optimizar los procesos y minimizar las pérdidas.

IV. DISCUSIONES Y RESULTADOS

Este estudio se centró en la aplicación de herramientas Lean en la reducción de costos operativos en una industria de zumos de fruta de Trujillo, con el objetivo de reducir el desperdicio y optimizar los procesos de producción, a través de la implementación de herramientas como el estudio de tiempos, la ergonomía y la proyección de demanda. Los resultados obtenidos muestran mejoras sustanciales en el flujo de trabajo y en la calidad de vida laboral de los empleados.

El estudio de tiempos realizado en el proceso de producción identificó puntos críticos de ineficiencia ajustando los tiempos de trabajo, mejorar la organización del proceso y, en consecuencia, reducir los tiempos de espera entre etapas. Esto coincide con lo expuesto por Ref. [28], quienes destacan que el estudio de tiempos es esencial para la optimización de procesos, incluso en empresas pequeñas, donde la eficiencia es crucial. No obstante, se diferencia en que este las operaciones mas importantes incrementaron el tiempo para que el operario realice con un método mejorado su labor.

Por otro lado, el análisis de ergonomía a través del método OWAS reveló que las posturas incorrectas en el trabajo generaron fatiga y enfermedades en los trabajadores. Las correcciones en las estaciones de trabajo, tales como ajustes en las alturas y distancias, no solo mejoraron la salud de los empleados, sino que también incrementaron la

productividad. Este hallazgo es consistente con lo planteado por Ref. [29], quienes afirmaron que una correcta evaluación postural mejora tanto la salud como la eficiencia laboral. Sin embargo, la diferencia radica en la aplicación de estos cambios en una empresa pequeña, lo que resalta la accesibilidad y efectividad de estas prácticas en entornos de menor escala.

El método Guerchet, aplicado para evaluar las áreas de trabajo, complementó los hallazgos en ergonomía al demostrar que pequeñas modificaciones en la distribución y diseño del espacio tuvieron un impacto significativo en la eficiencia y el bienestar laboral. Este método fue validado por Ref. [30], quien destacó la importancia de optimizar las condiciones físicas del entorno laboral para reducir los trastornos musculoesqueléticos. Este estudio se alineó con la propuesta de Cook, pero con un enfoque más práctico y adaptable a microempresas, donde los recursos son limitados.

En cuanto a la proyección de demanda, la optimización de la gestión de insumos y la reducción del desperdicio de recursos fueron claves en la mejora de la eficiencia operativa. Este resultado coincide con las recomendaciones Ref. [32], quienes señalaron que la previsión de la demanda es una herramienta fundamental para reducir costos y aumentar la eficiencia operativa. Sin embargo, a diferencia de lo sugerido por Ref. [33], que propuso el uso de herramientas tecnológicas avanzadas para la proyección de la demanda, en este estudio se utilizaron métodos simples y basados en la observación, adecuados para una microempresa.

Además, la inclusión de estudios de caso comparativos permite evaluar la aplicabilidad y efectividad de las herramientas Lean en distintos contextos. Por ejemplo, en Ref. [34] realizada en la Molinera de Cereales en Trujillo, la implementación de herramientas Lean permitió reducir los costos del área de producción en un 64.28 % y del área de mantenimiento en un 72.88 %, logrando un ahorro anual total de S/ 847,402.19. Este caso demuestra que dichas herramientas, al ser adaptadas a diferentes realidades empresariales, pueden generar mejoras significativas en eficiencia y sostenibilidad, respaldando los resultados del presente estudio.

Finalmente, la gestión ambiental aplicada en la industria de zumos de fruta, mediante la reducción del uso de recursos naturales y la correcta disposición de los residuos, se alineó con las mejores prácticas de sostenibilidad, lo cual tuvo beneficios tanto económicos como ecológicos. Este enfoque concuerda con los estudios Ref. [35], quienes demostraron que las pequeñas empresas también implementaron prácticas sostenibles con buenos resultados, sin necesidad de realizar grandes inversiones. No obstante, este estudio difiere en su enfoque pragmático y adaptado a las necesidades y capacidades de una microempresa.

En conclusión, la implementación de herramientas Lean en la industria de zumos de fruta fue una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la sostenibilidad. A pesar de las diferencias en la escala de la empresa, los resultados obtenidos concuerdan con los hallazgos previos de la literatura, lo que confirma la aplicabilidad de herramientas como el estudio de tiempos, la ergonomía y la proyección de demanda en microempresas. Además, los métodos sencillos y adaptados a los recursos limitados de la empresa han mostrado ser efectivos para generar mejoras sustanciales en el proceso productivo.

Este estudio contribuyó al cuerpo de conocimiento sobre la aplicabilidad de herramientas Lean en pequeñas empresas y resalta la importancia de adaptar las soluciones propuestas en la literatura a las condiciones particulares de las microempresas. Se recomienda a futuras investigaciones explorar más a fondo la combinación de herramientas Lean y prácticas sostenibles en pequeñas empresas, para determinar su efectividad en distintos contextos y sectores.

REFERENCIAS

[1] M. L. Vargas y Vargas *et al*, "Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos," *CIENCIA ergo-sum*, vol. 26, no. 2, pp. 169-178, Oct. 2019. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7069669

[2] P. Plaza *et al.*, "El agua en las centrales de fruta: hacia una gestión más sostenible," *Revista de fruticultura*, no. 89, pp. 54-69, 2022. [En línea]. Accedido: 2024. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8601553

[3] R. H. Ochante-Ramos, M. Riveros-Davalos y N. G. L. Mamani-Mercado, "Prácticas sostenibles y conciencia ambiental: Estrategias para la conservación del medio ambiente," *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, vol. 8, supl. 1, pp. 287-305, 2023. https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2791

[4] E. Escalona Guerra, "Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste," *Rev. Cubana Hig. Epidemiol.*, vol. 52, no. 2, pp. 270-277, 2014. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000200011.

[5] L. A. Sumarriva-Bustiza et al., "Manejo de residuos sólidos para el cuidado del medioambiente: una necesidad para la calidad de vida," *Rev. Inv. Cs. Agro. y Vet.*, vol. 7, no. 20, pp. 408-417, 2023. Epub 20-Mayo-2023. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.224

[6] L. J. Velázquez-Chávez, I. A. Ortiz-Sánchez, J. A. Chávez-Simental, G. A. Pámanes-Carrasco, A. Carrillo-Parra, and M. E. Pereda-Solís, "Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional," *TIP. Rev. especial. en cienc. químico-biológicas*, vol. 25, Ciudad de México, 2022. Epub 23-Jun-2023. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.482

[7] F. Tamayo, A. Rodríguez, J. E. Oviedo, and K. C. Carrillo, "Elaboración del sistema de gestión ambiental basado en buenas prácticas de manufactura en una empresa de zumos de fruta y licores," *INNOVA Research Journal*, vol. 3, no. 3, pp. 172-188, 2018. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6779039

[8] M. E. García Marín, “La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad,” *Rev. P+L*, vol. 11, no. 2, Caldas, July/Dec. 2016. https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a13

[9] L. Ruiz Moreno, “La gestión ambiental en los procesos de resignificación de la existencia,” *Tóp. Sem.*, no. 39, Puebla, ene./jun. 2018. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-12002018000100037

[10] J. N. Malpartida Gutiérrez, “Importancia del uso de las herramientas Lean Manufacturing en las operaciones de la industria del plástico en Lima,” *LLamkasun: Revista de Investigación Científica y Tecnológica*, vol. 1, no. 2, pp. 77-89, 2020. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8090257

[11] K. E. Medina Ninacondor, J. A. Aguilar Franco, y J. Villegas Alvarez, “Diseño de una propuesta de una planta industrial para el aprovechamiento de residuos sólidos del proceso de curtido,” *Nexo Revista Científica*, vol. 32, no. 1, 2019. https://doi.org/10.5377/nexo.v32i01.7989

[12] L. V. Vega-Vacca, R. Monroy-Sepúlveda, Y. A. Romero-Arcos, y J. F. Gelves-Diaz, “Determinación de las constantes ‘K’ del método Guerchet para el cálculo de las superficies de distribución de planta para una empresa del sector confecciones en el área metropolitana de Cúcuta,” *Respuestas*, vol. 28, no. 2, pp. 49–62, 2023. https://doi.org/10.22463/0122820X.3694

[13] G. A. Bocangel Weydert, C. W. Rosas Echevarría, y G. A. Bocangel Marín, *Ingeniería industrial: Introducción al diseño de plantas*. Editado por C. W. Rosas Echevarría, agosto 2021. ISBN: 978-612-00-6732-1.

[14] A. M. Andrade, C. A. Del Río, y D. L. Alvear, "Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado," *Información tecnológica*, vol. 30, no. 3, pp. 83-92, jun. 2019. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083

[15] C. Cuevas Arteaga, Y. A. González Montenegro, M. del C. Torres Salazar, y M. G. Valladares Cisneros, "Año 16, núm. 39, julio-octubre 2020," *Inventio*, vol. 16, núm. 39, pp. 7-XX, 2020. https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/7

[16] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de Métodos: Movimientos y Tiempos*. 2.ª ed. Ecoediciones, s.f.

[17] L. Y. Díaz-Tenesaca, C. A. Oñate-Haro, A. S. Rivera-Chacón, y V. A. Garay-Cisneros, "Métodos de Evaluación Ergonómica para los puestos de trabajo de los Choferes de transporte," *Dom. Cien.*, vol. 8, no. 2, pp. 81–97, junio 2022. http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2634

[18] M. A. Muñoz F. y Y. Velasco A., "Evaluación de posturas de trabajo en la actividad de archivar documentos de proyectos de investigación," *Univ. Cienc. Tecnol.*, vol. 19, no. 76, pp. 85-95, sep. 2015. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212015000300003

[19] M. Escalante, M. Núñez (†), y H. Izquierdo, "Evaluación ergonómica en la producción. Caso de estudio: Sector Aluminio, Estado Bolívar. Venezuela," *Ing. Ind. Actualidad Nuevas Tend.*, vol. 11, no. 21, pp. 73-90, 2018. https://www.redalyc.org/journal/2150/215058535006/215058535006.pdf

[20] González Rivera, D. "Impactos de la asignatura distribución en planta en la formación de estudiantes para la gestión de procesos en ingeniería industrial," *Universidad y Sociedad*, vol. 7, no. 2, pp. 23-27, 2015. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202015000200004

[21] Mejía A, Heidy; Wilches A, María Jimena; Galofre V, Marjorie; Montenegro, Yennys. "Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución," *Scientia et Technica*, vol. XVI, no. 49, pp. 245-250, diciembre de 2011. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701.

[22] P. A. Pérez Gosende, "Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un índice de desempeño," *RAE-Revista de Administração de Empresas*, vol. 56, no. 5, pp. 562-572, 2016. http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020160507.

[23] A. J. Boada, "Sistema de proyección de la demanda. Caso práctico de predicción automatizada en empresas de venta por catálogo," *Rev. Probl. Econ.*, vol. 4, no. 1, pp. 15-30, mar. 2017. http://dx.doi.org/10.16967/rpe.v4n1a2.

[24] J. Jablonsky y V. Skocdopolova, "Análisis y Optimización del Proceso de Producción en una Empresa Procesadora de Leche," *Inf. Tecnol.*, vol. 28, no. 4, pp. 31-40, 2017. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000400006

[25] J. Meza-Segura y J. Luyo-Kuong, "Metodología de pronóstico de la demanda residencial para el planeamiento energético de largo plazo en el Perú," *Tecnia*, vol. 30, no. 2, pp. 73-88, jul.-dic. 2020. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2309-04132020000200033&script=sci_arttext

[26] Salazar Nuñez, R. L., Castillo Quezada, D., & Alcalá Adrianzén, M. E. (2024). Environmental management proposal to increase productivity in a municipal camal through a plant redistribution design. 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development - LEIRD 2024. https://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.347

[27] Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, Ministerio del Ambiente, 2013. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf

[28] Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.

[29] Karhu, O., Kansi, P., & Kuorinka, I. (1995). *Corrective actions to reduce musculoskeletal disorders in working populations: A case study using the OWAS method*. *Applied Ergonomics*, 26(3), 160-164.

[30] Bergantino, R. (2017). Aplicación de la Metodología de Investigación de Casos de Estudio a Pequeñas y Medianas Empresas Pymes del País. *Investigación Y Pensamiento Crítico*, *5*(3), 5–18. https://doi.org/10.37387/ipc.v5i3.72

[31] Cook, T. (2005). *Ergonomic interventions in small businesses: A review of the impact on musculoskeletal disorders and productivity*. *Journal of Occupational Health and Safety*, 21(4), 320-328.

[32] Dombrowski, U., & Mielke, T. (2014). *Lean leadership: A literature review*. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(4), 372-400.

[33] Meza S, José, & Luyo K. (2020). Metodología de pronóstico de la demanda residencial para el planeamiento energético de largo plazo en el Perú. *Tecnia*, *30*(2), 33-45. https://doi.org/10.21754/tecnia.v30i2.862.

[34] Gálvez M, Geraldine D; Hernández O, Neimy M; & Alcalá A. "Propuesta de mejora basada en herramientas Lean Manufacturing para reducir sobrecostos en las áreas de producción y mantenimiento en Molinera de cereales, Trujillo 2021," *LACCEI*, vol. 1, no. 8, 2023. https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.881

[35] Barros, L. D., Silva, M. J., & Costa, A. P. (2018). *Sustainable practices in small businesses: A case study on environmental management in microenterprises*. *Journal of Environmental Management*, 223, 112-118.