

Environmental Management Proposal using VSM Tools, 5S, Man-Machine, OWAS and Westinghouse to Reduce Production Waste in the Rotisserie Chicken Restaurant

Cabanillas-Vigo Katherine Jazmin, Industrial Engineer¹, Esquivel-Miñano Chayna Esthefany, Industrial Engineer¹, Paz-Ruiz Andriela Anaí, Industrial Engineer¹, Peña-Martínez Saul Abelardo, Industrial Engineer¹ and Alcalá-Adrianzen Miguel Enrique, Doctor of Sciences and Engineering²

¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00263081@upn.pe, N00243620@upn.pe, N00259808@upn.pe, N00235107@upn.pe

²Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.alcala@upn.edu.pe

Abstract– This research aims to analyze how the environmental management proposal impacts production waste a rotisserie chicken restaurant. Tools such as Value Stream Mapping (VSM), 5S, Man-Machine, OWAS and Westinghouse are used. The study follows a transversal, descriptive and non-experimental approach. The VSM identified critical points and waste in the production flow. The 5S methodology improved the organization and cleanliness of the workspace. In addition, the Man-Machine optimized the interaction between workers and teams. The OWAS evaluated and improved ergonomic postures, while the Westinghouse Chart identified opportunities for improvement. Findings indicate a significant reduction in production waste, increased operational efficiency, and positive environmental impact. Applying VSM led to a reduced non-value-added time from 7.71 to 7.52 days. Adopting these tools benefits not only the environment but also profitability and sustainability. This proposal demonstrates the viability and effectiveness of integrating environmental management techniques and continuous improvement in the food sector.

Keywords– rotisserie chicken, contamination, VSM, soil, environmental impact.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).
DO NOT REMOVE

Propuesta de Gestión Ambiental utilizando Herramientas VSM, 5S, Hombre-Máquina, OWAS y Westinghouse para Reducir los Desperdicios de Producción en la Pollería

Cabanillas-Vigo Katherine Jazmin, Ingeniero Industrial¹, Esquivel-Miñano Chayna Esthefany, Ingeniero Industrial¹, Paz-Ruiz Andiel Anaí, Ingeniero Industrial¹, Peña-Martínez Saul Abelardo, Ingeniero Industrial¹ and Alcalá-Adrianzen Miguel Enrique, Doctor en Ciencias e Ingeniería²

¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00263081@upn.pe , N00243620@upn.pe , N00259808@upn.pe , N00235107@upn.pe

²Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.alcala@upn.edu.pe

Resumen– Esta investigación tiene como objetivo analizar cómo la propuesta de gestión ambiental impacta los residuos de producción de una pollería. Se utilizan herramientas como el Mapa de Flujo de Valor (VSM), 5S, Hombre-Máquina, OWAS y Westinghouse. El estudio sigue un enfoque transversal, descriptivo y no experimental. El VSM identificó puntos críticos y desperdicios en el flujo de producción. La metodología 5S mejoró la organización y limpieza del espacio de trabajo. Además, el Hombre-Máquina optimizó la interacción entre trabajadores y equipos. El OWAS evaluó y mejoró las posturas ergonómicas, mientras que la tabla de Westinghouse identificó oportunidades de mejora. Los hallazgos indican una reducción significativa de los residuos de producción, una mayor eficiencia operativa y un impacto ambiental positivo. La aplicación del VSM condujo a una reducción del tiempo sin valor agregado de 7,71 a 7,52 días. La adopción de estas herramientas beneficia no sólo al medio ambiente sino también a la rentabilidad y la sostenibilidad. Esta propuesta demuestra la viabilidad y eficacia de integrar técnicas de gestión ambiental y mejora continua en el sector alimentario.

Palabras clave-- pollo a la brasa, contaminación, VSM, suelo, impacto ambiental

I. Introducción

En los restaurantes, se identificaron tres fases de desperdicio: preparación en cocina, servicio de alimentos y consumo de clientes; pero fue en la preparación donde se observó sobreproducción, mal pelado, cortes inadecuados, uso de insumos caducados y excesiva cocción [1]. Primero, se abordó el factor agua, ya que se descargaron al alcantarillado aguas que contenían grasas y aceites (FOG), lo que provocó desbordamientos, por lo tanto, se implementaron trampas de FOG [2]. Asimismo, el lavado de tubérculos como la papa generó contaminación en el agua [3].

Otro factor con impacto negativo fue el suelo, en las operaciones de cocina se acumularon cáscaras de papas, residuos sólidos que contribuyeron a la contaminación ambiental [4]. Las cenizas, producto de la combustión de carbón vegetal, contribuyeron a la contaminación del suelo, cuyo impacto por su acumulación afectó negativamente en los establecimientos que las generaron y al lugar donde fueron desechadas [5].

El vapor del aceite en las actividades de cocina causó enfermedades debido a las partículas inhalables [6]. Además, la manipulación de carnes, como el pollo, provocó infecciones y contaminación cruzada por la falta de medidas adecuadas [7]. Por ello, se debió implementar un control de inocuidad y calidad alimentaria, en los restaurantes se registraron enfermedades transmitidas por alimentos que afectaron la salud de los trabajadores [8].

Los aspectos ambientales fueron actividades de producción de bienes o servicios y causaron efectos negativos en el entorno natural [9]. En la investigación, se observó que las pollerías en Perú enfrentaron pérdidas durante la transformación de la papa [10]. Se identificaron pérdidas en el pelado debido a la merma y acumulación de desperdicios, los cuales fueron desechados sin un plan de reciclaje, causando contaminación ambiental [11].

La cáscara de papa fue uno de los desechos con efectos negativos más significativos [12], ya que enfrentó desafíos para su eliminación [13]. El procesamiento de productos como papas fritas, papa rellena, causa y papa a la huancáína generó una gran cantidad de desperdicios [14].

Los restaurantes generaron entre 25% a 30% de basura, una problemática alarmante, por lo que tuvieron que pagar para recoger, eliminar y almacenar los restos de comida, envases de metal y vidrio que generaron olores desagradables y mal aspecto [15]. En el pelado de papas los desechos de cáscaras se redujeron mediante un reciclaje adecuado [16]. Se evaluó el impacto de un producto desde el inicio hasta el fin de su vida útil, por lo que se identificaron mejoras y se clasificaron los residuos en 13 categorías de impacto ambiental [17].

La mala gestión de residuos plásticos y aceites en los desagües contaminó el suelo, agua y aire [18]. El aumento de restaurantes incrementó las aguas contaminadas por grasas y aceites, lo que obstruyó el alcantarillado [19]. Esta contaminación llevó a la creación de un proyecto de reciclaje que generó una cultura sostenible [20].

Por lo expuesto, se plantearon herramientas de ingeniería para disminuir residuos en la producción, considerando el enfoque Lean Manufacturing [21]. Fue empleado el Mapa de la

Cadena de Valor para visualizar el estado actual del proceso, identificar actividades que generan desperdicios y optimizarlas [22]. Este paso resulta esencial para las empresas, ya que implica diagnosticar el estado del proceso de producción y delimitar las mudas. [23].

Se contempló la aplicación de la metodología 5S, la cual es de bajo costo, eficaz y simple de gestionar, reduciendo desperdicios al garantizar ambientes ordenados y mejorar la calidad del servicio [24]. Tiene por objetivo mejorar los procesos manteniendo áreas libres y eficientes [25]. Las 5S, de origen japonés, se componen de cinco fases: Selección, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplinar [26].

En las pollerías, el diagrama hombre-máquina muestra la relación entre un trabajador y un equipo pelador o un horno, necesarios para cooperar y elaborar el producto terminado [27]. Estas conexiones son comunes en muchas empresas, incluidas las pollerías [28]. La eficacia hombre-máquina se refiere al rendimiento conjunto de colaboradores y equipo hasta lograr el pollo a la brasa [29].

El método OWAS analiza ergonómicamente las posturas de carga, mejorando la comodidad laboral y la calidad del rendimiento [30]. Se basa en observar las posturas de los trabajadores durante sus tareas [31]. Luego, con la Tabla de Westinghouse se evalúa el esfuerzo, habilidad y condiciones laborales, definiendo la habilidad según experiencia y capacidades, y la consistencia según habilidad, esfuerzo y herramientas [32]. Para ello, con la Ecuación (1) se calculará el Tiempo Promedio Estándar de todos los tiempos observados de la actividad a analizar [33].

$$TPS = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

Donde:

X_i : sumatoria de tiempos observados

n: número de tiempos observados

Posteriormente, con la suma total de calificaciones de la acción analizada se procede a aplicar la Ecuación (2) en el que se calculará la Calificación de la Velocidad [33].

$$CV = 1 + (H + E + CT + C) \quad (2)$$

Donde:

H: habilidad

E: esfuerzo

CT: condición de trabajo

C: consistencia

Seguidamente, se desarrolla la Ecuación (3) en el que se determina el Tiempo Normal de la operación en estudio [33].

$$TN = TPS * CV \quad (3)$$

Legalmente los restaurantes están regulados por el D.S. N° 011-2019-MINCETUR, donde se establece la categorización y clasificación turística de los mismos [34]. Sobre el cuidado ambiental, se tiene la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), donde se indican las normas básicas para mantener un ambiente saludable y se plasman las sanciones en caso de

incumplimiento [35]. Además, se tiene la Ley N° 30884 que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables [36].

Sobre los componentes ambientales se considera al suelo y el recurso hídrico. Para la gestión y protección del suelo en el Perú, el Reglamento de la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, establece disposiciones sobre la gestión ambiental, protección del suelo y evaluación de impacto ambiental, de la misma manera, el decreto Supremo N° 008-2005-MINAM aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo, que establece estándares y criterios para la calidad del suelo en diversas actividades y usos [37]. Para la gestión y protección del suelo, este decreto establece el Reglamento de la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), que incluye disposiciones sobre la gestión ambiental, protección del suelo y evaluación de impacto ambiental, y el decreto Supremo N° 008-2005-MINAM, aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo, por lo que establece estándares y criterios para la calidad del suelo en diversas actividades y usos [38]. Por su parte, el recurso hídrico se encuentra dictaminado por el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (D.S. N° 001-2010-AG), que tiene por finalidad controlar el uso y la gestión del agua [39].

En función a lo expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la propuesta de gestión ambiental influye en los residuos de producción de pollos a la brasa a través de las herramientas VSM, 5S, Hombre - Máquina, OWAS y Westinghouse?

Para el desarrollo del problema expuesto, se determinó como objetivo general analizar cómo la propuesta de gestión ambiental influye en los residuos de producción de pollos a la brasa mediante la implementación de las herramientas VSM, 5S, Hombre-Máquina, OWAS y Westinghouse.

De esta manera, para cumplir con el objetivo general, se tuvo los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la situación de la gestión ambiental antes de la propuesta.
- Identificar las alternativas de solución para reducir los residuos de producción en pollos a la brasa.

Este trabajo de investigación contribuirá a resolver problemas relacionados con la gestión ambiental. Referente a la justificación teórica, permitirá corroborar conocimientos sobre cómo disminuir los residuos en la producción de pollos a la brasa. Finalmente, en la justificación metodológica se identificó el problema, se delimitó el objetivo y se procesó información para obtener conclusiones basadas en los resultados.

Respecto a la hipótesis general de la investigación se planteó que, la propuesta de gestión ambiental reduce los residuos de producción en pollos a la brasa mediante la implementación de las herramientas VSM, 5S, Hombre-Máquina, OWAS y Westinghouse.

La Matriz de Leopold se usó para evaluar el impacto ambiental, organizando en columnas las acciones humanas y en filas los factores ambientales, este análisis asegura que no se

omitan interacciones importantes e incluye valoraciones subjetivas; su implementación requiere la colaboración de varias disciplinas para recopilar y analizar información socioeconómica y ambiental [40]. De esta manera, con la Ecuación (4) se determina el Impacto Ambiental que generan las acciones humanas.

$$\text{Impacto Ambiental} = \text{Magnitud} * \text{Importancia} \quad (4)$$

El coeficiente alfa de Cronbach mide la consistencia interna de un cuestionario de impacto ambiental, pues se usa para evaluar la coherencia de ítems relacionados con el impacto ambiental de un proyecto, es así que un valor alto indica consistencia, asegurando que el instrumento es fiable para medir el impacto ambiental y respaldar decisiones [41].

En la Ecuación (5), se visualiza la fórmula para calcular el coeficiente de Alfa de Cronbach [42].

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right) \quad (5)$$

Donde:

K: número de ítems

$\sum S_i^2$: sumatoria de varianzas de los ítems

S_T^2 : varianza de la suma de los ítems

α : coeficiente de Alfa de Cronbach

Una vez conocido el valor del Alfa de Cronbach se tuvo presente los criterios con su respectiva valoración [43].

De esta manera, es que según sea el resultado del coeficiente Alfa de Cronbach se determinará si existe consistencia en los cuestionarios realizados, caso contrario se tiene que volver a realizar hasta conseguir un resultado favorable.

II. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación fue descriptivo, porque se enfocó en identificar situaciones, procesos u otro fenómeno bajo análisis, o sea, se centró solo en medir o recolectar información sobre conceptos o variables de manera individual o conjunta [44].

Asimismo, este trabajo se clasificó como no experimental transversal o transaccional, debido a que su diseño aplicó técnicas de observación, medición, entrevista o encuestas para obtener datos sobre características específicas, por tal motivo permitió la evaluación de las características determinadas en el grupo estudiado, esto sin manipulación experimental [45].

La población objeto de estudio fueron todas las actividades del proceso de pollos a la brasa y la muestra fue censal.

Para la evaluación del impacto ambiental comprendió a todos los residentes adultos ubicados en la Av. Miguel Grau y sus alrededores, poblado menor El Milagro, incluyó a clientes, empleados y vecinos de la comunidad, un total de 575 personas: 3 empleados, 340 clientes y 232 vecinos. Se seleccionó una muestra representativa de 66 personas: 26 hombres y 40 mujeres, con edades comprendidas entre los 18 y 75 años.

Para seleccionar el objeto de estudio se realizó un análisis a las ventas totales para identificar el plato que genera mayor

utilidad, primero se utilizó la base de datos del año pasado, en la cual se registró un total de ingresos de S/ 497,967 (81.59%) para el pollo a la brasa, S/70,026 (11,47) para las alitas broaster, S/ 21,456 (3.52%) para el arroz chaufa y S/ 20,861 (3.42%) para el lomo saltado. De acuerdo con el análisis de Pareto se determinó que el pollo a la brasa es el plato que genera más ingreso y fue el objeto de estudio para la investigación.

En relación con las técnicas de recolección de datos, se empleó la observación directa durante el proceso de pelado y horneado de papas. Se documentaron los procedimientos, tiempos y la cantidad de cáscaras desechadas en el pelado, así como los residuos de ceniza en el horneado. Además, se realizó un análisis documental que abarcó los reportes de compra de insumos y la cantidad producida de pollos a la brasa. Esta revisión detallada permitió identificar patrones de uso y áreas potenciales de optimización en la pollería.

Referente a los instrumentos de recolección de datos, se utilizó la técnica de entrevista personal a los colaboradores presentes en el área de producción, especialmente con los responsables de los procesos en evaluación, a fin de obtener información detallada y directa sobre las prácticas y procedimientos implementados. La entrevista contó con 14 preguntas de las cuales las más relevantes se muestran a continuación:

- ¿Cómo es su proceso de producción de los pollos a la brasa?
- ¿Cuáles son los insumos que más se desperdician en el proceso producción?
- Luego del proceso de pelado de papa, ¿cuál es el destino final de la cáscara de papa?
- Respecto al área de horneado, ¿cuánto carbón se emplea en el proceso?
- Luego del proceso de limpieza en el área de horneado, ¿cuál es el destino final del agua residual?

Obtenidos todos los datos necesarios se empleó la herramienta Mapa de Flujo de Valor (VSM) en el proceso de producción del pollo a la brasa donde se consideró el pelado de papa y horneado con el objetivo de identificar y analizar las causas fundamentales de los problemas y desperdicios en este proceso.

En la presente investigación, se utilizó la Matriz de Leopold para recopilar datos, evaluar y mitigar los efectos ambientales generados por las actividades de pelado de papa y horneado. Esta herramienta proporcionó un enfoque organizado y sistemático para analizar los impactos ambientales de estas dos actividades. El procedimiento comenzó con la identificación de las actividades más contaminantes en la pollería Sebas Chicken, seguido por el reconocimiento de los elementos ambientales afectados por estas actividades. Luego, se analizaron las interacciones entre cada actividad y los factores ambientales para determinar los posibles efectos. Finalmente, se categorizaron los efectos identificados según su tamaño y probabilidad de ocurrencia.

Para recolectar los datos de la matriz de Leopold se realizaron dos encuestas de 16 preguntas cada uno, de acuerdo

con los procesos de horneado y pelado de papa, respectivamente. En primer lugar, la primera encuesta, se dividió en dos secciones; la primera sección realizó la “Evaluación de Impacto Ambiental del suelo en el Proceso de Pelado de Papa en Sebas Chicken”. A continuación, se presentan los ítems de la primera sección.

1. Calificar la intensidad en la contaminación del suelo producido por los residuos sólidos (cáscara de papa).
2. Calificar la alteración en la contaminación del suelo producido por los residuos sólidos (cáscara de papa).
3. Calificar la duración en la contaminación del suelo producido por los residuos sólidos (cáscara de papa).
4. Calificar la influencia en la contaminación del suelo producido por los residuos sólidos (cáscara de papa).

A continuación, se presentan los ítems de la segunda sección “Evaluación de Impacto Ambiental en el agua”

5. Calificar la intensidad en la contaminación del agua producido por las aguas residuales.
6. Calificar la alteración en la contaminación del agua producido por las aguas residuales.
7. Calificar la duración en la contaminación del agua producido por las aguas residuales.
8. Calificar la influencia en la contaminación del agua producido por las aguas residuales.

Tomando en cuenta los criterios anteriores, es que se realizaron las preguntas para la segunda encuesta en el que la primera sección se denominó “Evaluación de Impacto Ambiental en el Agua Durante el Proceso de Horneado en Sebas Chicken” y la segunda sección “Evaluación de Impacto Ambiental en el Suelo Durante el Proceso de Horneado en Sebas Chicken”.

Tras realizar dos encuestas, se contabilizaron las 16 preguntas con los criterios de calificación. Se calculó la mediana de la calificación de la magnitud e importancia de cada actividad en relación con su factor contaminante. Luego, se aplicó la matriz de Leopold para identificar la actividad más contaminante en la pollería Sebas Chicken. Además, se evaluó la confiabilidad de la matriz mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un resultado aceptable.

k	: El número de ítems	16
$\sum s_i^2$: Sumatoria de las varianzas de los ítems	45.33
ST^2	: La varianza de la suma los ítems	151.7
α	: Coeficiente de Alfa de Cronbach	
$\alpha =$		0.748

El procedimiento que se llevó a cabo para reducir residuos en la pollería Sebas Chicken tuvo las siguientes etapas:

En la primera fase, cumpliendo el primer objetivo específico, se analizó la situación actual del proceso de producción de pollo a la brasa mediante observación directa, entrevista y análisis documental. Además, se aplicó el VSM para identificar las mudas y residuos del proceso, destacando el

pelado de papas y el horneado como los más significativos. También se realizó una encuesta a vecinos, trabajadores y clientes de la pollería, utilizando la Matriz de Leopold como guía para cuantificar el impacto ambiental.

En la segunda fase, en cumplimiento del segundo objetivo, se identificaron y seleccionaron herramientas de ingeniería para mitigar los problemas encontrados. Se aplicó la metodología de las 5S en los procesos críticos de producción, enfocándose en aquellos con mayor impacto ambiental debido a la falta de orden y limpieza. Además, se optimizó la relación entre operarios y equipo utilizando el diagrama Hombre-Máquina. Se evaluó y mejoró la condición ergonómica de los trabajadores mediante el método OWAS. También se utilizó la Tabla de Westinghouse para mejorar la eficiencia del personal en sus actividades. Finalmente, se realizaron simulaciones para monitorear el progreso hacia los objetivos de reducción de residuos y se ajustaron las prácticas según fuera necesario.

III. RESULTADOS

Sebas Chicken se destaca por su alta calidad y buen servicio, especializado en pollos a la brasa y platos tradicionales. Ubicada en Av. Miguel Grau 519, El Milagro - Huanchaco, opera con 4 trabajadores de lunes a domingo, de 5 p.m. a medianoche. Para evaluar los factores que tuvieron impacto ambiental negativo por los procesos de pelado y horneado, se realizó una encuesta a 66 personas mediante un análisis detallado sobre el impacto ambiental de ambos factores el suelo y agua, con el objetivo de adoptar prácticas sostenibles, reduciendo costos y contaminación.



Fig. 1 Localización de la Pollería Sebas Chicken

En la Figura 1 detalla la ubicación geográfica de la pollería Sebas Chicken. Por otro lado, el restaurante cuenta con 5 trabajadores, 2 cocineros, 2 ayudantes y 1 mesero.

Realizada la encuesta, se procedió al conteo y suma total de los valores de la intensidad y magnitud de cada respuesta. Se procedió a calcular la varianza de la producción (VARP) de cada ítem, así como de su sumatoria. Seguidamente, se procederá a realizar el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach.

Es así como, la suma de las varianzas da como resultado 45.33 y el ST2 es igual a 151.7, por lo tanto, al aplicar la fórmula y realizar los cálculos del coeficiente Alfa de Cronbach se obtuvo el valor de 0.748 el cual, según la escala al tener una valoración mayor a 0.7 se considera aceptable y confiable para la realización de la Matriz de Leopold.

De cada actividad que genera impacto en el medio ambiente, se procedió a calcular las medianas de las magnitudes

e importancias de cada factor. En la Tabla I se procedió a realizar la matriz de Leopold para identificar la actividad y factor que genera mayor contaminación en la pollería.

TABLA I
MATRIZ DE LEOPOLD

		Pelado de papas		Horneado		Impacto
		M	I	M	I	
Factor suelo	M	-5	-5	-5	-5	- 17.50
Residuos sólidos (cáscara de papa/cenizas)	I	2	5	5	5	
Factor agua	M	-5	-6	-6	-6	- 24.75
Aguas residuales (lavado de papa/limpieza horno)	I	4	5	5	5	
	Impacto		-15		-27.5	

En la Tabla I, aplicando la Ecuación (4) el factor con mayor impacto negativo fue el factor agua con -24.75 puntos, mientras que la actividad con mayor impacto negativo fue el horneado con -27.5 puntos, el mayor impacto ambiental para el agua, siendo un objetivo para la presente investigación.

Una vez determinados los factores ambientales se procedió a elaborar un diagrama de operaciones (DOP) que identificó cada actividad involucrada en la preparación del pollo a la brasa. Este diagrama detalla minuciosamente cada paso, desde el ingreso del pollo hasta el emplatado final, garantizando así

una comprensión completa del procedimiento. Lo indicado se precisó en la Figura 2.

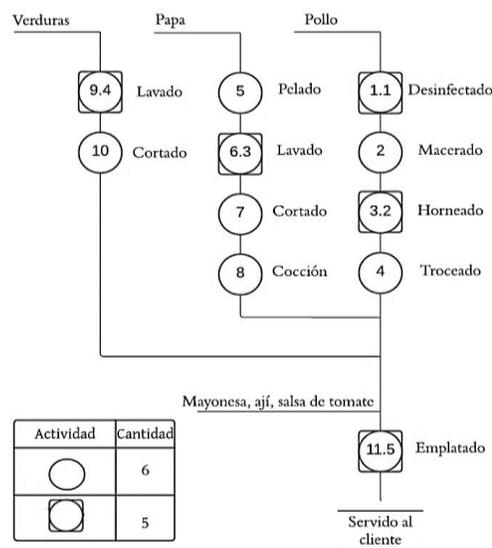


Fig. 2 Diagrama de operaciones

Luego, se realizó un VSM actual para identificar actividades que no añaden valor (mudas). La demanda diaria de producción de pollos a la brasa es de 12 pollos enteros, con un peso estimado de 2 kg cada uno (total de 24 kg al día). La jornada laboral es de 9 horas más 1 hora de descanso. Se calculó el Takt Time, resultando en 0.33 hr/pollo.

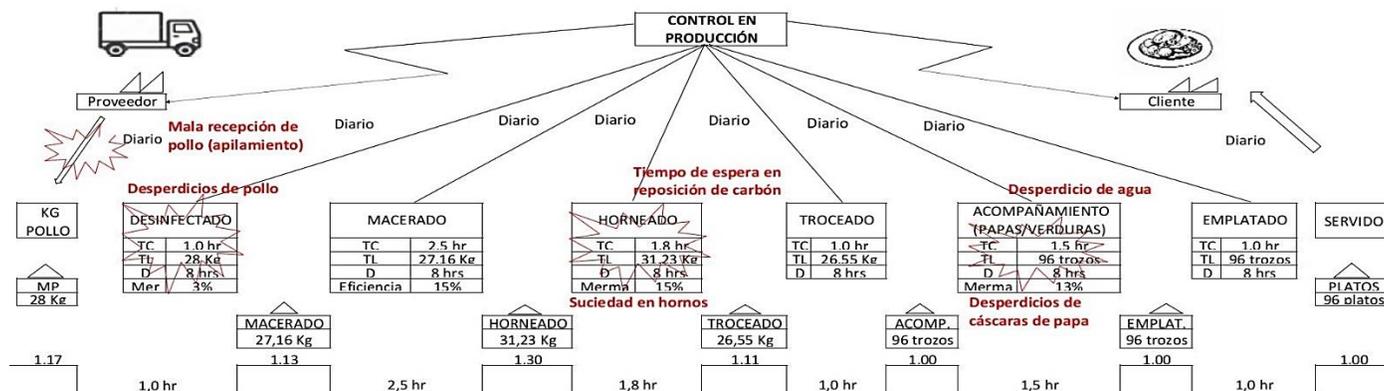


Fig. 3 VSM actual

En la Figura 3 se presentan las mudas en las estaciones de trabajo que generan valor agregado (VA). Identificamos problemas en la estación de desinfección, condiciones insalubres en los hornos y desperdicios en el área de preparación de ensaladas y papas, lo que resulta en una merma del 13%. Además, hay un exceso de pollos apilados en el área de recepción, afectando la producción. Una vez identificadas las mudas, calculamos los tiempos que no agregan valor (NVA). Los puntos de inventario para cada proceso son: desinfectado (1.17 días), macerado (1.13 días), horneado (1.30 días), troceado (1.11 días), acompañamiento (1.00 día),

emplatado (1.00 día) e inventario (1.00 día). El tiempo no generador de valor fue de 7.71 días, mientras que el tiempo de procesamiento que agrega valor fue de 8.8 horas por día, resultando en un 85.73% de tiempo no agregado.

Una vez realizado el VSM actual, se inicia la aplicación de las 5S en el área de cocina para mejorar el orden y la limpieza en los procesos de pelado de papas y horneado, esto con los datos e imágenes obtenidos de la visita realizada a la pollería Sebas Chicken.

El primer paso fue la Clasificación (Seiri), que consistió en identificar, organizar y eliminar residuos innecesarios. Se

retiraron las cáscaras de papa acumuladas en el piso, las papas malogradas en la cocina y los restos en el lavadero. Se ordenaron las herramientas de uso poco frecuente, y se eliminaron objetos no relacionados con el proceso.

Como segundo paso, en la Organización (Seiton), se asignó un lugar para residuos y herramientas, se señalizaron los espacios y se etiquetaron los contenedores para mantener un espacio limpio, reducir desperdicios, optimizar procesos y asegurar un almacenamiento adecuado. La Figura 4 muestra las señalizaciones.



Fig. 4 Señalización para el área de cocina

Como tercer paso, se tiene a la Limpieza (Seiso) en el que se creó un cronograma de limpieza para la estación de pelado de papa y horneado, con el propósito de implementar una rutina en el que las áreas queden libres de residuos.

En la estación de pelado, el operario realizó las siguientes actividades: limpieza de la estación, vaciado de contenedores, revisión y limpieza del filtro de lavadero, barrido y limpieza del piso, desinfección diaria de herramientas, limpieza de contenedores de cáscaras y limpieza profunda semanal del área, especialmente los miércoles.

En la estación de horneado, el operario realizó las siguientes actividades: limpieza del área de preparación de pollo, del horno y sus partes, de las bandejas del horno, del piso y de los utensilios diariamente, además de una limpieza profunda semanal, especialmente los miércoles.

Como cuarto paso, se tiene a la Estandarización (Seiketsu), el cual se desarrolló mediante un Checklist para documentar y estandarizar las siguientes tareas a realizar durante la limpieza y organización de cada área.

- Documentar los procedimientos de limpieza.
- Etiquetar los contenedores y zona de residuos.
- Señalizar las otras zonas de la cocina.
- Estandarizar los procedimientos de organización de materiales y utensilios.
- Capacitar al personal.
- Supervisar el cumplimiento de los procedimientos.
- Crear y establecer indicadores de desempeño.

El último paso, la Disciplina (Shitsuke), implica implementar acciones y responsabilidades para crear una cultura de limpieza y orden. Se establecerán procedimientos estándar para la limpieza diaria en el área de pelado de papas, y el gerente capacitará al personal. En el área de horneado, se aplicará un protocolo de limpieza diario, y el operario mantendrá el horno limpio semanalmente. Ambas áreas se organizarán y señalarán según las directrices del supervisor de producción.

Posteriormente, se elaboró un manual de limpieza para el área de pelado de papa y horneado, definiendo objetivos,

responsables, materiales, procedimientos diarios y semanales, capacitación inicial y continua, y supervisión periódica.

Aplicadas las 5S, se desarrolló el Diagrama Hombre-Máquina antes de la mejora para pelado de papas y horneado. El tiempo de ciclo para pelado fue de 3.5 min/und y después de la mejora se redujo a 1.8 min/und, la eficiencia del trabajador en el horneado fue de 39.13% y después de la mejora aumentó a 73.91%, tal y como se muestra en la Tabla II y Tabla III.

TABLA II
DIAGRAMA H-M DE PELADO DE PAPAS MEJORADO

	Diagrama Hombre-Máquina de la pollería Sebas Chicken	COD	P-001
		FE	1/01/2024
		FV	1/01/2025

Diagrama Hombre - Máquina		
Proceso	Fecha	22/09/2021
Pelado de papas	Op.	Juan Pérez
	Máq. 01	Peladora

P T (min)	Operario		Máquina 01		UND
	T	Actividad	T	Actividad	
05.00	05.00	Preparación de la máquina 01			
05.30	00.30	Cargar una papa			
06.30	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
06.60	00.30	Cargar otra papa			
07.60	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
07.90	00.30	Cargar otra papa			
08.90	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
09.20	00.30	Cargar otra papa			
10.20	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
10.50	00.30	Cargar otra papa			
11.50	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
11.80	00.30	Cargar otra papa			
12.80	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
13.10	00.30	Cargar otra papa			
14.10	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
14.40	00.30	Cargar otra papa			
15.40	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
15.70	00.30	Cargar otra papa			
16.70	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1
17.00	00.30	Cargar otra papa			
18.00	01.00	Pelar la papa	01.00	Pelar la papa	1

Análisis de Información				
Tipo	T disponible (min)	T de actividad (min)	T de ocio (min)	% de Utilización
Operario	18	18.00	0.00	100.00%
Máquina 01	18	10.00	8.00	55.56%

$$\text{Tiempo de ciclo: } \frac{18}{10} = 1.8 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

Como se puede observar en las tablas anteriores, el rendimiento del operario de pelado de papas supera al del horneado en más del 25%, mientras que el horno supera al pelador en más del 5%.

Posteriormente, en la Figura 7 se llevó a cabo la aplicación del método OWAS donde se observó y documentó las posturas más comunes durante el proceso de pelado y horneado del pollo a la brasa. Esto incluye posturas como inclinaciones y movimientos de torso, de manera que se utilizó para identificar posturas de riesgo y área que requiere más atención.

TABLA III
Diagrama H-M de Horneado Mejorado

	Diagrama Hombre-Máquina de la pollería Sebas Chicken	COD	H-001		
		FE	1/01/2024		
		FV	1/01/2025		
Diagrama Hombre - Máquina					
Proceso		Fecha	22/09/2021		
Horneado		Operario:	Pedro Martínez		
		Máquina 1:	Horno		
P	Operario		Máquina 01		UND
T (min)	T	Actividad	T	Actividad	
05.00	30.00	Poner a calentar el carbón			
10.00					
15.00					
20.00					
25.00					
30.00					
35.00	05.00	Poner pollos en horno			
40.00	40.00	Preparar los pollos para hornear	70.00	Horneado	
45.00					
50.00					
55.00					
60.00					
65.00					
70.00					
75.00					
80.00					
85.00					
90.00					
95.00					
100.00					
105.00					
110.00	10.00	Descargar pollos del horno			6
115.00					

Análisis de Información				
Tipo	T disponible (min)	T de actividad (min)	T de ocio (min)	% de Utilización
Operario	115	85.00	30	73.91%
Máquina 01	115	70.00	45.00	60.87%

$$\text{Tiempo de ciclo: } \frac{115}{6} = 19.2 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

En la Figura 5 se puede identificar las posturas que adopta el operario durante el proceso de horneado, incluyendo la posición de espalda, brazos y piernas para posteriormente utilizar la matriz de evaluación OWAS donde a cada postura se asigna a una categoría específica de acuerdo con el nivel de riesgo ergonómico.

Para realizar la matriz OWAS, en primer lugar se evalúa la posición de espalda donde se otorgó una valoración de 3 debido a que la espalda del operario está inclinada lateralmente entre 20° y 45°, la posición de brazos fue 1 ya que los brazos no están por encima de los hombros, en cuanto a la posición de piernas es 2 porque el operario se encuentra de pie con las dos piernas rectas y finalmente las cargas y fuerzas soportadas es 2 ya que

el operario está cargando la tira de pollos a la brasa que pesa aproximadamente 19 kg .



Fig.5 Evaluación operario horneado

Por otro lado, en la Figura 6 se ilustra las diversas posiciones corporales que los operarios asumen durante la etapa de pelado. Esto abarca desde la inclinación de la espalda hasta la disposición de los brazos y las piernas. Posteriormente, estas posturas son evaluadas mediante la matriz OWAS, un sistema estructurado que clasifica cada postura en categorías que reflejan el riesgo ergonómico permitiendo así implementar medidas preventivas y correctivas adecuadas para mejorar las condiciones ergonómicas del entorno laboral.



Fig.6 Evaluación operario de pelado

Para llevar a cabo la evaluación con la matriz OWAS, se consideró la posición de la espalda, calificada con valoración de 4 debido a la inclinación del tronco observada. En cuanto a la posición de los brazos, se asignó una puntuación de 2, indicando que un brazo está en posición baja mientras el otro está elevado. La posición de las piernas fue evaluada con código de postura 2, ya que el operario está de pie con ambas piernas rectas. En cuanto a las cargas y fuerzas que soporta, se calificó con código de postura 2, indicando que está soportando entre 10 y 20 kg de carga.

Luego, se ha evaluado cada calificación según el factor correspondiente, determinando que la categoría de riesgo para la actividad de pelado es 1, lo cual indica que las posturas adoptadas son normales y no conllevan efectos nocivos, por lo tanto, no se requiere ninguna acción adicional. En contraste, durante el horneado hubo posturas inadecuadas, obteniendo un valor de riesgo de 3, lo que señala la necesidad urgente de implementar acciones correctivas para mejorarlas.

Tras analizar la postura del trabajador se encontró que existe un riesgo de categoría 1 para el horneado y riesgo de categoría 3 para el pelado, por lo tanto, para el proceso de horneado se requiere acciones correctivas lo más antes posible.

Finalmente, se utilizó la tabla de Westinghouse para aumentar la eficiencia de los trabajadores. Esto permitió optimizar los procesos clave de cocina, mejorando el ritmo de trabajo y rentabilidad de la pollería. Además, simplificó tareas repetitivas y mejora las condiciones laborales y habilidades del personal.

Como primer paso, en la Tabla IV con la Ecuación (1) se determinó el TPS para 33 kg de papa, por lo cual se consideró los tiempos observados constantemente durante la actividad inicial, luego de implementar mejoras en el proceso, se realizó una nueva toma de tiempos donde se obtuvo una reducción significativa con los siguientes datos.

Tabla IV
TIEMPOS OBSERVADOS EN EL PELADO DE PAPA

Proceso de pelado: 33 kg		
1		0.4
1.3		0.5
1.15		0.4
1.1		0.7
1.05		1
1.2		0.8
1.08		0.5
1.23		0.4
1.25		0.9
1.3		0.6
TPS = 1.166 min		TPS = 0.62 min

De esta manera, se calculó que al inicio se obtuvo un tiempo promedio de 1.166 min y luego de haber realizado mejoras se logró obtener un tiempo promedio de 0.62 min como

se muestra en la Tabla V. Luego se calificará la velocidad, por lo que es necesario tener en cuenta el sistema de valores Westinghouse para el proceso de pelado inicialmente, dando como resultado en Habilidad D (0) debido a que el operario tenía conocimiento de las actividades a realizar, Esfuerzo E1 (-0.4), Condiciones D (0) porque el diseño del puesto de trabajo no está diseñado ergonómicamente y Consistencia C (0.1), sumado todos los valores da un resultado de 0.3. Con el dato anterior, se aplicó la Ecuación (2), de manera que la velocidad inicial (CVi) es 0.7. Finalmente, con la Ecuación (3) del tiempo normal dió como resultado 0.8162 min/ciclo.

Debido a que el tiempo promedio era superior al estándar se estableció métodos de trabajo estandarizados para cada tarea. De esta manera, se realizó una capacitación adecuada a los operarios sobre cómo realizar el pelado de papas de manera eficiente y siguiendo los estándares establecidos, logrando reducir el tiempo promedio en 0.62 min.

Aplicando el mismo método, se calificó la velocidad para el horneado, de manera que los resultados fueron: Habilidad B2 (0.8), Esfuerzo B1 (0.1), Condiciones C (0.02); ya que se rediseñó el entorno de trabajo realizando ajustes de altura para mejorar el rendimiento de los empleados y la Consistencia N (0.03) sumado todos los valores dió un resultado de 0.95. Con el dato anterior, se aplicó la Ecuación (2) y se halló que la velocidad inicial (CVi) fue de 1.95. Después, con la Ecuación (3) del tiempo normal, dió como resultado 1.209 min/ciclo.

Una vez aplicadas todas las herramientas propuestas, se realiza un nuevo VSM a fin de evidenciar el impacto que ha tenido el modelo.

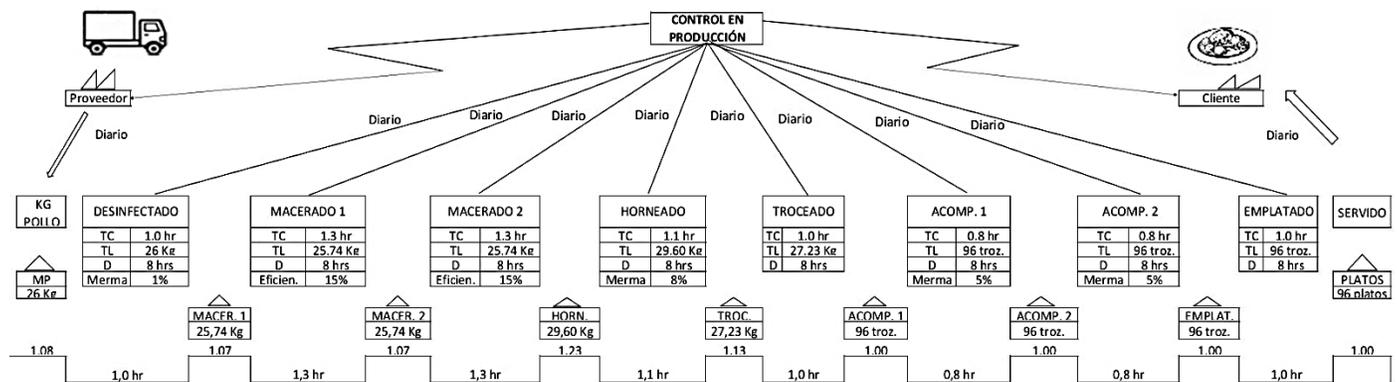


Fig 7. VSM mejorado

En la Figura 7 se observa el nuevo VSM tras la aplicación de las herramientas. De esta manera, se logró reducir la merma las áreas de Desinfectado y Horneado lo que permitió mejorar los ambientes gracias a la implementación de las 5S. Del último en mención, se logró reducir el tiempo de ciclo al mejorar la reposición del carbón y mantener una limpieza adecuada del horno. Por otra parte, en el proceso de preparación del acompañamiento de papas y ensaladas, se logró reducir la merma y desperdicios del pelado de papa, así como mejorar el tratamiento de las aguas residuales del proceso. Es así como se

plantean las siguientes métricas: en desinfectado 1.08 días, en macerado-1 1.07 días, en macerado-2 1.07 días, en horneado 1.23 días, en troceado 1.13 días, en acompañamiento (1) 1.00 día, en acompañamiento (2) 1.00 día en emplatado 1.00 día y en inventario 1.00 día.

El total de actividades NVA refiere a la suma de todos los puntos de inventario, dando un total de 7.52 días. Asimismo, el tiempo de procesamiento tuvo un valor total de 8.1 horas por día. Finalmente se procedió a calcular el porcentaje de valor no

agregado que al reemplazar todos los datos anteriores da como resultado 86.54%.

IV. DISCUSIÓN

En la sostenibilidad alimentaria, fue esencial fomentar prácticas ecológicas que redujeran residuos, optimicen recursos y mejoren la eficiencia. En la pollería, fue crucial evaluar el impacto de las cáscaras de papa y el horneado, para el factor agua y el suelo.

Respecto a las limitaciones, el enfoque principal de este estudio se centró en el pollo a la brasa como plato principal de la pollería, dado que, en el análisis de ventas totales generó en los ingresos la suma de S/ 497,697 siendo el 81.59% superando a los otros platillos.

En los resultados, aplicando la herramienta VSM, se redujeron las actividades que no agregan valor de 7.71 a 7.52 días; en la estación de acompañamiento, el tiempo de proceso inicial de 1.5 horas se dividió en dos estaciones: 0.8 horas para pelado de papas y 0.8 horas para preparación de verduras, lo que permitió reducir los tiempos de ciclo.

En suma, la aplicación de herramientas de ingeniería en las pollerías redujo desperdicios y tiempos muertos, y se evidencia un impacto significativo en el medio ambiente.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que la implementación de la gestión ambiental en la pollería, utilizando herramientas como VSM, 5S, Hombre-Máquina, OWAS y Westinghouse, permitió recopilar datos más exhaustivos y precisos sobre los cuellos de botella y desperdicios en el proceso de producción.

Con la matriz de Leopold se identificó en columnas que el horneado es la actividad con mayor impacto a los factores agua y suelo, por otro lado, en filas el agua es el factor con mayor impacto negativo en el proceso. En el diagrama Hombre-Máquina, el tiempo de ciclo del pelado de papas se redujo de 3.5 a 1.8 minutos por unidad, y la eficiencia del horneado aumentó del 39.13% al 73.91%.

Las investigaciones previas sobre las herramientas propuestas confirman que fueron eficaces, reducen residuos y mejoran el impacto ambiental, por lo que fue crucial aplicarlas en el ámbito industrial.

La iniciativa de la gestión ambiental en la producción de pollos a la brasa fue significativa para disminuir los residuos, optimizó procesos y generó ahorros económicos. Teóricamente, amplió el conocimiento sobre la aplicación de técnicas de manufactura y ergonomía en el sector alimentario, abordando problemas específicos de gestión de residuos en una pollería.

Se busca implementar soluciones sostenibles como capacitaciones semanales y control de indicadores ayudó a reducir la contaminación y a mantener un entorno limpio, beneficiando al medio ambiente, al trabajador, los clientes y mejorando la economía.

Fue así que la investigación alcanzó su objetivo al analizar cómo la gestión ambiental afectó los residuos en la producción

de pollos a la brasa, proporcionando un modelo replicable para otras pollerías y establecimientos alimentarios.

REFERENCIAS

- [1] L. Principato, A. Di Leo, G. Mattia, and C. A. Pratesi, "The next step in sustainable dining: the restaurant food waste map for the management of food waste," *Ital. J. Mark.*, vol. 2021, no. 3, pp. 189–207, 2021. [En línea] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s43039-021-00032-x>
- [2] R. M. S. R. Mohamed, A. Al-Gheethi, A. N. Welfrad, and M. K. A. Hashim, "Development in-house: A trap method for pretreatment of fat, oil, and grease in kitchen wastewater," in *Handbook of Environmental Materials Management*, Cham: Springer International Publishing, pp. 1351–1365, 2019. [En línea]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73645-7_35
- [3] M. Dapkienė, N. Sabienė y A. Radzevičius, "Contamination of the root vegetables wash water and its treatment efficiency", *Vytautas Magnus Univ. Res. Manage. System*, pp. 249–255, 2017. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.vdu.lt/cris/entities/publication/cccd0714-21f0-45cd-b5ee-849fdbb69693>
- [4] N. Ijaz et al., "Valorization of potato peel: a sustainable eco-friendly approach", *CyTA - J. Food*, vol. 22, n. ° 1, enero de 2024. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1080/19476337.2024.2306951>
- [5] M. Wyszowski, J. Wyszowska, N. Kordala y A. Borowik, "Applicability of Ash Wastes for Reducing Trace Element Content in Zea mays L. Grown in Eco-Diesel Contaminated Soil", *Molecules*, vol. 27, n. ° 3, p. 897, enero de 2022. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.3390/molecules27030897>
- [6] Y. Zhao et al., "Review of effluents and health effects of cooking and the performance of kitchen ventilation," *Aerosol Air Qual. Res.*, vol. 19, no. 8, pp. 1937–1959, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2019.04.0198>
- [7] J. M. Vásquez-Ampuero and W. R. Tasayco-Alcántara, "Presencia de patógenos en carne cruda de pollo en centros de expendio, Huánuco-Perú: Una problemática en salud," *J. Selva Andina Res. Soc.*, vol. 11, no. 2, pp. 130–141, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2020.110200130>
- [8] F. A. Fariñas Rojas, "Gestión en restaurantes, basada en los prerrequisitos del sistema APPCC," *Tur. Soc.*, vol. 30, pp. 71–92, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.18601/01207555.n30.04>
- [9] C. Severiche-Sierra, "Identification of environmental aspects: a tool for its application," *IPSA Scientia rev. cient. multidiscipl.*, vol. 7, no. Sup. 1, pp. 85–93, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.25214/27114406.1527>
- [10] C. V. M. O. A. Devaux, "Una aproximación a la medición de pérdidas de alimento en la cadena de la papa en Ecuador y Perú," *Revista Latinoamericana de la Papa*, vol. 23, no. 2, pp. 46–65, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.37066/ralap.2019.23.2.46-65>
- [11] E. M. Sánchez-Castelblanco and J. P. Heredia-Martín, "Evaluación de residuos de cáscaras de papa como sustrato para la producción de amilasas a partir de *Bacillus amyloliquefaciens* A16," *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat.*, vol. 44, no. 172, pp. 794–804, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1122>
- [12] R. R. Fernández Concepción, "Uso de las cáscaras de la papa para el desarrollo de nuevos alimentos," *Ingeniería Química y Desarrollo*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.53591/iqd.v1i1.1256>
- [13] A. Chauhan et al., "A review on waste valorization, biotechnological utilization, and management of potato," *Food Sci. Nutr.*, vol. 11, no. 10, pp. 5773–5785, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3546>
- [14] H. J. Chancha Inga, L. C. Seguil Gonzales, D. E. Alvarado León, and C. O. Larrea Cerna, "Usos de los subproductos de la papa en la industria alimentaria: RSL," *RevTaya*, vol. 7, no. 1, pp. 02–19, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.46908/tayacaja.v7i1.219>
- [15] R. Sobti, Ravikiran, H. Kareem, Jisha, K. Dhamija, and A. L. N. Rao, "Analyzing solid waste management practices for the hotel industry," *E3S*

- Web Conf., vol. 507, p. 01073, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450701073>
- [16] S. L. Sampaio et al., “Potato peels as sources of functional compounds for the food industry: A review”, *Trends Food Sci. & Technol.*, vol. 103, pp. 118–129, septiembre de 2020. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.015>
- [17] S. Scherhauser, G. Moates, H. Hartikainen, K. Waldron y G. Obersteiner, “Environmental impacts of food waste in Europe”, *Waste Manage.*, vol. 77, pp. 98–113, julio de 2018. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.038>
- [18] T. K. Baul, A. Sarker y T. K. Nath, “Restaurants’ waste in Chittagong city, Bangladesh: Current management, awareness on environmental hazard and perception towards potential uses”, *J. Cleaner Prod.*, vol. 292, p. 126073, abril de 2021. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126073>
- [19] I. Ahmad et al., “The role of restaurant wastewater for producing bioenergy towards a circular bioeconomy: A review on compositions, environmental impacts, and sustainable integrated management”, *Environmental Res.*, p. 113854, julio de 2022. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113854>
- [20] T. Kfoury et al., “Sustainable solid waste management in restaurants: The case of the Ecozinha Institute, Brazil”, *Int. J. Gastron. Food Sci.*, vol. 27, p. 100464, marzo de 2022. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100464>
- [21] J. Vargas-Hernandez, G. Muratalla-Bautista y M. Jiménez-Castillo, “Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?”, *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. V, n.º 17, pp. 153–174, 2016. ISSN: 1856-8327. Accedido el 30 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215049679011>
- [22] M. García Cantó y A. Amador Gandia, “Cómo aplicar “Value Stream Mapping” (VSM)”, *3C Technol. Innovacion Apl. Pyme*, vol. 8, n.º 2, pp. 68–83, junio de 2019. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.68-83>
- [23] M. A. Camacaro-Peña, A. M. Paredes-Rodríguez, C. D. Aulestia-Potes y M. G. Henao-Guerrero, “Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña”, *Entramado*, vol. 17, n.º 02, pp. 226–242, mayo de 2021. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.7636>
- [24] M. Singh, M. Padhy, S. Kumar, H. K. Solanki y R. K. Gupta, “Implementation of 5S management method for lean healthcare in clinical biochemistry laboratory of a government hospital in India”, *Int. j. health sci.*, junio de 2022. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns3.9489>
- [25] J. V. Reyes-B., L. A. Aguilar-Sánchez, J. L. Hernández-Valencia, A. Mejías-Acosta y A. Piñero-, “La Metodología 5S como estrategia para la mejora continua en industrias del Ecuador y su impacto en la Seguridad y Salud Laboral”, *Polo Del Conoc.*, vol. 2, n.º 7, p. 1040, julio de 2017. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.23857/pc.v2i7.329>
- [26] D. S. Cortez Yáñez, “Metodología 5 S: Una revisión del estado del arte”, *Rev. Imaginario Soc.*, vol. 6, n.º 2, mayo de 2023. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.59155/is.v6i2.113>
- [27] I. Seeber et al., “Machines as teammates: A research agenda on AI in team collaboration”, *Inf. & Manage.*, vol. 57, n.º 2, p. 103174, marzo de 2020. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103174>
- [28] J. B. Falandays, S. Spevack, P. Parnamets y M. Spivey, “Decision-Making in the Human-Machine Interface”, *Frontiers Psychol.*, vol. 12, febrero de 2021. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.624111>
- [29] D. Guo, G. Li, N. Hu y J. Hou, “System Dynamics Analysis of Man-Machine Efficacy in Plateau Mines”, *IEEE Access*, vol. 9, pp. 18072–18084, 2021. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/access.2021.3052211>
- [30] M. Yilmaz, “Analysis of Working Postures in Rubber Manufacturing Industry by using OWAS and RULA Methods”, *Int. J. Pioneering Technol. Eng.*, vol. 2, n.º 01, pp. 103–112, junio de 2023. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.56158/jpte.2023.39.2.01>
- [31] R. Molina, I. S. Galarza Cachiguango, C. J. Villegas Estévez y P. X. López Egas, “Evaluación de riesgos ergonómicos del trabajo en empresas de catering”, *Turismo Soc.*, vol. 23, pp. 101–123, septiembre de 2018. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.18601/01207555.n23.06>
- [32] J. I. Ruíz Ibarra, A. Ramírez Leyva, K. Luna Soto, J. A. Estrada Beltrán y O. J. Soto Rivera, “Optimización de tiempos de proceso en desestibadora y en llenadora”, *Ra Ximhai*, pp. 291–298, diciembre de 2017. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.35197/rx.13.03.2017.16.jr>
- [33] R. García Criollo, *Estudio del trabajo “Ingeniería de métodos y medición del trabajo”*, 2a ed. Mcgraw-Hill Interam. España, 2018. . ISBN: 9701046579
- [34] Perú, Trabajo y Promoción del Empleo, “Decreto Supremo n.º 011-2018-TR, Decreto Supremo que determina los alcances del Decreto Supremo N.º 011-2017-TR”, *Diario Oficial El Peruano*, 21 de octubre de 2018. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <http://epdoc2.elperuano.pe/EpPo/DescargaINDA.asp?Referencias=NDM5VzIXOVc5V0xIWUI5V1hDOVdZQkxIOVdfX11YVkJTJFRNWUJXVjlx>
- [35] Perú, “Decreto Legislativo n.º 1055, MODIFICA LA LEY N.º 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE”, 27 de junio de 2008. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: https://www.leyes.congreso.gob.pe/DetLeyNume_1p.aspx?xNorma=3&xNumero=1055&xTipoNorma=3
- [36] Perú, “Ley n.º 30884, Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables”, 19 de diciembre de 2018. Accedido el 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/Expvirt_2011.nsf/Repepvirt?OpenForm&Db=201602248&View
- [37] El Peruano. “Ley N.º 28611 - Ley General del Ambiente.” Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accedido el 4 de julio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC081742/>
- [38] “Ministerio del Ambiente”, *Gob.pe*. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/363557-10-2019-minam>. [Consultado: 30-mayo-2024].
- [39] “Ministerio de Energía y Minas”, *Gob.pe*. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/4773151-001-2010-ag>. [Consultado: 30-mayo-2024].
- [40] Verd Crespi, Josep. “Recursos Para Las CTMA: La Matriz de Leopold, Un Instrumento Para Analizar Noticias de Prensa de Temática Ambiental.” *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra: Revista de La Asociación Española Para La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, vol. 8, no. 3, 2000, pp. 239–246. ISSN 1132-9157. dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2897557
- [41] Domínguez-Lara, Sergio Alexis, and César Merino-Soto. “¿Por Qué Es Importante Reportar Los Intervalos de Confianza Del Coeficiente Alfa de Cronbach?” *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez Y Juventud*, vol. 13, no. 2, 2015, pp. 1326–1328. ISSN: 1692-715X. www.redalyc.org/articulo.oa?id=77340728053
- [42] J. Meneses et al., *Psicometría*. Ed. UOC, 2013. ISBN: 9788490297759
- [43] P. Mallery y D. George, *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 11.0 Update (4th Edition). Allyn & Bacon, 2002. ISBN: 9780205375523
- [44] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, M. del P. Baptista Lucio, S. Méndez Valencia, y C. P. Mendoza Torres, *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0
- [45] A. A. Hernández Escobar, M. P. Ramos Rodríguez, B. M. Placencia López, B. Indacochea Ganchozo, A. J. Quimis Gómez, y L. A. Moreno Ponce, *Metodología de la investigación científica*. Editorial Científica 3Ciencias, 2018.