

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

Diseño de una propuesta de mejora en el proceso de despulpado para minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en una empresa acopiadora de café, región Puno, 2023

Thania Naydia Gozme Ticona
Aldair Brandon Mendoza Ccallo
Pamela Claudine Montesinos Martinez

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Julio Cesar Alvarez Barreda
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 18 de Febrero de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Diseño de una propuesta de mejora en el proceso de despulpado para minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en una empresa acopiadora de café, región Puno, 2023

Autores:

1. Thania Naydia Gozme Ticona – EAP. Ingeniería Industrial
2. Aldair Brandon Mendoza Ccallo – EAP. Ingeniería Industrial
3. Pamela Claudine Montesinos Martinez – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
Nº de palabras excluidas (PALABRAS): 10 palabras
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

ASESOR

Mg. Julio César Álvarez Barreda

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Continental, por permitirnos continuar con esta etapa muy crucial en la culminación de nuestra vida universitaria. A nuestros asesores, por sus acertadas guías e indicaciones en este proceso, por su apoyo, soporte anímico y académico a lo largo del camino de nuestra investigación.

DEDICATORIA

Nuestra tesis va dedicada, especialmente y con mucho amor, a nuestros padres, que con su sacrificio y cariño incondicional nos permitieron llegar a este punto de nuestra vida académica; a nuestros hermanos, que no nos dejaron desviarnos del objetivo y nos motivaron para seguir en la lucha. A Dios, por reconfortar nuestras almas y corazones cuando el camino se hizo complicado y cuando nadie más podía hacerlo. A todas aquellas personas que nos vieron empezar la carrera, pero por cosas de la vida hoy no están con nosotros, pero que desde donde estén esperemos hacerlos sentir orgullosos. Y también dedicarnos esto a nosotros mismos por mantenernos firmes y no haber cambiado el objetivo propuesto.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| ASESOR | ii |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| ÍNDICE | v |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| INTRODUCCIÓN | xiii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 3 |
| 1.2.1 Pregunta general | 3 |
| 1.2.2 Preguntas específicas..... | 3 |
| 1.3 Objetivos | 3 |
| 1.3.1 Objetivo general | 3 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.4 Justificación | 4 |
| 1.4.1 Justificación teórica..... | 4 |
| 1.4.2 Justificación económica..... | 4 |
| 1.4.3 Justificación ambiental | 5 |
| 1.5 Importancia | 5 |
| 1.6 Delimitación..... | 5 |
| 1.6.1 Delimitación temporal | 5 |
| 1.6.2 Delimitación espacial | 5 |
| 1.7 Variables | 5 |
| 1.7.1 Descripción de variables..... | 5 |
| 1.7.2 Operacionalización de variables | 6 |
| CAPÍTULO II..... | 8 |
| MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación..... | 8 |

| | | |
|---|---|----|
| 2.1.1 | Antecedentes internacionales | 8 |
| 2.1.2 | Antecedentes nacionales..... | 11 |
| 2.2 | Bases teóricas | 14 |
| 2.2.1 | Desechos sólidos | 14 |
| 2.2.2 | Clasificación de los desechos sólidos | 15 |
| 2.2.3 | Problemática de los residuos agropecuarios | 16 |
| 2.2.4 | Impacto ambiental | 16 |
| 2.2.5 | Recolección de los residuos sólidos orgánicos | 16 |
| 2.2.6 | Compostaje..... | 17 |
| 2.2.7 | Manejo del café orgánico | 20 |
| 2.2.8 | Bagazo o despulpado de café..... | 22 |
| 2.2.9 | Evaluación del impacto ambiental..... | 25 |
| 2.2.10 | Matriz Leopold..... | 25 |
| 2.2.11 | Herramientas Lean Manufacturing | 26 |
| 2.2.12 | Tipos de herramientas Lean Manufacturing | 27 |
| 2.3 | Definición de Términos Básicos..... | 37 |
| CAPÍTULO III..... | | 38 |
| METODOLOGÍA..... | | 38 |
| 3.1 | Método y alcance de la investigación | 38 |
| 3.2 | Diseño de la investigación..... | 38 |
| 3.3 | Población y muestra | 38 |
| 3.3.1 | Población..... | 38 |
| 3.3.2 | Muestra..... | 39 |
| 3.4 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 40 |
| 3.4.1 | Técnicas de Recolección de datos | 40 |
| 3.4.2 | Instrumentos de recolección de datos | 40 |
| 3.5 | Instrumentos de análisis de datos | 41 |
| CAPÍTULO IV | | 43 |
| DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS..... | | 43 |
| 4.1 | Breve descripción de la empresa y sus procesos..... | 43 |
| 4.1.1 | Organigrama de la empresa acopiadora..... | 44 |
| 4.1.2 | Producto de análisis (Café orgánico) | 44 |
| 4.1.3 | Ingeniería de métodos aplicado a los procesos actuales del despulpado del café orgánico | 45 |
| 4.1.4 | Diagrama de análisis de proceso (DAP) | 50 |
| 4.1.5 | Cálculo del estudio de movimiento proceso húmedo del café orgánico..... | 52 |

| | | |
|--------------------------------------|--|-----|
| 4.1.6 | Cálculo del estudio de movimiento proceso de secado del café orgánico | 53 |
| 4.1.7 | Cálculo del estudio de movimiento (propuesto) proceso húmedo y de secado del café orgánico | 55 |
| 4.1.8 | Cálculo de indicadores de producción del café orgánico | 56 |
| 4.1.9 | Eficacia, eficiencia y efectividad del proceso de café orgánico (actual) | 61 |
| 4.1.10 | Eficacia, eficiencia y efectividad del proceso de café orgánico (propuesta) ... | 62 |
| 4.1.11 | Identificación de problemas..... | 63 |
| 4.1.12 | Aplicación de la Matriz Leopold | 68 |
| 4.2 | Diagnóstico de la situación actual | 76 |
| 4.2.1 | Estudio de tiempos del proceso del café orgánico | 76 |
| 4.2.2 | Diagrama de operaciones de proceso (DOP) | 83 |
| 4.3 | Resultados del tratamiento y análisis de la información (tablas y figuras) | 86 |
| 4.4 | Propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico | 87 |
| 4.5 | Factibilidad económica de la propuesta de mejora en la empresa acopiadora | 99 |
| 4.5.1 | Generación de residuos orgánicos e ingresos generados..... | 99 |
| 4.5.2 | Inversión o presupuesto proyectado de la propuesta de compost..... | 100 |
| 4.5.3 | Generación de egresos de la propuesta de compost | 102 |
| 4.6 | Evaluación económica..... | 103 |
| 4.6.1 | Costo de oportunidad de Capital – COK | 103 |
| 4.6.2 | Flujo de caja anual de propuesta de compostaje | 104 |
| CAPÍTULO V..... | | 107 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 107 |
| 5.1 | Conclusiones | 107 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 108 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 109 |
| ANEXOS | | 118 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Tabla 1. | Matriz de operacionalización de variables..... | 7 |
| Tabla 2. | Técnicas de recolección de información..... | 40 |
| Tabla 3. | Síntesis del Diagrama de operaciones de proceso (DOP) propuesta..... | 48 |
| Tabla 4. | Estudio de movimiento y tiempo (propuesta)..... | 56 |
| Tabla 5. | Cálculo del tiempo para el proceso húmedo (actual)..... | 57 |
| Tabla 6. | Cálculo del tiempo para el proceso de secado (actual)..... | 58 |
| Tabla 7. | Cálculo del tiempo para el proceso húmedo (propuesta)..... | 59 |
| Tabla 8. | Cálculo del tiempo para el proceso de secado (propuesta)..... | 60 |
| Tabla 9. | Cálculo de eficacia y eficiencia del proceso de café orgánico (actual)..... | 61 |
| Tabla 10. | Cálculo de eficacia y eficiencia del proceso de café orgánico (propuesta)..... | 62 |
| Tabla 11. | Comparación indicadores de producción..... | 62 |
| Tabla 12. | Análisis de causa raíz..... | 65 |
| Tabla 13. | Priorización de causa raíz..... | 67 |
| Tabla 14. | Matriz de impactos ambientales en la empresa acopiadora..... | 70 |
| Tabla 15. | Cuadro resumen..... | 71 |
| Tabla 16. | Resultados del cuestionario a los trabajadores..... | 72 |
| Tabla 17. | Resultados de la entrevista a los trabajadores..... | 75 |
| Tabla 18. | Tiempo del proceso húmedo de café orgánico (Etapa-1) actual..... | 77 |
| Tabla 19. | Tiempo del proceso seco de café orgánico (Etapa-2) actual..... | 78 |
| Tabla 20. | Tiempo del proceso húmedo de café orgánico (Etapa-1) propuesta..... | 80 |
| Tabla 21. | Tiempo del proceso seco de café orgánico (Etapa-2) propuesta..... | 82 |
| Tabla 22. | Síntesis del Diagrama de operaciones de proceso (DOP) actual..... | 86 |
| Tabla 23. | Resultados de la metodología 5S en la empresa..... | 86 |
| Tabla 24. | Mejoras del área de despulpado aplicando metodología 5S..... | 89 |
| Tabla 25. | Generación de residuos orgánicos proyectados..... | 99 |
| Tabla 26. | Producción de compost proyectado (sacos por año)..... | 99 |
| Tabla 27. | Ventas proyectadas de compostaje..... | 100 |
| Tabla 28. | Presupuesto proyectado de la mejora propuesta..... | 101 |
| Tabla 29. | Costos de producción de la propuesta de compost..... | 102 |
| Tabla 30. | Gastos de mantenimiento y administrativos de la propuesta de compost..... | 102 |
| Tabla 31. | Cálculo del Costos de Oportunidad de Capital (COK)..... | 103 |
| Tabla 32. | Flujo de caja anual de la propuesta..... | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 1. | Desechos orgánicos..... | 14 |
| Figura 2. | Proceso de compostaje..... | 18 |
| Figura 3. | Elaboración de compost..... | 19 |
| Figura 4. | Semilla de café..... | 21 |
| Figura 5. | Plantación del café..... | 22 |
| Figura 6. | Cosecha del café..... | 22 |
| Figura 7. | Procesamiento del café..... | 23 |
| Figura 8. | Curado del café..... | 23 |
| Figura 9. | Bagazo del café..... | 24 |
| Figura 10. | Proceso de despulpado del café..... | 25 |
| Figura 11. | Cáscaras del café orgánico..... | 25 |
| Figura 12. | Diagrama de operaciones general de procesos..... | 30 |
| Figura 13. | Simbología para los diagramas de procesos bajo estándares ASME..... | 31 |
| Figura 14. | Estructura analítica de procesos..... | 32 |
| Figura 15. | Diagrama de recorrido (ejemplo)..... | 33 |
| Figura 16. | Análisis y métodos..... | 34 |
| Figura 17. | Organigrama organizacional de la empresa acopiadora..... | 44 |
| Figura 18. | Cadena productiva del café orgánico..... | 46 |
| Figura 19. | Diagrama de operaciones de proceso (DOP) (Húmedo) propuesta..... | 49 |
| Figura 20. | Diagrama de operaciones de proceso (DOP) (Secado) propuesta..... | 50 |
| Figura 21. | Diagrama de flujo de operaciones (Húmedo) actual..... | 51 |
| Figura 22. | Diagrama de flujo de operaciones (Secado) actual..... | 53 |
| Figura 23. | Diagrama de flujo de operaciones (Húmedo) propuesta..... | 54 |
| Figura 24. | Diagrama de flujo de operaciones (Secado) propuesta..... | 55 |
| Figura 25. | Diagrama de Ishikawa de los desechos sólidos del café orgánico..... | 64 |
| Figura 26. | Diagrama de Pareto de la contaminación ambiental en la empresa acopiadora..... | 67 |
| Figura 27. | Análisis gráfico de frecuencias de las respuestas del cuestionario..... | 73 |
| Figura 28. | Diagrama de operaciones de proceso (DOP) (Húmedo) actual..... | 84 |
| Figura 29. | Diagrama de operaciones de proceso (DOP) (Secado) actual..... | 85 |
| Figura 30. | Gráfico metodología 5S..... | 87 |
| Figura 31. | Tarjeta roja..... | 95 |
| Figura 32. | Propuesta de mejora para mitigar el impacto ambiental en la empresa..... | 96 |

| | |
|--|-----|
| Figura 33. Diagrama de flujo para la elaboración de compost con residuos de café | 98 |
| Figura 34. Estadística de Regresión por Industria (US)..... | 104 |

RESUMEN

La investigación “Diseño de propuesta de mejora en el proceso de despulpado para minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en una empresa acopiadora de café, región Puno, 2024”, tuvo como objetivo principal el demostrar que el diseño de una propuesta de mejora en el proceso de despulpado del café orgánico minimiza la contaminación ambiental de los desechos sólidos. Por su parte, la formulación del problema del estudio es ¿cómo la propuesta de mejora para el proceso de despulpado minimiza la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en una empresa acopiadora de café, región Puno, 2024? Respecto a la metodología, se aplicó un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo), tipo de investigación básica, de alcance descriptivo, con diseño no experimental de corte transversal. Los instrumentos utilizados fueron el cuestionario, la entrevista, Matriz Leopold y herramientas de Lean Manufacturing como la metodología 5S.

Los resultados de la aplicación de la ingeniería de métodos en el proceso del café orgánico mostraron un tiempo de duración en las actividades del proceso húmedo de 1409 min y en seco 2140 min. Los indicadores de productividad mostraron un 87% de eficacia, 95.2% de eficiencia y 83% de efectividad. Por otra parte, se determinó que el proceso de despulpado es la actividad que genera más desperdicios (Matriz Leopold: -52 puntos), razón por la cual se propuso la metodología 5S en el proceso de despulpado para mejorar Seiso-Limpieza y Seiton-Orden, y disminuir los residuos sólidos obtenidos del café orgánico. Con relación a lo anterior, la propuesta de mejora fue la elaboración de compostaje utilizando las cáscaras del proceso de despulpado. La proyección de producción en los 5 años genera 28,125 Kg de abono orgánico, generando un ingreso de S/ 26,010.6. Aunado a ello, la inversión inicial se estimó en S/ 15,299.40. Además, el costo de oportunidad de capital (COK) calculado fue de 14.60%, los resultados del VAN mostraron un valor de S/ 13,934.7 con un TIR 30% y un C/B de S/ 1.21 indicando la viabilidad del proyecto.

Finalmente, la conclusión arribada es que la propuesta de mejora en el proceso de despulpado del café orgánico minimiza la contaminación ambiental de los residuos generados por una empresa acopiadora de café, región Puno, 2024.

Palabras claves: proceso de despulpado, ingeniería de métodos, desechos sólidos, contaminación ambiental.

ABSTRACT

The main objective of the research “Design of an improvement proposal in the pulping process to minimize environmental pollution from solid waste from organic coffee in a coffee collection company, Puno region, 2024”, was to demonstrate that the design of an improvement proposal in the pulping process of organic coffee minimizes environmental pollution from solid waste. For its part, the formulation of the problem under investigation is how does the improvement proposal for the pulping process minimize environmental pollution from solid waste from organic coffee in a coffee collection company, Puno region, 2024? Regarding the methodological aspect, a mixed approach (qualitative-quantitative) was applied, a basic research type, descriptive in scope, with a non-experimental cross-sectional design. The instruments used were the questionnaire, the interview, Leopold Matrix and Lean Manufacturing tools such as the 5S methodology. The results of the application of method engineering in the organic coffee process showed a duration time in the wet process activities of 1409 min and in the dry process 2140 min. The productivity indicators showed 87% effectiveness, 95.2% efficiency and 83% effectiveness. On the other hand, it was determined that the pulping process is the activity that generates the most waste (Leopold Matrix: -52 points), which is why the 5S methodology was proposed in the pulping process to improve Seiso-Limpieza and Seiton-Orden, and reduce solid waste from organic coffee in the collection company. In relation to the above, the improvement proposal was the preparation of compost using the husks from the pulping process. The production projection in the 5 years generates 28,125 Kg of organic fertilizer, generating an income of S/ 26,010.6. In addition, the initial investment was estimated at S/ 15,299.40. In addition, the opportunity cost of capital (OCC) calculated was 14.60%, the NPV results showed a value of S/ 13,934.7 with an IRR of 30% and a C/B of S/ 1.21 indicating the viability of the project.

Finally, it is concluded that the proposal to improve the pulping process of organic coffee minimizes environmental pollution from solid waste in a coffee collection company, Puno region, 2024.

Keywords: pulping process, method engineering, solid waste, environmental pollution.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en los últimos años aumentó la conciencia de conservación del medio ambiente. Una afirmación que se pone en duda por la posible desaparición del sistema biológico, el cual se consolida como un riesgo en el orden social e incluso la existencia de los seres humanos y que se ve refutada por el hecho de que las naciones más desarrolladas no pueden seguir creciendo al ritmo actual de desarrollo en un planeta finito (Zamora et al., 2019). A medida que la sociedad se vuelve más consciente de la amenaza de la destrucción del sistema biológico, tanto las organizaciones gubernamentales como las no gubernamentales, establecieron mecanismos para reducir y mitigar la contaminación ambiental, buscando sostenibilidad. (Zolezzi, 2017).

En tal virtud, el estudio presentado tendrá como propósito diseñar una propuesta de mejora en el proceso de despulpado para minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en una empresa acopiadora de café, región Puno, 2024. La investigación promueve la internacionalización, ya que, con un proceso sólido de gestión de residuos sólidos, una empresa puede obtener certificaciones orgánicas reconocidas internacionalmente, lo que a su vez aumenta la credibilidad de la organización y le permite abrirse paso en nuevos mercados en el extranjero. Para lograr este objetivo, se utilizaron instrumentos para la recolección de datos, incluyendo encuestas y entrevistas. A continuación, se utilizará la matriz de Leopold para determinar la gravedad de la polución de los residuos sólidos del café. Posteriormente, se creará la propuesta basada en iniciativas comparables que tuvieron resultados positivos y se estimaron sus gastos.

La investigación fue ejecutada en 4 capítulos.

En el primer capítulo, se detalla la problemática, formulando los mismos y se establecen los objetivos de la investigación, las preguntas del estudio, justificación de índole teórico, metodológico, económico y ambiental, importancia y delimitaciones del estudio. Para cerrar posteriormente con las hipótesis de estudio y el análisis de las variables.

En seguida, en el capítulo II se describen los antecedentes del estudio, que sustentan el abordaje del objetivo de investigación a nivel internacional y nacional. Consecuentemente se describieron las bases teóricas partiendo desde los desechos sólidos hasta los parámetros de productividad involucrados.

En el capítulo III se analiza la metodología aplicada. Desde un enfoque mixto, con alcance descriptivo, diseño no experimental establecimiento como muestra de estudio 20 trabajadores operativos y administrativos involucrados en el proceso de despulpado.

Finalmente, en el cuarto capítulo se dan a conocer los resultados, así como el análisis de los datos; además, se detalla la discusión. Posteriormente, se evidencian las conclusiones y recomendaciones a las cuales se arribó.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del problema

El 95% de los residuos de la agroindustria del café se vierten en los cuerpos de agua, contaminándolos y reduciendo el potencial de vida de los ecosistemas, mientras que sólo el 9,5% del fruto se emplea en la fabricación de bebidas. Se informa que 2.500.000 de toneladas de pulpa y 420.000 toneladas de mucílago son arrojados a cielo abierto, a pesar de que pueden ser utilizados para ampliar la cadena de valor en los sistemas industriales y reducir la contaminación ambiental (Fernández et al., 2020).

La pulpa de café constituye uno de los factores de contaminación más severos, a consecuencia de las distintas sustancias orgánicas, las mismas que generan un impacto en la fauna y flora del suelo, por lo que las instalaciones de procesamiento de café y, en menor medida, las compañías productoras de café soluble se encuentran entre las fuentes de polución más importantes de América Latina. Es decir, el grano, que es la parte que se puede utilizar en el procesamiento, constituye sólo el 20% del volumen total del fruto, mientras que el procesamiento del beneficio crea el 80% del volumen procesado como desperdicio, representando cada uno un riesgo distinto para el medio ambiente si no se reutiliza inteligentemente para otros fines de acuerdo con los principios de la producción más limpia (Ponce et al., 2018; López, 2021).

Del mismo modo, la polución provocada por la industria del café durante el procesamiento representa una amenaza significativa para las naciones productoras, ya que este suele procesarse a través del llamado "Beneficio del café húmedo", que implica el uso de cantidades considerables de agua y la designación de casi el 80% del fruto como residuo debido a su percibida falta de valor económico. Durante la temporada de cultivo del café, esta basura se vierte a veces en los ríos, donde provoca aromas desagradables y contamina el agua. Esta práctica tiene numerosas consecuencias sociales, como la restricción del uso del río para su disfrute y alimentación (Ruíz et al., 2021; Torres et al., 2019).

Por otra parte, Mondragón y Quincho (2020) manifiestan que, durante el desarrollo de su investigación, se evidenció en el proceso de diagnóstico la creación de diagramas que ayudaron a señalar la ausencia de inspecciones en las siguientes áreas: despulpado, secado natural, tostado y envasado. En consecuencia, la incapacidad de asignar responsabilidades claras a los

trabajadores de la planta de fabricación y la falta de supervisión en los procesos se reconocen como causas de la elevada tasa de problemáticas en la empresa.

Asimismo, en la fase de análisis se determinó que las principales causas eran la desorganización, la falta de aseo y agrupación de los instrumentos de almacenamiento y los desperdicios (despilfarros) en el primer despulpado; mientras que el segundo despulpado carecía de estandarización en la calibración, la transferencia de la pulpa y el desmontaje de la máquina; el embalaje carecía de un etiquetado adecuado, de orden y de limpieza; y, por último, las propias cajas de envío estaban sucias y mal etiquetadas. La figura 1 muestra que se produce un descenso del 62,1% en la producción cuando las herramientas y la basura no están organizadas, los embalajes no están estandarizados y los materiales no están claramente etiquetados.

Con respecto a la etapa de mejora, luego de la aplicación de las 5S, se pronosticó que el tiempo de producción podría reducirse en un 22,15% en la primera zona de despulpado y en un 21,82% en la zona de envasado. Consecuentemente, después de analizar y diagramar las fallas de producción en el área de empaque, desembalaje y hallar sus deficiencias (falta de supervisión, estandarización y organización del material), el plan de implementación de las 5S y el SMED predijo un incremento de la producción del 12,14%.

Asimismo, en concordancia con el estudio de Álvarez y Cordero (2019), la aplicación de algunas de las herramientas de la Lean Manufacturing ajustada al desarrollo de una estrategia para mejorar los procesos, indican que la media del factor máquina aumentó en 1,59 puntos porcentuales, pasando de 180,76 kg/máquina hora a 183,59 kg/máquina hora, y el factor trabajo aumentó en 4,47 puntos porcentuales, pasando de 181,72 kg/hora hombre a 183,59 kg/hora hombre, ya que la producción pasó de 3 757 937,5 kg a 3 818 593,75 kg. En ese sentido, respecto al mantenimiento autónomo, los operarios participan activamente tanto en las tareas rutinarias como en las de mejora del mantenimiento para ralentizar deterioro prematuro y mantener el control de la contaminación ambiental.

Teniendo en cuenta estas cuestiones, está claro que se debe hallar una manera de producir café sin dañar el medio ambiente, que se industrialice y comercialice evitando la explotación de los trabajadores, y que se consuma de una manera que sea buena para la economía y la sociedad en su conjunto. El resultado sería un café sostenible, permitiendo tanto el crecimiento a largo plazo como la protección de los recursos naturales.

En síntesis, bajo una mirada responsable con el medio ambiente y si el proceso de elaboración del café orgánico se maneja adecuadamente, el café peruano se destaca como un producto único

en la nación peruana y es reconocido en variados eventos y exposiciones internacionales. Con base a esta premisa, la organización, el organismo peruano encargado de la producción de café ha observado que este problema es generalizado y omnipresente entre los caficultores de Perú. La mayor parte de sus desechos se eliminan en forma indiscriminada en cualquier parte, ya sea en sus propios terrenos, en riachuelos, manantiales o cualquier otra fuente de agua, o incluso en sus propios hogares, generando la contaminación del medio ambiente y su suelo, aire y agua.

Teniendo en cuenta lo anterior, el propósito de la investigación es proporcionar una planteamiento de mejora adecuada para concretar el proceso de despulpado del café orgánico, para que así disminuya el riesgo de contaminación, mejorando los resultados de la empresa, al tiempo que se protege el medio ambiente a través del diseño de una propuesta de mejora en los procesos de despulpado, para minimizar la polución ambiental de dichos residuos sólidos del café orgánico dentro del contexto organizativo que representa la organización en cuestión.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Pregunta general

¿En qué medida la propuesta de mejora para el proceso de despulpado minimiza la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en una empresa acopiadora de café, región Puno, 2024?

1.2.2 Preguntas específicas

- a) ¿Cuáles son las causas del impacto ambiental generado por los desechos sólidos identificados en el diagnóstico del proceso del café orgánico?
- b) ¿Cuál será la propuesta de mejora en el proceso de despulpado del café orgánico que ayude a minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos?
- c) ¿Cuál es la factibilidad económica de la propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico que minimice la contaminación ambiental de los desechos sólidos?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico para minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos en una empresa acopiadora de café, región Puno, 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar las causas del impacto ambiental generado por los desechos sólidos hallados en el diagnóstico del proceso del café orgánico.
- b) Elaborar una propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico que minimice la contaminación ambiental de los desechos sólidos.
- c) Evaluar la factibilidad económica de la propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico que minimice la contaminación ambiental de los desechos sólidos en la empresa.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica

La investigación estudió el diseño de una propuesta de mejora en el proceso de despulpado de café para minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico. Ambas variables han sido objeto de numerosas investigaciones, pero muy pocas se han realizado en el sector agroindustrial, por lo que se considerará relevante y necesario llevar a cabo el estudio. Su importancia radica en que aumentará la comprensión teórica de los factores que pueden utilizarse para examinar el impacto ambiental de los procesos y el abordaje de las herramientas suficientes para mitigar dicho impacto dentro del sector agroindustrial, específicamente en la empresa objeto de análisis.

1.4.2 Justificación económica

La competitividad alcanzada por la empresa en cuestión puede mejorar si los miembros del personal institucional promueven un posicionamiento como empresa más verde y adecuada para desarrollar capacidades relacionadas a la mitigación de los impactos ambientales. En los últimos años, la creciente necesidad de servicios agroindustrial dentro del territorio peruano ha llegado a un punto de crisis que amenaza la calidad del servicio brindado a los consumidores de dichos productos por el menoscabo del ambiente. Por ello, será de suma importancia realizar la investigación en un sector demográfico relevante para garantizar que los proveedores de productos agroindustriales puedan satisfacer la creciente demanda de sus servicios y a su vez mitigar no solo el efecto que recae sobre el ambiente sino sobre las multas establecidas dentro del territorio.

1.4.3 Justificación ambiental

El medio ambiente está conformado por los elementos físicos, químicos, biológicos, de las personas o de la sociedad. Integra los valores naturales, sociales y culturales de un determinado lugar y en una circunstancia específica; la cual, influye en la de vida de las personas y en las próximas generaciones. Por lo cual, el establecimiento de alternativas de mitigación de impactos ambientales promueve la sostenibilidad del medio dentro del constructo actual. Intuyendo, además, el mejoramiento de las prácticas de manufactura.

1.5 Importancia

Radica en el efecto al ayudar a minimizar y reutilizar los restos de despulpado de café, que podrían venderse para obtener beneficios. Si la idea de limpiar los restos de café orgánico se lleva a cabo, tendrá un efecto beneficioso para la empresa y la comunidad en general, lo que indica la preocupación de la organización cafetalera por la preservación del medio ambiente. Asimismo, la educación ambiental propicia la preocupación y el conocimiento de los ciudadanos sobre la protección ambiental. De esa manera, se ofrece al público las herramientas necesarias para asumir decisiones y medidas responsables. En tal sentido, las prácticas estandarizadas por medio de procesos sostenibles, promueve que, los organismos obtengan del medio ambiente todos los recursos que les son necesarios para vivir: aire, agua, refugio y el alimento que les permita desarrollarse. En importante conservar el equilibrio ambiental para mantener la vida en la tierra.

1.6 Delimitación

1.6.1 Delimitación temporal

La investigación tuvo una delimitación temporal para la recolección de datos y procesamiento de información entre setiembre de 2023 y febrero de 2024.

1.6.2 Delimitación espacial

La investigación abordó una delimitación espacial circunscrita a una empresa acopiadora y procesadora de café orgánico establecida dentro de la región de Puno, Perú.

1.7 Variables

1.7.1 Descripción de variables

Variable independiente: propuesta de mejora en el proceso de despulpado

Es un proyecto industrial orientado a estudiar el proceso de despulpado del fruto del café en una empresa real (Lozano y Zúñiga, 2020). Será medida a través de las dimensiones: procedimiento, actividades y herramientas, coligados a las subcategorías; descriptivas del proceso de despulpado, los diagramas operativos y la aplicación de procesos de mejora.

Variable dependiente: contaminación ambiental

Se produce cuando hay elementos en el medio ambiente que son perjudiciales para los seres vivos, incluidos los humanos. Estos elementos pueden ser biológicos, químicos o algo totalmente distinto (Fernández-Cortés et al., 2020). Su valoración se realizará a través de las dimensiones: de medio ambiente, su incidencia y como disminuirla la contaminación, relacionadas con las subcategorías; descriptivas identificación y conocimiento del proceso de despulpado, determinación del impacto y nivel de incidencia.

1.7.2 Operacionalización de variables

A continuación, se procede a dejar en evidencia la matriz de operacionalización de variables:

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.

| Tipo de variable | Variable | Dimensiones | Indicador |
|------------------------|---|---|---|
| Variable independiente | Propuesta de mejora en el proceso de despulpado | Productividad Actividades en los procesos Herramientas de ingeniería de métodos | Producción mensual Producción de proceso húmedo Producción de proceso seco Efectividad Flujos de trabajo Diagrama de Operaciones - DOP $MP = \frac{Tm}{Cm}$ |
| Variable dependiente | Contaminación ambiental | Medio ambiente Nivel de impacto o incidencia Mitigación de la contaminación | -Número de procesos para manejar los desechos sólidos. -Magnitud de impacto ambiental -Cantidad de residuos sólidos generados (Kg) |

Nota: Tm: tiempo de ejecución de actividades, Cm: Cantidad de movimientos, MP: Movimiento planificado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Muriel (2019), en su investigación titulada “Propuesta de mejoramiento a la gestión ambiental de la finca ‘EL NILO’ para la producción de café sostenible”, tuvo por objetivo generar una propuesta que mejore a la gestión ambiental, para producir café sostenible. Para alcanzar su objetivo general, primero realizaron una evaluación de la gestión medioambiental, que incluía un análisis de los procedimientos de elaboración del café en una finca cercana. Como resultado, utilizando la Norma Técnica Sectorial para Destinos Turísticos NTS-TS 001-1, los investigadores analizaron el proceso de producción de café a través de las lentes de los elementos e implicaciones ambientales, así como de los impactos socioculturales y económicos. Para lograr la sostenibilidad en el agroecosistema del café, se determinó que algunas prácticas ambientales tienen efectos favorables en los componentes ambientales, socioculturales y económicos. Aunque se descubrieron numerosos inconvenientes en los subprocesos del beneficio húmedo del café (PBHC), el más significativo es el lavado del café, que genera tres tipos de subproductos contaminados: la pulpa, el agua del proceso de lavado y el mucílago. Cabe destacar que, al evaluar los impactos identificados mediante una matriz de doble entrada, se obtuvo un valor de 70, que indica un grado crítico de importancia. Este valor significa una reducción de la calidad del suelo con potenciales efectos de erosión que resultan de las aguas residuales generadas durante el desarrollo del lavado del café.

Revelo (2019), en su trabajo de grado que llevó por título “Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos para el cantón Piñas en la Provincia de El Oro”, propuso elaborar un plan de manejo integral de residuos. Para la caracterización de los residuos sólidos se utilizó el enfoque sugerido por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Para determinar la generación per cápita, el contenido y la densidad de los residuos sólidos, se utilizó un total de 178 muestras del área urbana de Pías en el proceso de caracterización. De ellas, 93 muestras procedían de la zona residencial y 85 del sector comercial. Según los resultados, actualmente se producen 19,43 toneladas de residuos al día, con una tasa de producción por persona de 1,12 kg. Los residuos están compuestos por un 68,67% de materia orgánica, un 10,45% de papel y cartón, un 10,30% de plástico, un 3,23% de metal y un 7,27% de vidrio, y tienen una densidad de residuos sólidos urbanos de 222,27 kg/m³.

Restrepo (2020), en su investigación que llevó por título “Aporte de los desechos sustanciales de los procesos de elaboración de café orgánico para la generación de estrategias de resguardo ambiental”, estableció que la industria del café genera muchos residuos, incluida la pulpa, que contribuyen a elevar los niveles de contaminación global. Una mejor calidad de vida para los agricultores es posible mediante el procesamiento adecuado de los materiales de desecho en productos con valor añadido. Con el fin de ayudar a los agricultores del municipio andino a aprovechar al máximo la pulpa de café que se genera durante sus operaciones, este estudio recopiló una lista de posibles métodos de procesamiento y utilización de la pulpa. Los investigadores utilizaron un cuestionario compuesto por 12 preguntas y lo administraron a 15 agricultores seleccionados al azar en el municipio de Andes, Antioquia. Los hallazgos demostraron que los productores del municipio de Andes transforman los residuos en abono orgánico e ignoran otros posibles usos, a consecuencia de la ausencia de conocimientos y recursos; además, permitió identificar diversas opciones de tratamiento de la pulpa y vacíos que impiden el aprovechamiento de los desechos en localidad donde se concretó el estudio.

Cortés (2019), en su investigación que llevó por título “Explotación de los residuos del café mediante un sistema cíclico de producción para la creación de una empresa de comercialización de café y sus derivados”, promovió la transformación de los residuos del café por medio de un proceso cíclico, esclareciendo una propuesta novedosa para el entorno, el autor menciona que el siguiente paso es establecer una empresa cuyo enfoque exclusivo sea la comercialización del café y sus derivados. La empresa se guiará por un sistema de producción cíclico que apuesta por optimizar los beneficios de la propiedad del café de forma responsable con el medio ambiente y rentable. Múltiples estudios han demostrado que los granos de café sobrantes del tratamiento crearán un sedimento conocido como poso.

Por su parte, Fernández et al. (2020), en su investigación titulado “Impactos ambientales de la producción de café y el manejo sostenible de residuos en la vereda La Morena, La Plata, Huila, Colombia”, examinaron las consecuencias ambientales de la producción de café y el manejo sostenible de los desechos. El objetivo fue analizar las prácticas de producción en la comunidad cafetera y explorar el uso sostenible de los residuos de la pulpa de café. La metodología empleada combinó técnicas cualitativas y cuantitativas, incluyendo dos grupos focales y entrevistas semiestructuradas con productores locales y entidades relacionadas con la caficultura. Se identificaron 29 fincas en la zona, con particular atención en 12 de ellas que estaban activas en la producción. Los resultados destacan la implementación del cultivo y los métodos de procesamiento del café que facilitan la obtención de la almendra y el aprovechamiento de los residuos del despulpado.

A su turno, Rodríguez et al. (2022), en su investigación titulada “Soluciones integradas para reducir el impacto ambiental de las industrias cafetaleras en el ecosistema de la bahía”, propusieron soluciones integradas para reducir el impacto ambiental de estas industrias sobre el ecosistema de la bahía. Para ello, se revisaron investigaciones anteriores que detallan los efectos negativos causados por los vertidos industriales y se realizó una evaluación de las tecnologías de tratamiento adecuadas para mitigar estos efectos, según el tipo de residuos generados. Además, se elaboró un plan de acción que incluye metas específicas, monitoreo ambiental, investigación y educación ambiental. Como resultado, las propuestas buscan reducir significativamente la carga orgánica que afecta a la bahía, logrando así una mejora en la conservación del ecosistema.

Ruiz et al. (2021), en su investigación titulada “Análisis de las características físicas y químicas del agua en ríos de la región cafetalera de Chiapas, México”, se evaluó en dónde se descargan estos subproductos durante la cosecha. Se tomaron muestras en el arroyo San Pedro, río Cabañas, ranchería 30 de Agosto y río Cuxtepec, entre octubre de 2016 y junio de 2017. Se midieron parámetros como pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos y suspendidos, demanda química y bioquímica de oxígeno, y nutrientes como nitrógeno y fósforo. Los resultados mostraron variaciones en DQO y DBO, con valores máximos de 7.7 mg/L y 1.25 mg/L, respectivamente, lo que permitió altos niveles de oxígeno (7.99 mg/L). Las concentraciones de sólidos disueltos totales y pH fueron favorables para la vida acuática. Los resultados no indican riesgos para el uso del agua para la producción agrícola, pecuaria o para consumo humano. Sin embargo, se recomienda plantear un sistema de monitoreo de los elementos que generan la contaminación en Chiapas; de esa manera, se mejore el tratamiento ecológico de las aguas residuales.

Finalmente, Fernández et al. (2020), en su abordaje investigativo que llevó por título “Prácticas de producción en la comunidad cafetera para el aprovechamiento sostenible de los residuos de pulpa de café”, analizaron las prácticas de producción en la comunidad cafetera, con el objetivo de identificar métodos sostenibles para aprovechar los residuos generados por la pulpa de café. Para ello, se utilizó una metodología combinada que incluyó grupos focales y entrevistas semi-estructuradas con productores y entidades locales como el Comité Cadefihuila y otras organizaciones del sector. Se analizaron las técnicas de cultivo, los sistemas de beneficio del café para obtener la almendra y el aprovechamiento de los residuos del proceso de despulpado. Los resultados revelaron la existencia de 29 fincas en el área, de las cuales 12 estaban en plena producción, destacando la implementación de prácticas sostenibles en el proceso de beneficio. Las conclusiones señalaron que el impacto de las prácticas de cultivo de café sobre los recursos

hídricos es significativo, lo que subraya la importancia de que los caficultores adopten métodos sostenibles para preservar el entorno y optimizar los agroecosistemas.

2.1.2 Antecedentes nacionales

De la Rosa (2019), en su investigación titulada “Propuesta para mitigar la contaminación ambiental de los desechos sólidos de Café Orgánico en la Cooperativa Agraria Juan Marco El Palto – JUMARP”, se optó por un enfoque de investigación de diseño mixto; los instrumentos específicos utilizados se analizaron en mayor profundidad, debido a la necesidad de disponer de datos cuantitativos y de un análisis estadístico, así como de una descripción más profunda de los hechos en cuestión. La encuesta, la entrevista y la matriz de Leopold se utilizaron para compilar la base informativa del estudio en la Cooperativa Agraria Juan Marco El Palto - JUMARP para determinar los resultados. En conclusión, la Cooperativa Agraria JUMARP adolece de un gran cuidado ambiental dentro de su proceso como organización que produce café orgánico debido a la ausencia de un plan para mitigar los desechos de café que se producen, lo cual contribuye a la polución ambiental; sin embargo, la propuesta que se explica en los subsiguientes acápite intentará reducir la polución haciendo uso los desechos físicos como abono orgánico, para obtener beneficios ambientales y económicos.

En tanto, Aysanoa (2018), en su investigación titulada “Propuesta de gestión de residuos basada en herramientas de gestión por procesos para mejorar la productividad de las Mypes cafetaleras de Villa Rica”, llevó por objetivo optimizar la productividad de las Mypes a través de un plan de gestión de residuos basada en herramientas de gestión por procesos. Asimismo, el investigador menciona que, en un esfuerzo por aumentar su producción, las MYPES cafetaleras de Oxapampa - Villa Rica son el foco del presente proyecto de investigación, que busca disminuir el efecto ambiental de sus operaciones. La tesis ayudó a orientar a los agricultores de la industria hacia la meta propuesta, teniendo en cuenta los recursos de que disponen. También es importante destacar la propuesta de una metodología para la gestión del proceso y la validación de la propuesta por expertos, con el fin de verificar los resultados previstos.

Por su parte, Hervacio y Regalado (2020), en su tesis de grado titulada “Plan de aprovechamiento y reducción de residuos orgánicos de bagazo de café para mitigar impactos ambientales”, tuvieron la finalidad de concretar un plan de aprovechamiento y reducción de residuos orgánicos de bagazo de café para la mitigación de impactos ambientales. El enfoque de la investigación se basó en el acopio de datos relacionados con la cantidad y tipos de los residuos orgánicos del bagazo, su gestión y eliminación final. Luego, el examen y el procesamiento de la información obtenida, identificando los elementos clave y las consecuencias causadas por el tratamiento insuficiente de los residuos orgánicos en Di Café.

Posteriormente, se efectuó una entrevista con el director de operaciones que aportó información sobre el tema y se elaboró un manual para provechar los residuos del bagazo en Di Café. De acuerdo con los cuestionarios aplicados, se evidenció que Di Café necesita de un sistema de gestión que mejore el tratamiento de los residuos de bagazo y ejecute un cálculo de la huella de carbono para elevar su presencia y valor ante el MINAM y su clientela. La construcción del referido documento favorecerá a este negocio manejar correctamente los residuos de bagazo mediante el método de compostaje que contribuirá a producir un valioso abono orgánico para mejorar la calidad del suelo del biohuerto que pertenece a la Corporación San Ignacio de Loyola.

Cajo y Tantarico (2020), en su tesis de grado titulada “Tratamiento de aguas mieles para mitigar impactos ambientales en suelos cafetaleros en Cajamarca”, tuvo por objetivo “tratar las aguas mieles para la mitigación de los impactos ambientales contra suelos cafetaleros en Cajamarca”. Tuvo un diseño experimental cuantitativo y para diagnosticar el índice de contaminación de agua y suelo; para ello, se obtuvieron muestras de aguamiel y suelo, recolectando 3 L de agua miel (control, tratamiento 1 y tratamiento 2) en el área de estudio; asimismo, se recolectaron 3 muestras de suelo equivalentes a 3 kg en el emisario del control, tratamiento 1 y tratamiento 2 de agua miel; las mismas fueron enviadas al laboratorio LABISAG de la UNTRM para que fueran analizadas. En comparación con el control y el tratamiento 1, los resultados para todo excepto el oxígeno disuelto en el tratamiento 2 fueron más bajos. Este fue el caso del pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos totales, cloruros, dureza, nitratos, nitritos y sulfatos. Los resultados apuntan al potencial del tratamiento de las aguas melíferas en las balsas de sedimentación para ayudar a disminuir la contaminación del suelo.

En esa misma línea, Purihuaman y Carrascal (2018), en su tesis de grado que llevó por título “Propuesta de mejora para incrementar la competitividad de una empresa”, abordaron como objetivo “establecer una propuesta de mejora que contribuya a la mejora continua de una empresa para resguardar y posicionar su competitividad en el campo”. Para analizar el estado actual de la organización, se elaboró un modelo de entrevista para el director de producción, además se efectuó diagramas de flujo de los procesos relevantes. El diagrama de Ishikawa y de Pareto se utilizaron para centrarse en las causas fundamentales de la baja productividad de la organización. Se planteó aumentar la capacidad productiva, reducir los tiempos sin actividad en algunos departamentos y suprimir las horas extraordinarias innecesarias. Para implementar esta mejora constante se utilizó el método PHVA, que tiene un marco claro. Se utilizó la regresión lineal para prever la demanda, el método Guercht para determinar cuánto espacio necesitaría el proyecto y el método Muther para precisar a qué distancia tendría que estar cada máquina. En consecuencia, la producción aumentó un 8%, pasó de 1,11 a 1,12, la productividad

de la mano de obra pasó de 104 toneladas al mes por operario a 112,6 toneladas al mes, la producción de la planta pasó de 3.840 toneladas al mes a 4.160 toneladas al mes, la producción de aceite pasó de 660 toneladas al mes a 340 toneladas al mes y la eficiencia de la producción pasó del 85% al 92%. La evaluación técnica del proyecto de mejora arrojó un VANE de S/.326184, un VANF de S/.355341, un TIRE de 36%, un TIRF de 61%, una relación beneficio/coste de 1,55 y un periodo de amortización de 1,6 años, todo lo cual indica la viabilidad del proyecto.

Muñoz (2022), en su investigación titulada “Mejora de procesos de producción de café orgánico para aumentar la productividad y competitividad”, desarrolló una variedad de estrategias para mejorar los procesos de producción de café orgánico, centrandó la atención en aumentar la productividad y calidad del café, optimizar la responsabilidad ambiental de la cooperativa y fortalecer su competitividad. Se utilizaron herramientas como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el diagrama de Ishikawa para diagnosticar el desempeño ambiental y productivo. El ACV identificó que la etapa de beneficio húmedo y secado es la que más impacta ambientalmente, siendo responsable del 92.69% de las emisiones totales de CO₂ eq debido principalmente a la descomposición de residuos sólidos. Por su parte, el diagrama de Ishikawa señaló que la ausencia de un control integrado de las plagas y la escasa continuidad de abonamiento, junto a procesos no uniformes y deficiencias en la limpieza y organización, contribuyen a la baja calidad del café y al incumplimiento de los acopios. Se propone implementar mejoras como el método 5S para optimizar el área de trabajo y estrategias de Producción más Limpia (PML) para aumentar significativamente la producción y la calidad del café, lo que podría incrementar los ingresos en un 41.7%.

Finalmente, Bustinza y Gomero (2023), en su artículo científico titulado “Optimización del compostaje de pulpa de café en el anexo Unión Pucusani, Perú”, mejoraron el proceso de compostaje de la pulpa de café, y se proporcionó a los agricultores información sobre el manejo sostenible de sus residuos. Se llevó a cabo un ensayo experimental con seis tratamientos y tres repeticiones, que incluyeron combinaciones de pulpa de café, ceniza, estiércol de cuy e inóculos de microorganismos. Durante el proceso, se evaluó de manera semanal el pH y la temperatura de las pilas de compost de 2 m², y tras tres meses se analizaron parámetros como pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y nutrientes clave, comparándolos con la normativa Nch2880.Of2004. Los resultados evidenciaron que la combinación de la ceniza, así como el estiércol de cuy aumentó los niveles de CaO y MgO, elevando a su vez el pH y la conductividad eléctrica, mientras que la adición de estiércol de cuy incrementó los niveles de materia orgánica, nitrógeno y potasio, optimizando el compost final.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Desechos sólidos

Según Quillos et al. (2018), los residuos sólidos consisten en cualquier sustancia, producto o subproducto que su generador tiene o está obligado a eliminar debido a las normas nacionales o los riesgos que estas sustancias representan para la salud humana y el medio ambiente.

Asimismo, se trata de los desperdicios que no son trasladados a través del agua y que fueron rechazados ya que no los van a usar. En esa línea, los residuos sólidos de los establecimientos de venta de comida, se aplican términos más específicos a los desechos biodegradables, llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles. (Carmona, 2015).

Los residuos son generados por los seres vivos a consecuencia de las labores que estos efectúan, también, por los fenómenos naturales derivados de los ciclos, así como por la actividad directa al hombre, donde se hallan los residuos que son considerados de mayor riesgo para el ambiente, ya que varios de ellos tienen un efecto negativo y extenso en el entorno, que viene en varios casos por la propia naturaleza fisicoquímica de los desechos. (Carmona, 2015)

Bajo esa perspectiva, el desecho orgánico tiene como origen el biológico, la cual, en alguna oportunidad tuvo vida o integró a algún ser vivo; por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.



Figura 1. *Desechos orgánicos. Tomada de: Hervacio y Regalado (2020).*

Se debe tener en cuenta que los desechos sólidos se generan a partir de la energía que el hombre ejerce sobre determinadas labores. Labores que se efectúan a diario, como las fisiológicas, el

alimentarse o el viajar. Los referidos residuos sólidos generados se convierten en innecesarias para sus mismos productores, quienes analizan qué hacer con ellos, generándose una gran pregunta que no puede ser respondida. Lo más sencillo para resolver esta problemática fue depositar los residuos sólidos en botaderos, en donde se existe un riesgo para la salud. Los botaderos todavía tienen gran presencia en Perú, pese a la avanzada tecnología no se consiguió reparar el daño ambiental y humano que conlleva. La siguiente fase de depósito de los residuos sólidos son los rellenos sanitarios, en donde se involucra el profesional de ingeniería el cual, si se edifica con visión, puede ser utilizado para generar una nueva energía. No obstante, no todos los rellenos sanitarios tienen esta disposición; debido a ello, los gases que son emitidos terminan quedándose en la tierra, aguas subterráneas e incluso afecta el aire. Los dos tipos de depósito mencionados, son los que más dañan y afectan al ambiente, siendo los botaderos quienes representan de mayor peligro.

2.2.2 Clasificación de los desechos sólidos

Según García (2015), los residuos sólidos se clasifican de diferentes maneras. Estructuralmente permanecen iguales en algunas características desde el principio hasta el final. Existen discrepancias entre una clasificación y otra, debido a factores como los distintos usos de los materiales, su biodegradabilidad, combustibilidad, reciclabilidad, y otros. En este sentido, se presenta la siguiente clasificación esclarecida por el autor:

- a) Residuos sólidos orgánicos: son cualquier producto de desecho que alguna vez tuvo vida, que alguna vez fue parte de un ser vivo o que es el resultado del proceso de refinación de combustibles fósiles.
- b) Putrescibles: son productos de desecho de la producción o el uso de materiales naturales que no han sufrido ningún cambio estructural significativo.
- c) No putrescibles: son desechos cuyas propiedades biológicas se han alterado hasta el punto de que ya no se descomponen en determinadas condiciones.
- d) Naturales: los materiales naturales como el papel, el cartón, los tejidos de fibras naturales y la madera, entre otros, pierden su biodegradabilidad cuando se exponen a la falta de humedad.
- e) Sintéticos: productos de desecho no biodegradables y altamente inflamables, derivados de procesos de síntesis petroquímica: incluidas fibras sintéticas y plásticos, entre otros.
- f) Residuos sólidos inherentes: productos de desecho que no son biodegradables ni combustibles y que a menudo resultan de la extracción, el procesamiento o el uso de recursos minerales: los ejemplos incluyen vidrio, metales, escombros de construcción y demolición, tierras, entre otros.

- g) Desechos agropecuarios: generalmente se entiende que los residuos agrícolas son de naturaleza orgánica. Existen similitudes entre estos y otros residuos agroindustriales y la parte orgánica de los desechos sólidos urbanos. Estos a su vez se dividen en: agrícolas, forestales, ganaderos e industriales a nivel agropecuario.

2.2.3 Problemática de los residuos agropecuarios

Describe de qué manera la producción de los sectores agrícolas y ganaderos, que son la base del desarrollo de la civilización a lo largo de los siglos, han experimentado una rápida evolución como resultado de la implementación de nuevas tecnologías que han aumentado los rendimientos (tanto en términos de producción por hectárea como de tasas de transformación animal) y una notable vigilancia sobre los recursos, al tiempo que tienen un impacto en el medio ambiente (tanto en degradación como de contaminación). A medida que la agricultura y la ganadería han avanzado, las personas han obtenido acceso a una variedad más amplia de bienes, muchos de los cuales se utilizan para satisfacer necesidades básicas como comer y vestirse. Estos artículos a menudo se fabrican con otros subproductos que están destinados a satisfacer otras necesidades, como el suministro de energía, la vivienda, alimentación del ganado, herramientas, entre otros (Benítez et al., 2015).

2.2.4 Impacto ambiental

De acuerdo con la definición de impacto ambiental proporcionada por Morán y Gonzaga (2017), los impactos ambientales son cualquier cambio en el ambiente que sea provocado en alguna forma por un proyecto o actividad en una determinada zona. Esto significa que no es suficiente simplemente tener en cuenta las consecuencias sobre la estructura de los ecosistemas que se pueden ver, también se debe tomar en consideración las relaciones subyacentes que le dan al ecosistema su capacidad de funcionar.

2.2.5 Recolección de los residuos sólidos orgánicos

Hay una variedad de clasificaciones de los residuos sólidos orgánicos; no obstante, hay dos que son principalmente conocidas, quienes fueron asociadas con su fuente de generación y con su naturaleza y/o características físicas (Ascanio, 2017). Permitiendo evaluar todos los residuos obtenidos y ofrecer el tratamiento propicio para reducir las consecuencias generadas sobre el ambiente. Las características de los residuos sólidos están vinculadas con su origen, ya que podrían ser domésticas, industriales, agrícolas u otros; cada tipología de residuo tiene determinadas propiedades establecidas para que luego reutilizarlo o reciclarlo.

El correcto tratamiento de los desechos orgánicos, permitirá crear un sistema que favorezca a la sustentabilidad, con un menor impacto ambiental y determinados productos serían aprovechados. En esa línea, los referidos residuos pueden someterse a un tratamiento que contribuya a mejorar el servicio de suministro de agua, así como la generación de energía, y como consecuencia minimizar los efectos del cambio climático y mejore la calidad del aire (CCA, 2017).

La generación de residuos orgánicos principalmente producidos de los restaurantes, pueden ser reaprovechados para la producción de compost, el cual es utilizado para mejorar la calidad del suelo; puede ser empleado en las localidades rurales, para favorecer los suelos y cultivos; además tendría utilidad para alimentar animales, la generación de biogás y el compostaje. De esa forma, esta materia proveniente de los residuos generados en los domicilios y centros de abastos, puede ser aprovechada para la producción de compost (Ministerio del Ambiente de Perú, 2017).

El compostaje es una de las técnicas que ha permitido aprovechar los residuos orgánicos generados en diferentes áreas, sobre todo de tipo doméstico, donde se generan los residuos que provienen de los alimentos. Los referidos residuos contienen peculiaridades relevantes que favorecen a su reutilización como, por ejemplo, el abono que mejora la calidad de los suelos, principalmente en los cultivos. En el presente estudio, se utilizarán los residuos orgánicos del bagazo de café producidos en Di Café para la producción de compost y, de esa manera, conseguir reducir los impactos perjudiciales sobre el ambiente.

2.2.6 Compostaje

Un óptimo control de los residuos orgánicos contribuye con diferentes beneficios; reduciendo las dificultades que tienen las comunidades asentadas cerca de un relleno sanitario, quienes se ven mayormente perjudicados por un inadecuado tratamiento de las materias desechadas.

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2017), aquellos residuos orgánicos, que hayan sido generados por la producción de alimentos preparados, tienen la facultad de ser directamente reaprovechados en la obtención de compost (mejorador de suelo). El referido producto tiene la propiedad de variar las características de los residuos orgánicos y convertirlos en abono para los sembríos agrícolas. Asimismo, se tiene en cuenta que la FAO considera al compostaje como la combinación de la materia orgánica en descomposición sin la presencia de oxígeno, la cual es usada para optimizar las propiedades de los suelos. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013)

En opinión de Sarkar et. al. (2015), una de las técnicas con mayor tradición y fundamentales de degradación de la materia orgánica es el compostaje. Explica, que se trata de la descomposición biológica mejorada, efectuada principalmente en un entorno aeróbico; las mismas que desarrollan productos finales apropiados, tal como los fertilizantes, sustratos para los sembríos de hongos y biogás. Asimismo, cuenta con una regulación por lo microorganismos en la que diversos desechos orgánicos son convertidos en compuestos que pueden ser utilizados, consumen oxígeno y liberan calor, agua y CO₂ (Mahmud et al., 2015). Es necesario tener en consideración que el proceso de reducción de la disposición de los residuos orgánicos se extendió en el planeta (Muscolo et al., 2018). En esa línea, este sistema es considerado una propuesta viable, a la vez que es inversión reducida, y que, finalmente, ayuda a los en la mejora de la calidad del suelo de los cultivos agrícolas, sin generar perjuicio hacia el hábitat.

Por su parte, Bohórquez (2019) agrega que el proceso de compostaje se efectúa con una elevación de temperatura, que es controlada; además, que se concreta por la actividad de los microorganismos, así generar el abono orgánico.

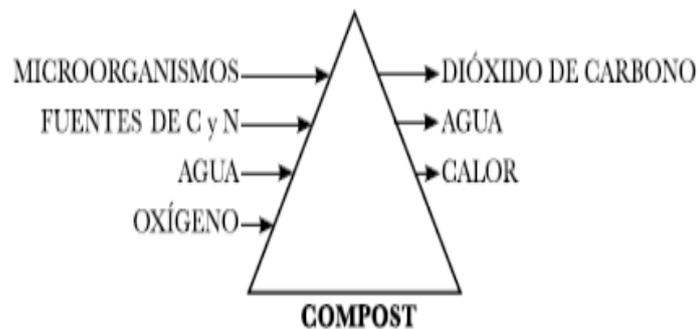


Figura 2. *Proceso de compostaje. Tomada de: Hervacio y Regalado (2020).*

La imagen precedente detalla el proceso de la degradación del residuo orgánico en compostaje, considerando que son microorganismos quienes la labor principal en la generación de esta sustancia; los nutrientes vienen a ser las fuentes de C y N, las cuales son importantes para los organismos y también para el proceso de descomposición; el mismo sentido de importancia tienen el agua y el oxígeno. Es necesario precisar que gracias al compostaje, ocurre la liberación del dióxido de carbono, agua y calor.

La instalación de composteras tiene que ver con la variedad de situaciones ambientales y de los propios residuos orgánicos que cuenta para su procesamiento. Brechelt (2004) sostiene que para el tratamiento se pueden utilizar productos de origen mineral, vegetal y animal. De acuerdo a la estructura, se puede variar la composición interna del compost, la misma que tiene influencia durante la etapa de descomposición. Se debe tener en cuenta que la variedad y cantidad de

nutrientes que contiene tiene relación con los nutrientes de la materia prima originaria. Cerda & al (2018), aseguran que no se debe esperar más del compost obtenido, que de la materia prima que es puesta a tratamiento.

Respecto al abono, se trata de insumos que, luego de ser aplicados en las tierras, logran activar una serie de procesos microbiales; de esa forma, alterando su estructura, aireación y capacidad de retención de humedad y aportando los nutrientes. Los abonos, contienen otros subproductos tales como: animales, estiércoles, residuos vegetales y lombri-compuestos.

Se recalca que, que este tipo de abonos son necesarios para los cultivos agrícolas, ya que elevan la productividad del suelo, además, actúan como potenciadores de sus características físicas, químicas y biológicas. Asimismo, contienen una variedad de nutrientes fundamentales para el desarrollo de las plantas, logrando incrementar la fertilidad del suelo. Los abonos orgánicos también incrementan el desarrollo radicular de las plantas, mejorando el sostenimiento de las mismas, promoviendo la sanidad del cultivo y aportando hormonas que influyen de forma positiva los mecanismos fisiológicos de las especies vegetales (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2014).



Figura 3. *Elaboración de compost. Tomada de: Hervacio y Regalado (2020).*

De acuerdo con Campos et. al. (2016), el compostaje está conformado por cuatro fases: la mesófila, en donde la temperatura se eleva de 20 a 35 °C; en seguida la termófila, la cual registra temperaturas entre 35 a 65 °C, mientras que las moléculas logran ser digeridas, se procede con la eliminación de aquellos microorganismos que pueden ocasionar algún daño; la fase que continúa es de enfriamiento, y finalmente otra de maduración. Para la etapa de la degradación de la materia sólida biodegradable se utilizan sustratos, que son materiales donde viven y crecen organismos sedentarios (Morero & Moral, 2008).

2.2.7 Manejo del café orgánico

El café crece bien en las islas de Java y Sumatra, y en Arabia, India, África, Antillas y América Central y del Sur, resultando esta última, con sus cultivos de arábica, que produce aproximadamente las dos terceras partes de todo el café consumido por el mundo (Perfecto Daily Grind, 2017).

En la actualidad, en los países de Latinoamérica, los agricultores, quienes tienen un reconocimiento por presentar un café de buena calidad, tienen en cuenta la alternativa de plantar el robusta, que es un grano más económico al que diferentes países aún no aceptan y que, además, está restringido en varios lugares de la región. En países como Colombia y Costa Rica, tienen el temor de que este grano, llegue a dañar su reputación como proveedores del mejor café del mundo.

Haciendo un análisis de los productos básicos agrícolas en el mundo, se considera al café como de mucha importancia por su productividad, la comercialización del café representa el pilar de las economías de en países subdesarrollados, la cual está abocado a la generación de puestos de trabajo y por la generación de divisas por exportación.

En ese mismo sentido, el café también es considerado como producto básico de varios países de Centroamérica para la exportación. Sus plantaciones tienen una altitud que va entre el nivel del mar y el límite de las nieves perpetuas tropicales, ubicados aproximadamente a unos 1800 m. El producto final es siempre el llamado café verde, la misma que se selecciona de manera manual o utilizando máquinas, con la finalidad de desechar aquellas semillas que son defectuosas y las materias consideradas como extrañas.

Según sostiene Navaz & Roy (2016), gracias a la infusión de las semillas tostadas y molidas de las plantas del café es que se obtiene la bebida. Como planta, es un arbusto de hoja perenne de la familia de las Rubiáceas; su fruto contiene dos semillas o granos de café, que son elementos que luego son consumidos; la producción nace de las flores blancas y aromáticas que crecen en el nacimiento de las hojas. Es del tipo drupa, con una primera capa carnosa y una segunda endurecida, como acartonada, conocida como pergamino, donde contiene las semillas. Tiene color rojizo y, debido a su parecido en tamaño a una cereza, se le conoce como café cereza (Canet & Soto, 2016).

En el fruto, la parte que tiene mayor cafeína viene a ser la semilla, con una frecuencia mayor en las especies, es que en cada fruto haya dos semillas; aunque en determinados productos solo presentan una sola semilla, la cual es llamada como café perlado. Principalmente, la semilla es

la parte que se consume del café, la cual es tostada y molida, mediante una infusión por disolución en agua caliente. En los países que conforman el Extremo Oriente, además, ingieren bebidas producidas con las hojas ligeramente tostadas, con un contenido de cafeína mayor (Canet & Soto, 2016).

En la industria alimentaria, además del consumo mediante la infusión, también es empleado para aportar un aroma y sabor a distintos alimentos. Respecto a las propiedades curativas del café, en el Oriente Medio viene siendo utilizado como remedio natural, principalmente como estimulante y analgésico. Asimismo, las compañías farmacéuticas utilizan el café como componente de diferentes medicinas, o también es comprendido como un medicamento único en la prevención de la somnolencia.



Figura 4. *Semilla de café. Tomada de: Hervacio y Regalado (2020).*

Los restos generados por el café son considerados como un buen abono de los cultivos, ya que poseen una variedad de minerales, en especial el nitrógeno, fósforo y potasio; debido a ello, favorecen la producción del compost. En las regiones dedicadas a la producción del café, sus residuos significan un riesgo por la contaminación para el ambiente. Ante esa situación, desde el siglo pasado se tiene en cuenta la implementación de distintas estrategias para la producción de piensos, bebidas, biogás, cafeína, enzimas, proteína y abono. (Rathinavelu & Graziosi, 2005)

Bajo esa perspectiva, se ha calificado como útiles a los desechos del café, ello si se les brinda un tratamiento controlado, como es el caso del compostaje, técnica que es evaluada en el presente estudio, valorando las materias orgánicas del bagazo.

2.2.8 Bagazo o despulpado de café

Los granos de café son las semillas que están dentro de los frutos comestibles del café. Luego, los granos verdes son tostados para alcanzar el sabor esperado, previo antes de que sean molidos y preparar la infusión. La producción del café está integrada por ocho etapas:

- a) **Plantación:** es esta la primera etapa para procesar el café. Inicia con un proceso natural, en donde se observará cómo se desarrollan las semillas, que por el paso de los días serán convertidas en plantas.



Figura 5. *Plantación del café. Tomada de: Hervacio y Regalado (2020).*

- b) **Cosecha:** este proceso se da cada año cuando las cerezas de café se maduran. Existen dos métodos diferentes para realizar la cosecha: picking y stripping. Mediante el primero; las cerezas más maduras se escogen y seleccionan a mano para tener un producto homogéneo. Mientras que, en el segundo, se tiene un procedimiento mecánico, en el cual se recogen todas las cerezas al mismo tiempo.



Figura 6. *Cosecha del café.*

- c) Procesamiento: en esta etapa se elimina la pulpa de la cereza de café y es modificada para las siguientes fases; este proceso se puede concretarse en un entorno húmedo o seco.



Figura 7. *Procesamiento del café. Tomada de: Hervacio y Regalado (2020).*

- d) Curado: en esta etapa el café es tratado para concretar su exportación. Comprende la función es descartar la cascara que recubre al grano, de esa manera clasificarlo según sea calidad, forma y tamaño.



Figura 8. *Curado del café. Tomada de: Hervacio y Regalado (2020).*

El bagazo, en un principio registra una humedad del 85%, debido a la extracción del café. Posteriormente, el índice de humedad del bagazo se reduce, llegando a tener entre 5% - 10%,

caso contrario el aglutinante utilizado para la elaboración de briquetas tendrá dificultades en penetrar en la estructura de la célula del bagazo de café, según explica Gracias & Mateo (2016).

En tanto, físicamente evidencia un color café oscuro cuando presenta la humedad se encuentra en 80%, y una coloración café claro en el momento que se reduce la 5% – 10%; asimismo, contiene semillas que no fueron molidas, materiales extraños como palos y piedras. El valor calorífico es un poco más de la mitad del bagazo de caña y su humedad casi un 50% más que la del bagazo de caña, su contenido de cenizas es relativamente bajo (Debernardi & Aguilar, 2018).



Figura 9. *Bagazo del café. Tomada de: Hervacio y Regalado (2020).*

Asimismo, el despulpado tiene su proceso de separación de la concha del grano para su procesamiento previo hasta llegar al bagazo post procesamiento. En tal sentido, se procesa por medio de un equipo donde tiene la misma función de un molino separador.



Figura 10. *Proceso de despulpado del café.*



Figura 11. *Cáscaras del café orgánico.*

2.2.9 Evaluación del impacto ambiental

Apoya la idea de que todas las evaluaciones de impacto ambiental revelarán todos los posibles resultados negativos para el medio ambiente, ya que el término se refiere al conjunto de procedimientos operativos y representaciones gráficas desarrolladas para revelar y evaluar los efectos ambientales de un proyecto y sus alternativas, así como para elegir la opción más favorable desde el punto de vista de sus efectos ambientales (Severiche, 2021).

2.2.10 Matriz Leopold

La propuesta debe basarse en consideraciones prácticas como los recursos disponibles, el cronograma, las realidades del área protegida, el tema y la capacidad, con el objetivo de lograr el mayor impacto posible, lo que lleva a una intervención de alta calidad y aprovechar al máximo las oportunidades para promover procesos innovadores y de mejores prácticas, se explica que toma la forma de una tabla de dos columnas, con una relación entre los factores ambientales que sirve como encabezado de columna y la otra que sirve como encabezado de fila. La matriz no es en sí un patrón para concretar estudios de impacto ambiental, sino una forma que permite sintetizar y visualizar los resultados de dichos estudios; por lo tanto, la Matriz de Leopold solo tiene eficacia al momento que es acompañada de una explicación de los impactos reconocidos, su valor, las medidas de mitigación tomadas y el programa de monitoreo y control (Dupin et al., 2018).

2.2.11 Herramientas Lean Manufacturing

Según el trabajo de Carrillo et al. (2019), el "Lean Manufacturing" es una estrategia de gestión cuyo objetivo general es la reducción de los residuos en todo el proceso de fabricación, desde la adquisición de materias primas hasta la distribución de productos acabados. Siendo el método más rentable y eficiente para producir bienes de alta calidad y, al mismo tiempo, reducir los gastos inútiles en mano de obra, materiales y tiempo.

Por otra parte, según Favela-Herrera et al. (2019) el "Lean Manufacturing", también pretende reducir los residuos y los procesos sin valor añadido en las empresas; reflejando internamente en la producción mediante procedimientos más racionalizados, consistentes y uniformes. La reducción de los niveles de existencias, la producción a la carta, la preparación rápida y la dedicación del personal contribuyen a una cultura de desarrollo continuo.

En síntesis, es una estrategia de gestión centrada en las personas que describe las mejores prácticas para mejorar y racionalizar la producción de bienes y servicios, eliminando al mismo tiempo cualquier forma de "desperdicios". El desperdicio se define como cualquier acción que utiliza un recurso (incluidas las herramientas, los suministros, el espacio, el tiempo y la mano de obra) sin mejorar el producto final de ninguna manera (Horcas y Soler, 2017).

2.2.12 Tipos de herramientas Lean Manufacturing

a) Herramienta 5'S

En otras palabras, se trata de mejorar la "calidad de vida" en el trabajo con medidas como hacer y mantener los espacios de trabajo más ordenados y seguros. Las 5'S provienen de palabras japonesas que utilizamos habitualmente; sin embargo, no son exclusivas de una misteriosa "cultura japonesa" ajena al resto del mundo. De hecho, la gran mayoría de la población humana se adhiere o se ha adherido a las 5'S en algún momento de su vida, aunque no sea consciente de ello (Pérez & Quintero, 2017).

b) Ingeniería de métodos

Medina et al. (2019) establece que es la práctica de analizar minuciosamente cómo se hace algo con el fin de encontrar formas de hacer lo más eficazmente y con menos desperdicio, así como para establecer puntos de referencia sobre lo bien que deben hacerse las cosas. Del mismo modo, el estudio de los métodos se define como la documentación sistemática y la evaluación crítica de los medios existentes y propuestos para realizar un trabajo, con el objetivo de desarrollar e implantar alternativas más sencillas, eficaces y económicas.

Por su parte, Gómez (2021), expresa que la ingeniería de métodos hace referencia a una técnica que permite maximizar la producción al tiempo que se reducen los costes, se minimiza el tiempo de inactividad y se amplía la accesibilidad. Esto se consigue racionalizando los procesos, agilizando los flujos de trabajo y eliminando los pasos innecesarios en el ciclo de producción.

Asimismo, Escalante (2021), sostiene que la investigación de operaciones, la simplificación del trabajo y la ingeniería de técnicas se utilizan a menudo de forma indistinta, pero todas significan lo mismo. Suelen referirse a un método para aumentar la productividad al tiempo que se reduce el coste por unidad de producción.

Esto significa que la ingeniería de métodos es la ciencia y el arte de maximizar la producción. La ingeniería de métodos, tal y como la define Freivalds, requiere un análisis en dos etapas: durante las fases iniciales, cuando el ingeniero se encarga de diseñar y desarrollar los distintos centros de trabajo en los que se fabricará el producto, y de nuevo durante las fases finales, cuando el ingeniero debe estudiar continuamente estos centros de trabajo para descubrir y aplicar nuevas formas de fabricar el producto o mejorar su calidad (Andrade et al., 2019).

En tal sentido, este método analiza minuciosamente cada paso de un proceso para determinar cuáles pueden eliminarse y cuáles deben mantenerse para determinar la manera más eficiente y

eficaz de completar el trabajo lo más rápidamente posible. La estandarización de herramientas e instalaciones también forma parte. El trabajo se define en una segunda etapa que corresponde a su cuantificación; esta etapa consiste en medir el tiempo que tarda un empleado en completar un trabajo estandarizado (Cuevas et al., 2020).

La ingeniería de métodos implica un análisis exhaustivo y metódico de todos los procesos, tanto directos como indirectos, para identificar y aplicar cambios que mejoren la seguridad y la salud de los trabajadores, acorten los tiempos de producción y reduzcan los costes por unidad, todo lo cual se traduce en mayores beneficios (Ruíz et al., 2017).

c) Importancia de la ingeniería de métodos

El uso de los procesos sistemáticos de la ingeniería de métodos es crucial para su valor; al utilizarlos, un directivo o ingeniero puede producir resultados sustanciales, e incluso mejores, que habrían sido imposibles de adquirir en el pasado con enfoques menos sistemáticos. Las técnicas de ingeniería y estudio del trabajo son eficaces porque adoptan un enfoque global para identificar los problemas y averiguar cómo solucionarlos (Díaz & Salazar, 2021).

También, la ingeniería de métodos es definida como la generación de estrategias que permitan desarrollar técnicas repetitivas. Asimismo, el ingeniero de métodos de una empresa o institución tiene la función de hallar la forma más eficiente para que funcione la compañía mejorando sus procedimientos e infraestructura mediante la aplicación de conocimientos técnicos y experiencia (Villacreses, 2018).

En esa misma línea, Prokopenko (1989) sostiene que la ingeniería de métodos es una técnica enfocada en estudiar el trabajo, a través del mantenimiento de registros. En la actualidad, el análisis de los métodos analiza cómo concretar una tarea u operación, para ejecutar las técnicas más sencillas, efectivas y eficientes para incrementar la producción de cualquier sistema, en la cual se utilicen los mismos recursos y desechando las dificultades más trascendentes como: el desecho de materiales, tiempo y el esfuerzo humano.

Por otra parte, la planificación y el establecimiento de instalaciones de producción son competencia del ingeniero de métodos, que realiza evaluaciones detalladas e iterativas en los puestos de trabajo individuales de cada fábrica para identificar y eliminar los factores inevitables que ralentizan la producción. Es decir, si una empresa espera crecer y tener más éxito, debe dar prioridad a ampliar la producción sin rebajar los estándares. Asimismo, para definir los nuevos puestos de trabajo antes de que empiece la producción, la ingeniería de métodos utiliza numerosas herramientas, como diagramas (hombre, producto, interacciones

hombre-máquina, etc.) y programas informáticos como las estaciones de trabajo, pero también necesita un buen ojo para los detalles para mejorar los procedimientos actuales. Además, la ingeniería de métodos ayuda a las empresas a alcanzar sus objetivos reduciendo el tiempo dedicado a actividades sin valor añadido, aumentando la eficacia de cada proceso crítico y eliminando las repeticiones innecesarias (Sauceda et al., 2021).

Aunado a ello, la ingeniería de métodos es similar en el sentido de que permite el uso de técnicas para recopilar una amplia gama de datos procedentes tanto de estudios existentes como nuevos, utilizando instrumentos que incluyen diversas fuentes de información que permiten la adopción de enfoques adicionales y una amplia gama de opciones con soluciones concluyentes, que casi con toda seguridad conducen a la plena satisfacción de quienes las aplican (Velasco, 2017).

d) Fases de la ingeniería de métodos

Para completar el estudio de ingeniería de métodos, es necesario seguir las siguientes fases. Cabe destacar que estas fases se fundamentan en lo establecido por Córdova (2021).

Fase 1: Selección del proyecto

La ingeniería de métodos se aplica mejor a los proyectos que implican productos nuevos o existentes con un alto coste de fabricación y un bajo margen de beneficio, que presentan retos para mantener la calidad y tienen problemas para seguir siendo competitivos. El primer paso para aplicar un buen programa de ingeniería de métodos es seleccionar el proyecto en cuestión, lo que permite la identificación clara y lógica del problema, mediante el uso de las herramientas adecuadas, dando lugar a un resultado más celer y eficiente, ya sea el diseño de un nuevo entorno físico laboral o mejorar alguna tarea existente.

Fase 2: Obtención y esclarecimiento de los datos

Una vez elegida la tarea que se va a mejorar, hay que elaborar una documentación cuidadosa, detallada y bien organizada que pueda utilizarse para el análisis técnico basado en la observación directa. En el proceso de registro se utilizan gráficos y diagramas durante toda la producción.

e) Diagrama de flujo de procesos

Describe el diseño, las tolerancias y los requisitos, así como todo el proceso de fabricación o servicio, inicia con la recepción de la materia primaria y concluye con el embalaje del producto acabado, incluyendo todas las piezas y subconjuntos que componen el conjunto primordial. El

diagrama se utiliza en las actividades secuenciales para visualizar rápidamente el proceso con el fin de observarlo de forma reducida. La operación (cualquier proceso físico o químico) está representada por el círculo, y la inspección por el cuadrado, constituyendo los dos símbolos necesarios para construir el diagrama (medición, comprobación, control de temperatura, etc.). La figura 12 muestra los componentes de la simbología esenciales para el desarrollo de este marco.

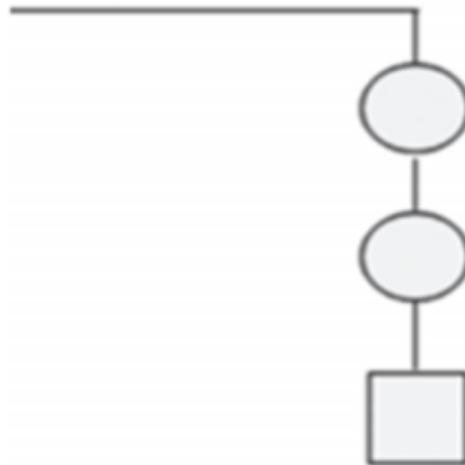


Figura 12. *Diagrama de operaciones general de procesos. Tomada de: Prokopenko (1989).*

f) Simbología analítica para el diagrama analítico de procesos

Las etapas involucradas en la fabricación de un producto, desde el principio hasta el final, pueden representarse visualmente con el uso de un diagrama de flujo del proceso (PFD). Los PFD siguen una simbología estándar establecida por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME), que incluye lo siguiente (figura 13: operaciones, inspección, transporte, espera y almacenamiento).

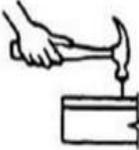
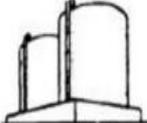
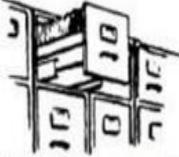
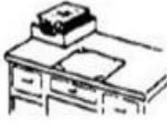
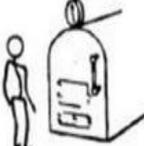
| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p> |  <p>Clavar</p> |  <p>Mezclar</p> |  <p>Taladrar orificio</p> |
| <p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p> |  <p>Mover material mediante un carro</p> |  <p>Mover material mediante una banda transportadora</p> |  <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p> |
| <p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p> |  <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p> |  <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p> |  <p>Archiveros para proteger documentación</p> |
| <p>Retrasos</p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p> |  <p>Esperar un elevador</p> |  <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p> |  <p>Documentos en espera a ser archivados</p> |
| <p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p> |  <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p> |  <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p> |  <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p> |

Figura 13. Simbología para los diagramas de procesos bajo estándares ASME. Tomada de: Prokopenko (1989).

El propósito del diagrama del proceso analítico es reconocer y optimizar las operaciones de “transporte” (retrasos en el movimiento), “inspección” y “almacenamiento”, que no añaden valor al producto; una vez que se identifican las actividades no productivas, se ejercen acciones para su reducción y ahorro de dinero, tal como se detalla en el diagrama. Esta estructuración se evidencia en la figura 14.

| DAP | | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO | | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------------|--------|------------|----------|---|---|---|---------------|
| Diagrama N° 1 | Hoja N° 1 | RESUMEN | | | | | | | |
| OBJETO: Tubería corrugada para alcantarilla | | ACTIVIDAD | ACTUAL | PPROPUESTA | ECONOMÍA | | | | |
| Proceso: de manufactura Método: actual propuesto | Lugar: toda la planta | Operación | ○ | | | | | | |
| | | Transporte | ⇒ | | | | | | |
| Operario: Ficha N°: | | Espera | D | | | | | | |
| | | Inspección | □ | | | | | | |
| Compuesto por: Fecha: | | Almacenamiento | ▽ | | | | | | |
| | | Distancia metros | | | | | | | |
| Aprobado por: Fecha: | | Tiempo minutos | | | | | | | |
| | | Costo | | | | | | | |
| | | Mano de obra | | | | | | | |
| | | Material | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | |
| Descripción | Cant. | Dist. | Tiempo | Símbolo | | | | | Observaciones |
| | | | | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | |

Figura 14. Estructura analítica de procesos. Tomada de: Prokopenko (1989).

g) Diagrama de recorrido

El diagrama analítico de los procedimientos, técnicas, recursos y maquinaria utilizados por los trabajadores a lo largo de la ejecución, un dibujo que representa el diseño de una instalación, detallando la ubicación de varios elementos (puestos de trabajo, máquinas, etc.) y las estructuras. Cada paso del proceso está etiquetado con un símbolo y su número asociado, la dirección del flujo se indica con flechas colocadas a intervalos regulares a lo largo de las líneas de flujo, y varias áreas del diagrama hacen uso de diferentes colores para ayudar al lector a entender mejor el diseño. La figura 15 es un ejemplo de este tipo de diagrama.

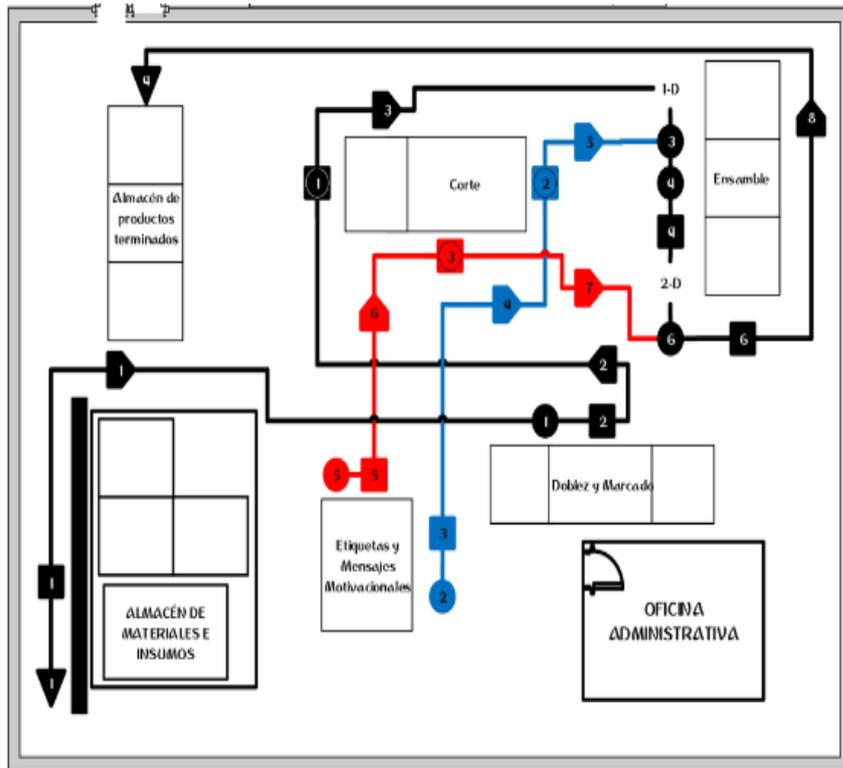


Figura 15. *Diagrama de recorrido (ejemplo). Tomada de: Prokopenko (1989).*

Fase 3: Manipulación y análisis de datos

En este punto, se utilizan las técnicas de análisis de operaciones más comunes para determinar qué camino proporcionará el resultado más deseable. El objetivo de la tarea, el diseño del componente, las tolerancias y los requisitos, materiales, procesos de fabricación, la configuración y el utillaje, las condiciones de trabajo, la manipulación de los materiales, la disposición de la planta y el diseño de la tarea son algunos de los enfoques más importantes.

Fase 4: Abordaje del método más idóneo

Elegir el método más eficiente para cada procedimiento, verificar y transferir sopesando los costos y beneficios de cada opción. Esto incluye factores como el rendimiento, la ergonomía y la salud y seguridad.

Fase 5: Implementación del método

El método propuesto debe ser explicado claramente en esta etapa a las personas a cargo de la operación y el mantenimiento, para garantizar que se produzcan los resultados deseados, es crucial tener en consideración todas las particularidades del lugar de trabajo.

Fase 6: Desarrollo del análisis de la labor

El objetivo de esta etapa es analizar el trabajo del método implementado con la finalidad de asegurar que los operadores sean elegidos, capacitados y compensados apropiadamente.

Fase 7: Estándares de tiempo

Esta etapa implica establecer un cronograma justo y razonable para el método implementado.

Fase 8: Control y seguimiento constante

Efectuar un monitoreo y seguimiento en lapsos regulares, incluida la configuración de una auditoría del método implementado, para verificar si se cumplen o no los niveles esperados de rendimiento, si los costos se predijeron correctamente y si se pueden realizar o no otras mejoras.

2.2.12.1. Dimensiones de la ingeniería de métodos

Tanto el estudio de los procedimientos como la medición del trabajo desempeñan un papel esencial en el campo de la ingeniería conocido como el estudio del trabajo. Aprender a realizar algo de forma más eficiente y con menos esfuerzo es fundamental para el estudio de las técnicas. La medición del trabajo, por su parte, supone estudiar las pérdidas de tiempo que puedan estar afectando a lo largo del lapso de producción y establecer normas de tiempo para realizar la actividad de forma más eficiente, de acuerdo con lo decidido en la investigación del método (Jara, 2020). Como puede verse en la figura 16, el objetivo es aumentar la eficacia de cualquier sistema de producción y reducir los gastos.



Figura 16. *Análisis y métodos. Tomada de: Prokopenko (1989).*

a) Estudio de movimientos

El estudio de movimientos es un ejercicio de diseño, y es necesario realizar el diseño de una labor para realizar la construcción de una estación de trabajo, la capacitación de un operador o la ejecución de un estudio de tiempos. Los estudios de movimiento se consideran en dos

categorías: el estudio de macromovimientos, el cual comprende el panorama general y todos los elementos que se registran en una compañía o línea de producción (tal como el mantenimiento, las inspecciones, el transporte, demoras y almacenamiento) y micromovimientos, que se centran en los detalles minuciosos y cómo se relacionan entre sí (Osorio & Velásquez, 2020).

b) Estudio de tiempos

Respecto a la medición del trabajo, tiene que ver con el enfoque que utiliza una variedad de estrategias para definir el alcance de una actividad, además sirve para efectuar el seguimiento al tiempo y el esfuerzo que un colaborador para concretar la tarea en específico, según el conjunto de pautas que ya han sido determinadas (estándar). Se dice que el propósito de medir el tiempo de trabajo es determinar cuánto tiempo se dedica a una tarea determinada en condiciones de trabajo estándar, utilizando un conjunto predeterminado de procedimientos. Además de satisfacer las necesidades de los empleados y proporcionar una medición de desempeño de la organización, los estándares también harán que la planificación y las operaciones sean más asequibles y mejorarán las condiciones de trabajo (Osorio & Velásquez, 2020; Olivera & Vásquez, 2020).

c) Productividad

Vela (2019), sostiene que la productividad tiene relación con los logros alcanzados por un proceso y, por lo tanto, promueve para elevar la productividad así obtener mejores beneficios, considerando los recursos que fueron usados para generarlos. La productividad se mide por el cociente formado por los éxitos alcanzados y los recursos destinados para ese fin. Las unidades de producción, las piezas vendidas y la utilidad son métricas válidas para analizar los resultados.

Por su parte, Sánchez (2021) menciona que la productividad es la eficiencia con la que se utilizan los recursos disponibles para alcanzar objetivos establecidos. El objetivo aquí es producir bienes a un precio más bajo mediante un uso más eficiente de los insumos de producción como materias primas, mano de obra y maquinaria, estas son las áreas donde un ingeniero industrial debe concentrar sus esfuerzos para incrementar el índice de productividad actual y minimizar los costos de producción.

2.2.12.2. *Parámetros de la productividad*

a) Eficiencia

La métrica de eficiencia se utiliza para realizar un seguimiento de la cantidad de recursos que se utilizaron o de la cantidad de actividades que se completaron; por ejemplo, la proporción de insumos que se convirtieron en productos es una medida de la producción, mientras que la proporción de insumos reales con respecto a los productos planificados es una medida de la eficiencia. La acción eficiente es aquella que aprovecha al máximo el tiempo y el esfuerzo invertidos en una tarea. Se cumplen las estimaciones de gastos y tiempo, y se utilizan de manera efectiva tanto los recursos materiales como los humanos, y el producto final es de la calidad deseada. Los resultados más eficientes se logran de manera oportuna al hacer un uso eficiente de los recursos disponibles, dedicar menos tiempo a cada resultado y cumplir con los estándares de calidad requeridos (Gúere & Ramírez, 2021).

b) Efectividad

La efectividad se define como la combinación de eficiencia y efectividad, y esta relación le permite a uno medir el grado en que se han cumplido los objetivos planificados; después de todo, el resultado es lo que más importa, independientemente de cuánto se gastó. La efectividad tiene un efecto en el logro de más y mejores productos en relación con la productividad, teniendo en cuenta el objetivo. En términos de influencia en la producción, una mayor productividad está asociada a mejores logros alcanzados. Este indicador también mide métricas de calidad que toda organización debe utilizar para reducir el desperdicio de procesos y aumentar el valor agregado (Gúere & Ramírez, 2021).

c) Eficacia

Considera los efectos de las acciones, el valor del servicio o producto y cómo se puede mejorar. No es suficiente simplemente producir el producto o servicio según las especificaciones en cantidad y calidad; más bien, debe ser el que realmente satisfaga al cliente o tenga un impacto en el mercado. En resumen, la eficacia es el logro de objetivos establecidos; es la proporción de recursos utilizados entre los asignados para diferentes propósitos en un programa determinado (Gúere & Ramírez, 2021).

2.3 Definición de términos básicos

- a) Café: tipo de grano recolectado de una planta tropical, luego tostado, molido y preparado en una infusión líquida que consumen millones de personas cada día (Zamora et al., 2019).
- b) Compost: también llamado abono orgánico, se elabora a partir de materiales que en su día fueron organismos vivos; incluye tanto subproductos vegetales como animales y representa un "grado medio" de descomposición, por lo que es beneficioso para el suelo y reduce los residuos (ruiz et al., 2021).
- c) Despulpado del café: marca el inicio de la metamorfosis del fruto en su forma definitiva, ya que las dos semillas generalmente presentes en su interior se separan de la pulpa y la cáscara (Sánchez, 2021).
- d) La contaminación ambiental: significa que hay sustancias en el medio ambiente que son perjudiciales para los seres vivos, incluidos los humanos. Estas sustancias pueden ser biológicas, químicas o algo totalmente distinto (Muriel, 2019).
- e) Mejora de procesos: es un método utilizado en las empresas cuyo objetivo es identificar y corregir los puntos débiles de la eficiencia operativa (Medina et al., 2019).
- f) Residuos orgánicos: productos de desecho de la producción de alimentos, incluidas partes de plantas y animales (huesos, verduras, frutas, cáscaras). Generan fuertes olores porque se pudren rápidamente y favorecen la proliferación de bacterias. No sólo dañan los recipientes y propagan enfermedades, sino que también atraen ratas, insectos e incluso animales domésticos (gatos, perros, etc.) (Hervacio y Regalado, 2022).
- g) Selección: una vez que el grano ha reposado, se examina en una mesa particular para seleccionar a mano las cualidades deseadas de acuerdo con las especificaciones del envase final (Favela-Herrera et al., 2019).
- h) Tostión: puede considerarse como el procedimiento por el cual el grano de café se transforma mediante calor en una forma apta para el consumo humano. Los granos de café se secan y sus gases naturales se liberan durante el proceso de tostado, que es crucial ya que altera la composición original del grano para que pueda ser consumido más fácilmente por los seres humanos (Dupin et al., 2018).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método y alcance de la investigación

El presente estudio tuvo un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), ya que tiene un propósito específico a ser avalado, mediante los procesos de medición, y hallar rasgos o características peculiares del fenómeno observado (Baena, 2017). Además, el estudio fue de tipo básico, de acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), una investigación que tiene esta característica se preocupa de establecer los fundamentos teóricos, dejando a un lado los fines prácticos. Teniendo en cuenta ello, la investigación básica tiene el fin de descubrir leyes o principios básicos, conceptos y conocimientos científicos; asimismo, es valorada como un apoyo en el desarrollo de los estudios de fenómenos o sucesos.

Bajo esa perspectiva, el presente estudio considera un alcance descriptivo de campo, ya que tiene la finalidad de explicar las circunstancias, fenómenos y escenarios del objeto materia de estudio, en las condiciones como se presentados en el campo; de esa manera, se corrobora la versión de Hernández y Mendoza (2018), respecto a que el alcance de la investigación no es un tipo de investigación sino un continuo de "causalidad" que puede tener un estudio.

3.2 Diseño de la investigación

El estudio siguió un diseño no experimental de corte transversal, ya que se llevó a cabo sin que se manipulen deliberadamente las variables de investigación, y a la vez se centró en describir las relaciones que existen en un momento dado. Asimismo, porque depende en gran medida de ver los fenómenos a medida que ocurren en su entorno natural, en un tiempo determinado y luego analizar esas observaciones (Hernández y Mendoza, 2018).

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

En cuanto al universo estudiado, se tuvo en cuenta todos los sujetos, quienes son designados población, que se define como un conjunto de elementos infinito o finito que comparten características comunes (Hernández y Mendoza, 2018). Para los fines de este estudio, la población estudiada estuvo conformada por 20 trabajadores (operarios y administrativos)

involucrados con el proceso de despulpado de una empresa acopiadora de café orgánico en la región de Puno.

3.3.2 Muestra

Como los resultados de la muestra se extrapolaron al conjunto de la población, resulta importante que sea bien establecida y delimitada para que sea considerada como parte representativa de la población. La finalidad de este estudio ha sido diseñar una propuesta de mejora en el proceso de despulpado, con el propósito de reducir la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico. En esa línea, se determinó que el muestreo cualitativo fue no probabilístico censal poblacional, para ello se asumieron los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, la muestra estuvo compuesta por los 20 colaboradores.

Teniendo en cuenta que nuestras actividades en el proceso seco tanto como en el húmedo del café orgánico (propuesto y actual) superan los 40 minutos y acorde a la tabla de “General Electric” que recomienda que si el tiempo de ciclo es mayor a 40 minutos se pueden tomar en cuenta 03 muestras; y dado a nuestro contexto que, por temas de proximidad al lugar de estudio, tiempo de cosecha corta y geografía agreste del lugar, se optó por tener en cuenta esta norma.

a) Criterios de inclusión

- Personal involucrado en el proceso de despulpado del café (operativo y administrativo).
- Empleados con más de seis meses de antigüedad.
- Disposición de participar por su propia voluntad en el estudio.

b) Criterios de exclusión

- Personal que no cumpla funciones en el proceso de despulpado del café (operativas o administrativas).
- Empleados con antigüedad menor a seis meses.
- Participación del sujeto no voluntaria.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de Recolección de datos

Tabla 2. Técnicas de recolección de información.

| Ítem | Técnica | Descripción |
|------|----------------------------|--|
| 1 | <i>Encuesta</i> | Aplicada a los empleados de la organización en referencia a la producción del café orgánico y sus prácticas con respecto a los residuos sólidos de café y el efecto ambiental |
| 2 | <i>Análisis documental</i> | Para la revisión de información pertinente de la empresa datos adicional, así también se utilizó observación directa para el análisis de interferencias de los comportamientos, interacciones y situaciones de un fenómeno. |
| 3 | <i>Observación directa</i> | Se centró en observar de forma directa dicho proceso y la gestión de los desechos sólidos, estas herramientas permitieron recopilar información relevante sobre el proceso actual, identificar posibles áreas de mejora y obtener sugerencias de los trabajadores y responsables involucrados. |

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

A fin de recolectar la información sobre el terreno, el equipo investigador está en la facultad de usar todo tipo de métodos, entre ellas encuestas, entrevistas, análisis de contenido. En un primer momento, el cuestionario fue utilizado como instrumento. De acuerdo con según Hernández y Mendoza (2018) “un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir”, las cuales son elaboradas para recabar datos con un objetivo en específico, a través de la encuesta. En seguida, se efectuó una entrevista en profundidad, la cual fue estructurada en un cuestionario con 10 ítems, permitiendo, de esa manera, interactuar directamente con los trabajadores que participaron de la investigación, quienes contribuyeron para recolectar la información, para definir mediante sus respuestas los datos, el cumplimiento de los lineamientos de la normativa y así como dar un diagnóstico de la empresa, en aspectos como la seguridad interna, la salud de trabajadores e integrantes de la comunidad, la educación para evitar el impacto negativo en el medioambiente, la gestión de los desechos derivados de la producción y las medidas de protección tomadas por la empresa. Además, se aplicaron

herramientas propias del modelo Lean Manufacturing (5S) y luego se utilizó la Matriz de Leopold, como instrumento de registro de la observación realizada, dado que esta permite evaluar el impacto ambiental de proyectos de desarrollo económico. Para Chavarría (2022) su utilidad está asociada a la identificación de efectos negativos o positivos tomando como referentes su magnitud, importancia, extensión, duración y la posibilidad de hacer reversibles sus efectos a fin de valorar la gravedad de la contaminación producto de los desechos, en este caso, del despulpado del café orgánico.

Asimismo, aporta acciones de mitigación, dado que su evaluación aporta información que permite formular estrategias que incluyan prácticas sostenibles, tecnología limpia y cambios profundos en los procesos. Consecuentemente, sirve para evaluar la efectividad de las medidas que se tomen para lograrlo a fin de alcanzar un crecimiento equilibrado de la empresa.

3.5 Instrumentos de análisis de datos

Para realizar el análisis e interpretación de la información en el estudio sobre la mejora del proceso de despulpado para reducir su impacto ambiental, se consideraron tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. En este sentido, se utilizó una combinación de instrumentos de diagnóstico para evaluar las condiciones actuales de la empresa e identificar las áreas con deficiencias o aspectos negativos. Posteriormente, se propusieron herramientas y mecanismos para optimizar el procesamiento del café, así minimizar su impacto en el medioambiente en esta región.

La Matriz de Leopold es un instrumento de evaluación ambiental que permitió identificar y evaluar los impactos ambientales del proceso de despulpado del café orgánico. Se utilizó en la etapa de recopilación de datos, donde se observaron y registraron los impactos ambientales del proceso de despulpado. Los datos obtenidos a través de la Matriz de Leopold se utilizaron para identificar áreas de mejora en el proceso de despulpado que ayudaron a minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico.

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto, es un instrumento usado para hallar las probables causas de la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico durante el proceso de despulpado. Se emprendió esta herramienta en la etapa de análisis de datos, en donde se definieron y categorizaron las posibles causas de contaminación del ambiente. La información recabada, se empleó para elaborar una propuesta de mejora en el proceso de despulpado, el cual abordará las causas identificadas y minimizará la contaminación ambiental.

En tanto, una técnica de análisis viene a ser el diagrama de Pareto que facilitó en la identificación de las causas de contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico durante el proceso de despulpado. La herramienta fue utilizada en la etapa de evaluación de datos, donde se determinaron las causas más importantes de la contaminación en el ambiente. Los datos gracias a la aplicación del diagrama de Pareto fueron ejecutados para enfocar los esfuerzos de mejora en aquellas áreas donde el nivel de contaminación ambiental es crítico.

Los datos anteriores se procesaron en una hoja de Excel.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Breve descripción de la empresa y sus procesos

La empresa acopiadora de café orgánico, que es sujeta al estudio, a través de su historia se ha dedicado en la producción y comercialización de café especiales; prueba de ello son los numerosos concursos en los que ha representado a la región y al país, en donde ha resaltado el origen de café de Puno, micro lotes con perfiles únicos, las cuales están acompañados de los sellos Orgánico [NOP, UE y RTPO], FAIRTRADE y SPP, que representa el 95% al mercado exterior y el 5% al mercado nacional.

La Central en cuestión, ha sido fundada en 1970 por la iniciativa de cinco cooperativas base que observaron oportunidades en el trabajo cooperativo para el desarrollo de sus socios, comunidad y la caficultura en el sur del Perú, consiguiendo que se internacionalice sus productos de manera directa, obtuvo mejores precios para los socios, redujo costos de exportación. A lo largo de los años se consolidó como una organización líder a nivel regional y nacional.

En la actualidad, la organización está conformadas por 8 cooperativas, los socios de las organizaciones provienen del altiplano puneño, de la zona norte del lago Titicaca que colonizaron la selva puneña, teniendo así el valle de Tambopata con gran representación de la cultura Aymara y el valle de Inambari de la cultura quechua.

Las zonas productivas de los valles de Sandia se ubican entre los 722 m.s.n.m. y 2,062 m.s.n.m., comienzan la cosecha de abril a septiembre y en las partes más altas del valle hasta el mes de octubre del año 2023.

En los últimos años el consumo interno de café en el Perú se elevó, pese a ello no resulta suficiente, por lo que es importante seguir continuar elevando el consumo de café a nivel local y nacional. Asimismo, gracias a su principal giro de negocio, que viene a ser la exportación, la cual fue un anhelo de los fundadores y socios de la compañía, debido a ello es que los miembros de la organización tienen conocimiento y cumplen las exigencias del mercado internacional.

4.1.1 Organigrama de la empresa acopiadora



Figura 17. Organigrama organizacional de la empresa acopiadora. Tomada de: Plan Organizacional al 2021.

4.1.2 Producto de análisis (Café orgánico)

Los granos de café cultivados bajo la sombra de otros árboles más altos proporcionan un cultivo de mayor calidad, y el proceso de cultivo tiene como objetivo mejorar la fertilidad del suelo en el proceso. Esto se conoce como "café orgánico" y se produce sin el uso de productos químicos sintéticos.

En Perú, donde se cultiva el café orgánico, las plantas de café están a la sombra de otros árboles, como naranjos, papayas, limoneros, mandarinos y paltas. Además, se proyecta sombra sobre los cafetos tipo Inga que no dan fruto. Las referidas plantaciones de café son ejemplos de

sistemas agroforestales, que brindan beneficios ecológicos y económicos como proteger y conservar la biodiversidad; preservar el suelo, controlar la precipitación y la velocidad y dirección del viento, salvaguardar las áreas de captación de agua, captación de carbono; y producir alimentos al tiempo que se diversifica la producción.

Los estándares internacionales de producción e industrialización rigen el cultivo de café orgánico, y son monitoreados por un sistema de certificación que garantiza un café seguro y libre de químicos para los consumidores.

La agricultura ecológica funciona de acuerdo con un conjunto de principios de producción respetuosos con el medio ambiente: que tienen como objetivo proteger el entorno natural mediante el uso de técnicas que funcionan en forma armónica con la naturaleza y reducen la destrucción innecesaria de los recursos naturales en las regiones tropicales y subtropicales.

4.1.3 Ingeniería de métodos aplicado a los procesos actuales del despulpado del café orgánico

4.1.3.1 Cadena productiva del proceso del café orgánico

El principal producto que comercializa la compañía es el café orgánico. Los granos de café orgánico ofrecen una alternativa saludable al café convencional de bajo costo y es por eso que se ha convertido en una de las opciones más buscadas entre los amantes del café en todo el mundo. Cabe destacar que un grano de café orgánico se cultiva sin usar pesticidas, herbicidas y fertilizantes dañinos. Se refina sin utilizar ningún tipo de proceso químico. El olor y el sabor de la variedad orgánica es superior, ya que crece en las sombras de la selva tropical. Algunos de sus beneficios son: promueve la buena salud, seguridad al medio ambiente, comercio eficaz y regular. En tal sentido, se presenta el siguiente diagrama del proceso productivo del café orgánico.

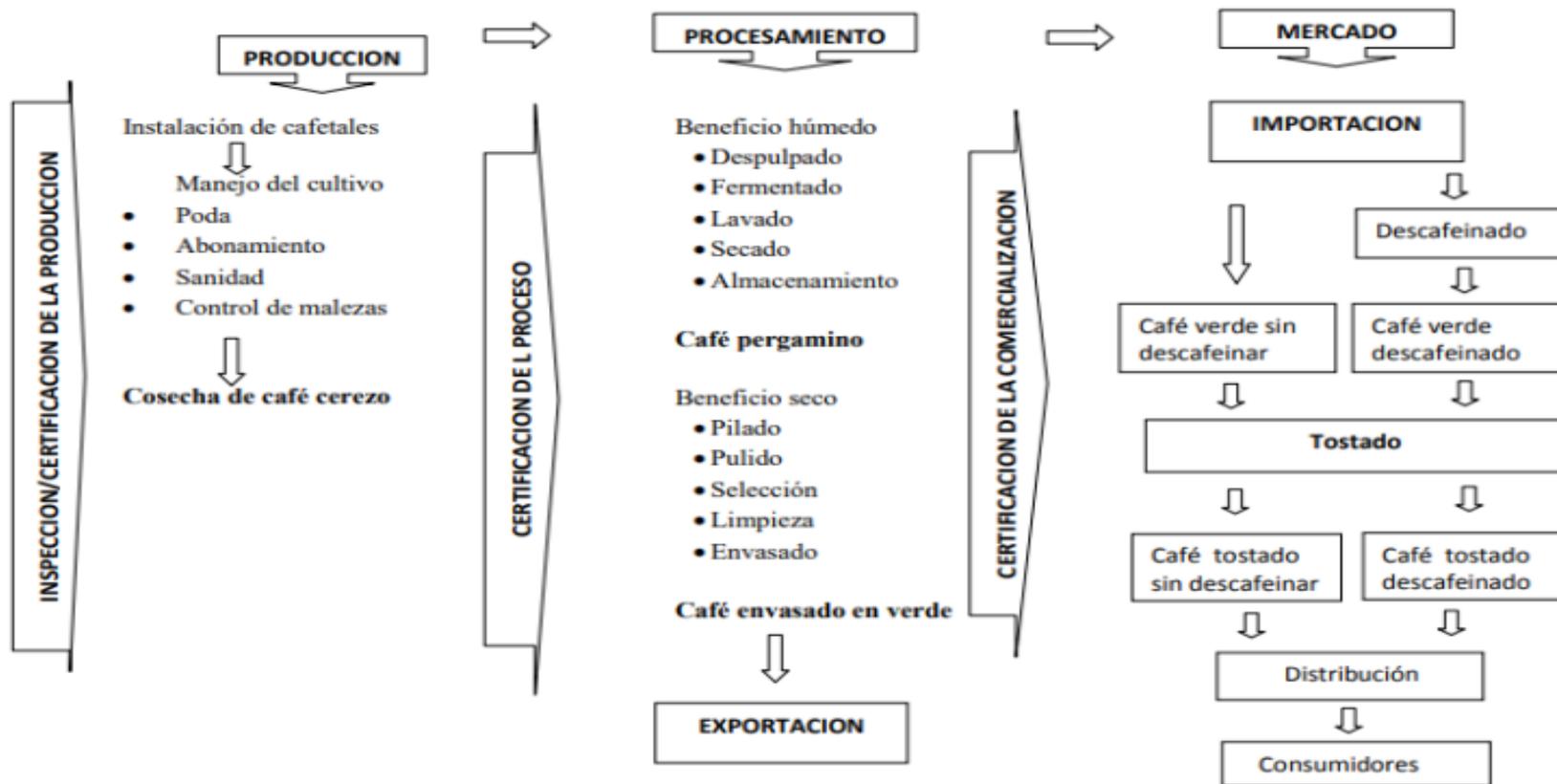


Figura 18. Cadena productiva del café orgánico. Tomada de: Formato productivo organizacional.

4.1.3.2. Caracterización de los procesos operativos

a) Recepción de la cosecha del café

La recepción del café cereza se efectúa, principalmente, desde las 12:00 horas hasta las 17:30 horas durante la temporada de la cosecha; en seguida, se pesa el producto para determinar la cantidad de kilogramos para su pago respectivo al cosechador(a) y almacenaje del café menos de 09 horas promedio. Recolectando toda variedad de granos (verdes, maduros, sobre maduros) en la cosecha. El beneficio del café está en la obtención de los frutos maduros de la planta del café; el flote del café lo realizan en una bandeja con agua para descartar los granos vacíos y algunos objetos como palos y hojas.

b) Despulpado del café

Entre una o dos personas participarán en esta etapa. En la mayoría de las granjas esta tarea la desarrollan el mismo día de la cosecha, la cual se puede hacer una o dos veces diariamente. Algunos productores efectúan el despulpado un día después de la cosecha ya que la producción es baja y se debe acumular hasta obtener el peso requerido para la valoración. En la mayoría de los casos, durante esta fase se deja caer la pulpa al suelo y es recolectada de forma manual, dejando restos de pulpa en el suelo. Asimismo, esta etapa se concreta principalmente utilizando un despulpador manual (basta con empujar el cerezo).

c) Manejo de la pulpa

La pulpa es usada por fabricantes conocidos por ser los mismos propietarios quienes realizan la manipulación y luego la transportan; para esta última tarea se emplean palas y baldes, y uno de los productores cuenta con un almacén temporal. Respecto al manejo de la pulpa, hay diversas zonas para el almacenaje, que fueron construidos en forma de lozas de concreto, algunos cubiertos; sin embargo, en la mayoría la infraestructura implementada es precaria.

d) Lavado y clasificación del café

El lavado del café es realizado por la mayoría de los productores, con agua que proviene de manantiales y quebradas. Esta tarea es efectuada en un canal de recirculación, y algunos solo enjuagan la masa de café en una sola oportunidad, otros productores realizan el lavado dos veces, e incluso hasta tres enjuagues. Algunas productoras realizan el lavado en tanques y hacen hasta cuatro lavados. Una de las fincas lava en el porche y solamente hace el lavado en una sola oportunidad, dando agua por el grifo. Las infraestructuras de producción de café no tratan las aguas residuales de lavado.

4.1.3.3 DOP del café orgánico

La tabla 3 ofrece una visión general del proceso de elaboración del café orgánico, que dura 1309 minutos. Para evaluar la producción de café se utilizan seis procedimientos operativos, que suman un total de 1294 minutos, y una única inspección, que sólo dura 15 minutos. Para asegurarse de que el producto final tiene la cantidad correcta de humedad, el proceso de secado dura 1765 minutos y consta de 4 operaciones operativas que duran 1750 minutos y 1 control que dura 15 minutos.

Tabla 3. Síntesis del Diagrama de operaciones de proceso (DOP) propuesta.

| | Actividad | Cantidad | Tiempo (min) |
|---------|------------------|-----------------|---------------------|
| Etapa 1 | Operación | 6 | 1294 |
| | Inspección | 1 | 15 |
| | Total | 7 | 1309 |
| Etapa 2 | Operación | 4 | 1750 |
| | Inspección | 1 | 15 |
| | Total | 5 | 1765 |

Asimismo, con base a la caracterización del paso anterior, se muestra el diagrama de operaciones del proceso húmedo y seco del café orgánico propuesto (ver figura 19 y 20).

| DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO HÚMEDO (PROPUESTO) | | | |
|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| ORGANIZACIÓN | Empresa acopiadora de café | PÁGINA | 1/1 |
| DEPARTAMENTO | Operaciones de despulpado | FECHA | 15/09/2024 |
| SERVICIO | Despulpado | MÉTODO DE TRABAJO | Método Propuesto |
| DIAGRAMA | DOP | AUTOR | Gozme, Mendoza y Montesinos |

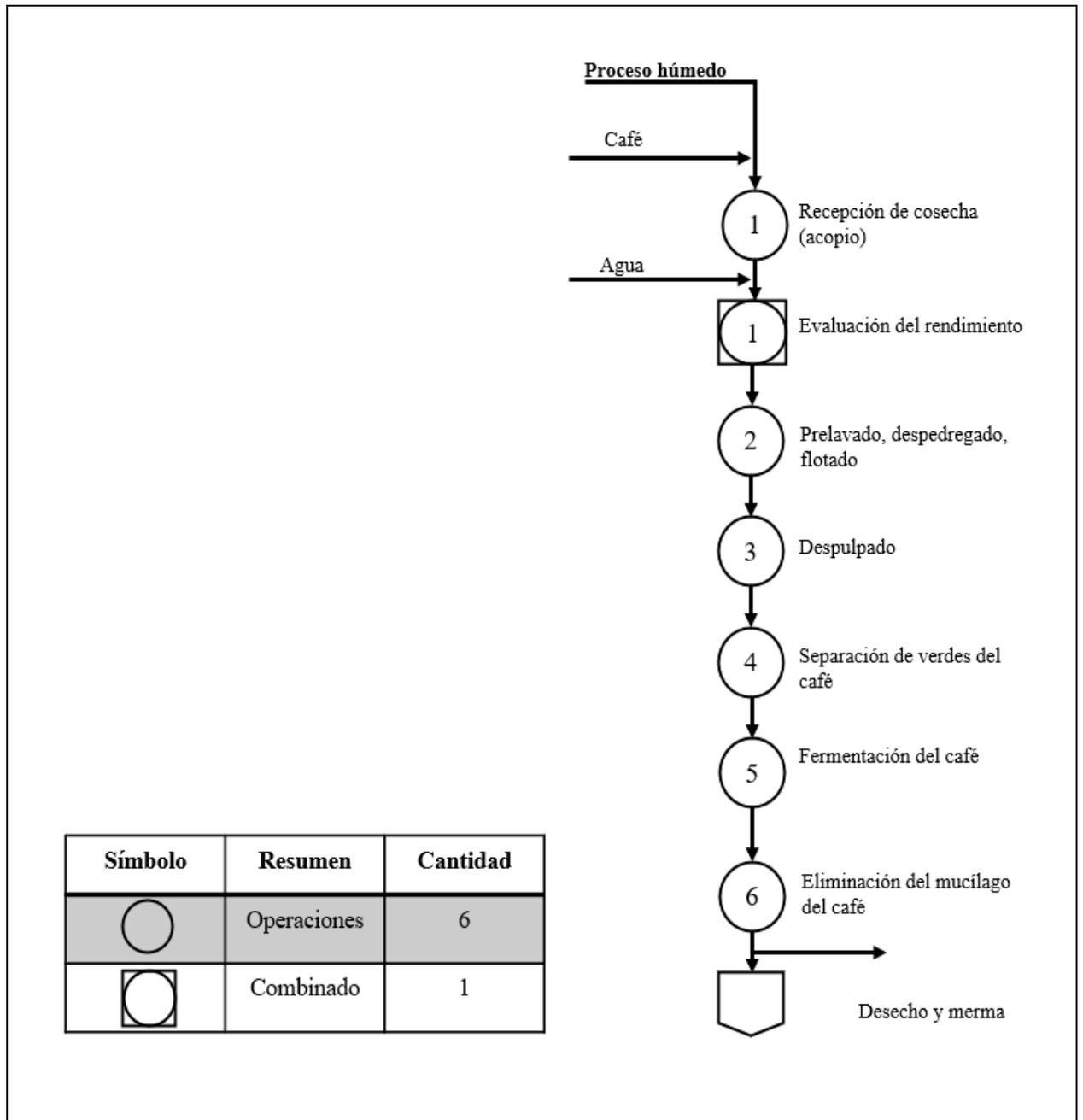


Figura 19. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) (Húmedo) propuesta.

| DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO SECO (PROPUESTO) | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Organización | Empresa acopiadora de café | PAGINA | 1/1 |
| DEPARTAMENTO | Operaciones de producción café seco | FECHA | 15/09/2024 |
| SERVICIO | Café orgánico | METODO DE TRABAJO | Método Propuesto |
| DIAGRAMA | DOP | AUTOR | Gozme, Mendoza y Montesinos |

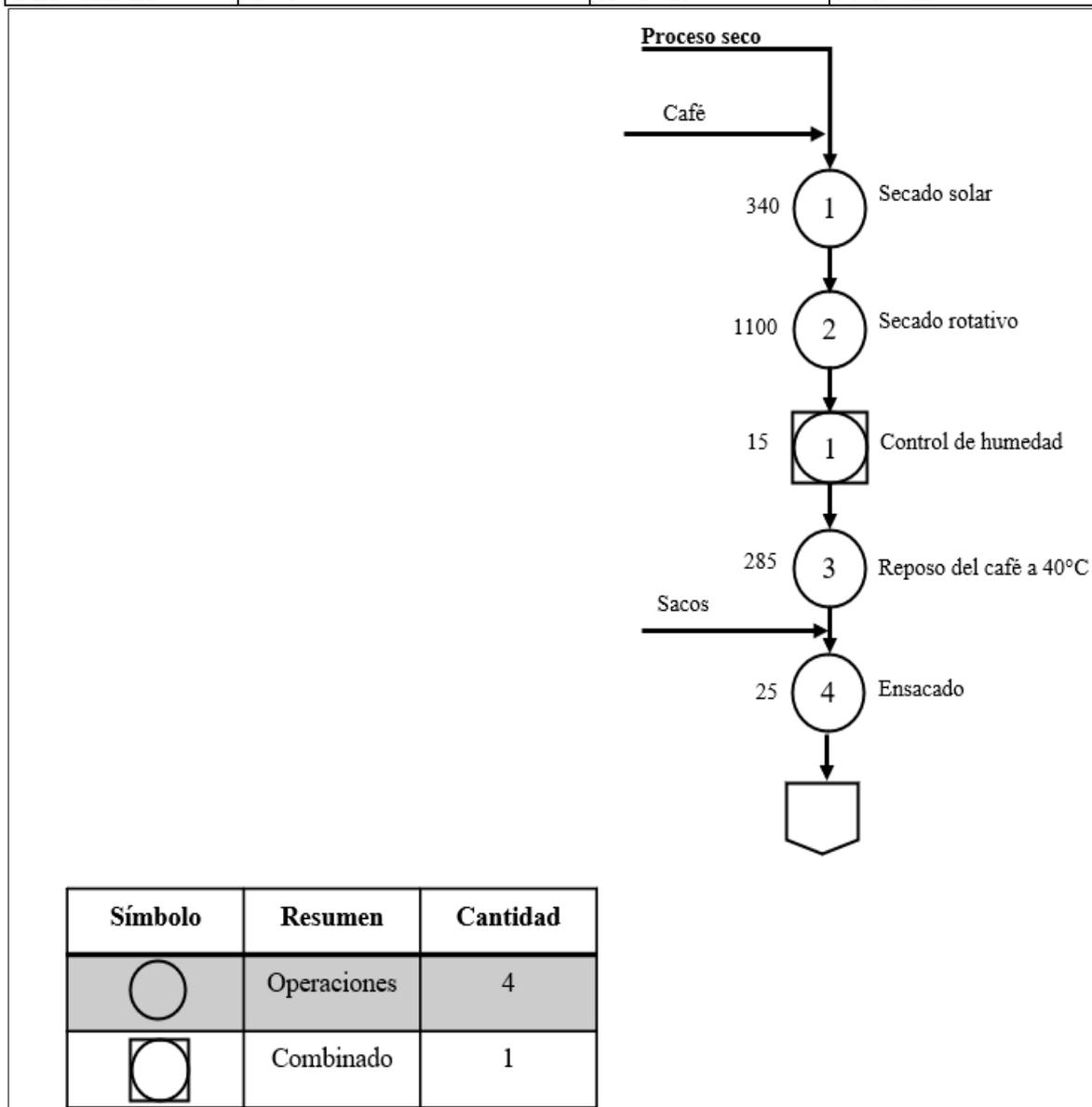


Figura 20. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) (Secado) propuesta.

4.1.4 Diagrama de análisis de proceso (DAP)

Por su lado, los diagramas de análisis de proceso son herramientas más detalladas que permiten desglosar cada una de las etapas identificadas en el DOP. Estos diagramas proporcionan información específica sobre las actividades realizadas en cada etapa, los recursos necesarios, los tiempos de ejecución y cualquier otra variable relevante. Al analizar el proceso de

despulpado a un nivel más granular, se pueden identificar con precisión los puntos críticos donde se genera la mayor cantidad de desechos sólidos y, por lo tanto, la contaminación ambiental.

Durante el desarrollo del diagrama de Análisis de Proceso (DAP) se ha considerado el tiempo necesario para la producción de 2 mil 400 kilogramos de café, a través del proceso húmedo y mil 128 kilogramos de café pergamino lavado, mediante el proceso de secado.

La figura 21 detalla que los tiempos de las operaciones efectuadas para este proceso no evidencian problemas de intervención, sobre todo si se tiene en cuenta que el 51% del proceso, es decir, 725 minutos, es destinado para el funcionamiento de los pozos de fermentación del café, una actividad natural que no puede evitarse ni reducirse sin afectar negativamente a la calidad del producto final.

| Diagrama analítico de procesos DAP (actual) | | | Actividad | | Actual | | | | |
|--|--------------------|--------------|----------------|---|--------------|--------------|---------------|---------------|--|
| | | | Operación | ● | 6 | | | | |
| Empresa: | Acopiadora de Café | | Inspección | ■ | 1 | | | | |
| Proceso | | | Transporte | ➔ | 2 | | | | |
| Operación del proceso húmedo del café orgánico | | | Almacenamiento | ▼ | 0 | | | | |
| | | | Tiempo (min) | | 24 horas | | | | |
| | | | Costo | | S/55 | | | | |
| | | | Mano de obra | | 3 operadores | | | | |
| | | | Total | | 165 | | | | |
| Descripción | Cant. Entrada | Cant. Salida | Símbolo | | | Tiempo (min) | Distancia (m) | Observaciones | |
| Actividad | Kg | Kg | ● | ■ | ➔ | ▼ | | | |
| Recepción de la cosecha (acopio) | 2400 | 2400 | ● | | | | 390 | 6 | |
| Evaluación del rendimiento | 2400 | 2400 | | ● | | | 15 | | |
| Transporte del fruto a procesado | 2400 | 2400 | | | ● | | 55 | 7 | |
| Prelavado, despedregado y flotado | 2400 | 2304 | ● | | | | 40 | 12 | |
| Transporte del fruto flotado | 2304 | 2304 | | | ● | | 55 | 4 | |
| Despulpado | 2304 | 1200 | ● | | | | 45 | 4 | |
| Separación de verdes del café | 1200 | 1176 | ● | | | | 44 | 4 | |
| Fermentación del café | 1176 | 1176 | ● | | | | 725 | 4 | |
| Eliminación del mucilago del café | 1176 | 1128 | ● | | | | 60 | 4 | |
| Total | | | | | | | 1429 | 45 | |

Figura 21. Diagrama de flujo de operaciones (Húmedo) actual.

4.1.5 Cálculo del estudio de movimiento (actual) proceso húmedo del café orgánico

El diagrama analítico del proceso del producto (mostrado en la figura 22) revela un total de nueve actividades, incluidas seis operaciones de producción, una inspección y dos transportes. En la empresa acopiadora, todas las actividades se realizan en 1429 segundos, y se recorre una distancia de 45 metros entre actividades. Para el cálculo del estudio de movimientos se utiliza la siguiente fórmula:

$$MP = \frac{Tm}{Cm} \quad (1)$$

Donde:

MP: movimiento planificado

Tm: tiempo de ejecución de las actividades

Cm: cantidad de movimiento

$$MP = \frac{1429}{9} = 158.77min$$

El tiempo promedio para cada actividad es de 158.77 min por día laboral.

$$\begin{aligned} 9 \text{ actividades} * 158.77min &= 1428.93min \\ &= 23.81 \text{ horas} \end{aligned}$$

La figura 22 muestra la secuencia de pasos que se siguen durante el proceso de secado, y se puede observar que el secador solar representa el 26% del tiempo total necesario (con una duración de 640 minutos); sin embargo, esta situación podría mejorarse implantando un sistema industrial de secado por aire, que reduciría el tiempo de secado a 340 minutos y representaría sólo el 14%; es una opción que se puede implementar, pero se requiere un análisis completo de las operaciones para determinar cuáles serían las ventajas e inversión de la implantación. Además, con la disminución del tiempo en algunos procesos, se puede implementar un plan de trabajo en el recojo de residuos en la línea producción.

| Diagrama analítico de procesos DAP (actual) | | | Actividad | | Actual | | | | |
|---|--------------------|--------------|----------------|---|--------------|---------------|---------------|-----------|--|
| | | | Operación | ● | 4 | | | | |
| Empresa: | Acopiadora de Café | | Inspección | ■ | 1 | | | | |
| Proceso | | | Transporte | ➡ | 3 | | | | |
| Operación del proceso de secado del café orgánico | | | Almacenamiento | ▼ | 2 | | | | |
| | | | Tiempo (min) | | 48 horas | | | | |
| | | | Costo | | S/55 | | | | |
| | | | Mano de obra | | 3 operadores | | | | |
| | | | Total | | 165 | | | | |
| Descripción | Cant. Entrada | Cant. Salida | Símbolo | | Tiempo (min) | Distancia (m) | Observaciones | | |
| Actividad | Kg | Kg | ● | ■ | ➡ | ▼ | | | |
| Secado solar | 1128 | 888 | ● | | | | 640 | 5 | |
| Transporte de estiba | 888 | 888 | | | ● | | 55 | 4 | |
| Secado rotativo | 888 | 480 | ● | | | | 1150 | 5 | |
| Control de humedad | 480 | 480 | | | ● | | 15 | | |
| Reposo del café a 40 °C | 480 | 480 | ● | | | | 285 | 3 | |
| Transporte del café pergamino seco | 480 | 480 | | | | ● | 20 | 4 | |
| Almacenamiento en tolva | 480 | 480 | | | | ● | 30 | 4 | |
| Envasado (sacos) | 480 | 480 | ● | | | | 25 | | |
| Transporte almacén de producto terminado | 480 | 480 | | | | ● | 30 | 10 | |
| Almacenamiento | | | | | | ● | | | |
| Total | | | | | | | 2490 | 37 | |

Figura 22. Diagrama de flujo de operaciones (Secado) actual.

4.1.6 Cálculo del estudio de movimiento (actual) proceso de secado del café orgánico

El diagrama analítico del proceso del producto (mostrado en la figura 22) revela un total de diez actividades, incluidas cuatro operaciones de producción, una inspección tres transportes y dos almacenamientos. En la empresa acopiadora, todas las actividades se realizan en 2490 minutos, y se recorre una distancia de 37 metros entre actividades. Para calcular el estudio de movimiento se utiliza la fórmula 1.

$$MP = \frac{2490}{10} = 249mi$$

El tiempo promedio para cada actividad es de 249 min por día laboral.

$$10 \text{ actividades} * 249min = 2490min$$

$$= 41.5 \text{ horas}$$

DAP del café orgánico

En el desarrollo del diagrama de Análisis de Proceso (DAP) se ha tenido en cuenta el tiempo necesario para producir 2600 kilogramos de café mediante el proceso húmedo y 1222 kilogramos de café pergamino lavado mediante el proceso de secado.

| Diagrama analítico de procesos DAP (propuesto) | | | Actividad | | Actual | | | |
|--|---------------|--------------------|----------------|---|--------|--------------|---------------|---------------|
| | | | Operación | ● | | 6 | | |
| Empresa: | | Acopiadora de Café | Inspección | ■ | | 1 | | |
| Proceso | | | Transporte | ➔ | | 2 | | |
| Operación del proceso húmedo del café orgánico | | | Almacenamiento | ▼ | | 0 | | |
| | | | Tiempo (min) | | | 24 horas | | |
| | | | Costo | | | S/55 | | |
| | | | Mano de obra | | | 3 operadores | | |
| | | | Total | | | 165 | | |
| Descripción | Cant. Entrada | Cant. Salida | Símbolo | | | Tiempo (min) | Distancia (m) | Observaciones |
| Actividad | Kg | Kg | ● | ■ | ➔ | ▼ | | |
| Recepción de la cosecha (acopio) | 1600 | 2600 | ● | | | | 390 | 6 |
| Evaluación del rendimiento | 2600 | 2600 | ● | | | | 15 | |
| Transporte del fruto a procesado | 2600 | 2600 | | | ● | | 45 | 7 |
| Prelavado, despedregado y flotado | 2600 | 2496 | ● | | | | 40 | 12 |
| Transporte del fruto flotado | 2496 | 2496 | | | ● | | 55 | 4 |
| Despulpado | 2496 | 1300 | ● | | | | 35 | 4 |
| Separación de verdes del café | 1300 | 1274 | ● | | | | 44 | 4 |
| Fermentación del café | 1274 | 1274 | ● | | | | 725 | 4 |
| Eliminación del mucilago del café | 1274 | 1222 | ● | | | | 60 | 4 |
| Total | | | | | | 1409 | 45 | |

Figura 23. Diagrama de flujo de operaciones (Húmedo) propuesta.

La figura 23 demuestra que no hay problemas de intervención en los tiempos de las operaciones previstas para este proceso, sobre todo si se tiene en cuenta que el 51% del proceso, es decir, 725 minutos, se dedica al funcionamiento de los pozos de fermentación del café, una actividad natural que no puede evitarse ni reducirse sin comprometer la calidad del producto final.

| Diagrama analítico de procesos DAP (actual) | | | Actividad | | Actual | | | | |
|---|--------------------|--------------|----------------|---|--------------|---|--------------|---------------|---------------|
| | | | Operación | ● | | 4 | | | |
| Empresa: | Acopiadora de Café | | Inspección | ■ | | 1 | | | |
| Proceso | | | Transporte | ➔ | | 3 | | | |
| Operación del proceso de secado del café orgánico | | | Almacenamiento | ▼ | | 2 | | | |
| | | | Tiempo (min) | | 48 horas | | | | |
| | | | Costo | | S/55 | | | | |
| | | | Mano de obra | | 3 operadores | | | | |
| | | | Total | | 165 | | | | |
| Descripción | Cant. Entrada | Cant. Salida | Símbolo | | | | Tiempo (min) | Distancia (m) | Observaciones |
| Actividad | Kg | Kg | ● | ■ | ➔ | ▼ | | | |
| Secado solar | 1200 | 962 | ● | | | | 340 | 5 | |
| Transporte de estiba | 962 | 962 | | | ➔ | | 55 | 4 | |
| Secado rotativo | 962 | 520 | ● | | | | 1100 | 5 | |
| Control de humedad | 520 | 520 | | | | | 15 | | |
| Reposo del café a 40 °C | 520 | 520 | ● | | | | 285 | 3 | |
| Transporte del café pergamino seco | 520 | 520 | | | ➔ | | 20 | 4 | |
| Almacenamiento en tolva | 520 | 520 | | | | ▼ | 30 | 4 | |
| Envasado (sacos) | 520 | 520 | ● | | | | 25 | | |
| Transporte almacén de producto terminado | 520 | 520 | | | ➔ | | 30 | 10 | |
| Almacenamiento | | | | | | ▼ | 240 | 2 | |
| Total | | | | | | | 2490 | 37 | |

Figura 24. Diagrama de flujo de operaciones (Secado) propuesta.

La figura 24 muestra la secuencia de pasos que se siguen durante el proceso de secado, y se puede observar que el secador solar representa el 14% del tiempo total necesario (con una duración de 340 minutos). Además, con la disminución del tiempo en algunos procesos, se puede implementar un plan de trabajo en el recojo de residuos en la línea de producción.

4.1.7 Cálculo del estudio de movimiento (propuesto) proceso húmedo y de secado del café orgánico

El diagrama analítico del proceso del producto húmedo y seco (mostrado en las figuras 24 y 25) revela un total de nueve y diez actividades respectivamente. El proceso húmedo incluye seis operaciones de producción, una inspección y dos transportes, con una duración de 1409 minutos. Mientras que el proceso de secado revela un total de diez actividades, incluidas cuatro operaciones de producción, una inspección tres transportes y dos almacenamientos, durando 2140 minutos. Para el cálculo del estudio de movimientos se utiliza la fórmula 1, obteniéndose los resultados de la tabla 4.

Tabla 4. Estudio de movimiento y tiempo (propuesta).

| Proceso | TM | CM | MP (min) | Tiempo (h) |
|---------|------|----|----------|------------|
| Húmedo | 1409 | 9 | 156.6 | 23.48 |
| Secado | 2140 | 10 | 214 | 35.67 |

Para el proceso húmedo se invierte, en promedio, 156.6 min por día, lo que representa un total de 23.81 horas. Asimismo, la media del tiempo para el proceso de secado es de 214 min por jornada, lo que equivale a 35.67 horas.

Además, tanto los DOP como los DAP han facilitado la identificación de posibles soluciones para minimizar la contaminación ambiental. Una vez que se han señalado los puntos críticos y las áreas de ineficiencia, se pueden proponer y evaluar diferentes estrategias para optimizar el proceso de despulpado. Esto puede incluir la implementación de tecnologías más limpias y eficientes, la revisión de los métodos de manipulación de la materia prima y la optimización de los flujos de trabajo.

En conclusión, los diagramas de operaciones de proceso y diagramas de análisis de proceso son herramientas indispensables en el estudio. Dado que estos proporcionan una visión clara y detallada del proceso de despulpado, permitiendo identificar áreas de mejora y proponer soluciones efectivas, de esa manera, se reduzca la contaminación en el ambiente relacionada con los desechos sólidos del café orgánico.

4.1.8 Cálculo de indicadores de producción del café orgánico

4.1.8.1 Indicadores de producción

El número de producción no puede determinarse sin tener en cuenta antes la duración media del ciclo de cada procedimiento, como se indica en las tablas 4 y 5.

Tabla 5. Cálculo del tiempo para el proceso húmedo (actual).

| Etapas | Actividades o procesos | Tiempo Promedio (min) | Operadores |
|---------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | Recepción de la cosecha (acopio) | 390 | 2 Operadores + estiba |
| | Transporte del fruto a procesamiento | 55 | 2 Operadores |
| | Prelavado, despedregado y flotado | 40 | 2 Operadores |
| Etapa-1 | Transporte del fruto flotado | 55 | 2 Operadores |
| | Despulpado | 45 | 2 Operadores |
| | Separación de verdes del café | 44 | 3 Operadores |
| | Pozos de fermentación del café | 725 | 1 Operador |
| | Eliminación del mucílago del café | 60 | 3 Operadores + estiba |
| | Tiempo total | 1414 min 23.56 h | |

La producción para el proceso húmedo actual se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (2)$$

$$P = \frac{24 \text{ h}}{23.56 \text{ h/lotas}} = 1.02 \frac{\text{lotas}}{\text{día}} \cong 1 \text{ lote/día}$$

La producción mensual de café fruto se determinó utilizando un rendimiento medio diario por lote de 2400 Kg/día, lo que equivale a 2352.9 Kg/lote.

$$Pr = 1.02 \text{ lotas/día} * 30 \text{ días/mes} * 2352.9 \text{ Kg/lote}$$

$$Pr = 71998.74 \text{ Kg/lote} = 719.99 \text{ qq/mes}$$

Con relación al cálculo de la producción en el proceso de secado, en la tabla 6 se observan el tiempo actual según las actividades de la etapa-2.

Tabla 6. Cálculo del tiempo para el proceso de secado (actual).

| Etapas | Actividades o procesos | Tiempo | |
|---------------------|--|-----------------|-----------------------|
| | | Promedio (min) | Operadores |
| | Secador solar | 640 | 1 Operador |
| | Transporte de estiba | 55 | Estiba |
| | Secador rotativo | 1150 | 2 Operadores |
| | Reposo del café a 40°C | 285 | 2 Operadores |
| Etapa-2 | Transporte de café pergamino seco | 20 | 2 Operadores |
| | Almacenamiento en tolva | 30 | 2 Operadores |
| | Envasado (sacos) | 25 | 3 Operadores |
| | Transporte almacén de producto terminado | 30 | 2 Operadores + estiba |
| | Almacenado | 240 | 3 Operadores |
| Tiempo total | | 2475 min | |
| | | 41.25 h | |

La producción para el proceso de secado actual se calculó utilizando la fórmula 2.

$$P = \frac{24 \text{ h}}{41.25 \text{ h/lotos}} = 0.58 \frac{\text{lotos}}{\text{día}} \cong 1 \text{ lote/día}$$

La producción mensual de café seco se determinó utilizando un rendimiento medio diario por lote de 480 Kg/día, lo que equivale a 827 Kg/lote.

$$Pr = 0.58 \text{ lotos/día} * 30 \text{ días/mes} * 827 \text{ Kg/lote}$$

$$Pr = 14389.8 \text{ Kg/lote} = 143.89 \text{ qq/mes}$$

Por otra parte, para calcular la productividad en función de los operadores se utilizó la fórmula 3.

$$\text{Productividad (Mano de obra)} = \frac{\text{Producción}}{N^{\circ} \text{ Operadores}} \quad (3)$$

$$\text{Productividad (Mano de obra)} = \frac{143.89 \text{ qq/mes}}{3 \text{ Operadores/mes}} = 47.96 \text{ qq/operador} * \text{mes}$$

En cuanto a la productividad de la mano de obra (tres operadores) del café orgánico actual, se tuvo un valor de 47.96 quintales por mes.

4.1.9.2 Indicadores de producción propuestos

Con el fin de calcular el tiempo para la producción durante el proceso húmedo, en la tabla 7 se observan el tiempo actual según las actividades de la etapa-1.

Tabla 7. Cálculo del tiempo para el proceso húmedo (propuesta).

| Etapas | Actividades o procesos | Tiempo | |
|---------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| | | Promedio (min) | Operadores |
| Etapa-1 | Recepción de la cosecha (acopio) | 390 | 2 Operadores + estiba |
| | Transporte del fruto a procesamiento | 45 | 2 Operadores |
| | Prelavado, despedregado y flotado | 40 | 2 Operadores |
| | Transporte del fruto flotado | 55 | 2 Operadores |
| | Despulpado | 35 | 2 Operadores |
| | Separación de verdes del café | 44 | 3 Operadores |
| | Pozos de fermentación del café | 725 | 1 Operador |
| | Eliminación del mucílago del café | 60 | 3 Operadores + estiba |
| Tiempo total | | 1394 min | |
| | | 23.23 h | |

Utilizando la fórmula 2, se calculó la producción para el proceso húmedo de la propuesta.

$$P = \frac{24 \text{ h}}{23.23 \text{ h/lotos}} = 1.03 \frac{\text{lotos}}{\text{día}} \cong 1 \text{ lote/día}$$

Se señala que la producción alcanza los 1.03 lotes diarios, lo que implica que se supera ligeramente la producción de un lote por día en promedio. Esta cifra puede cambiar según aspectos como la eficacia en la producción, el volumen de los lotes, la operatividad de la maquinaria, entre otros factores.

La producción mensual de café húmedo se determinó utilizando un rendimiento medio diario por lote de 2600 Kg/día, lo que equivale a 2524.3 Kg/lote.

$$Pr = 1.03 \text{ lotes/día} * 30 \text{ días/mes} * 2524.3 \text{ Kg/lote}$$

$$Pr = 78000.87 \text{ Kg/lote} = 780.0 \text{ qq/mes}$$

La cantidad de café húmedo producido cada mes es de 780 quintales, lo que equivale a un total de 35,880 kg de café húmedo. Esto se deduce al saber que un quintal es igual a 46 kg.

En cuanto a la producción en el proceso de secado, en la tabla 8 se observan el tiempo actual según las actividades de la etapa-2.

Tabla 8. Cálculo del tiempo para el proceso de secado (propuesta).

| Etapas | Actividades o procesos | Tiempo | |
|---------------------|--|-------------------|-----------------------|
| | | Promedio (min) | Operadores |
| Etapa-2 | Secador solar | 340 | 1 Operador |
| | Transporte de estiba | 55 | Estiba |
| | Secador rotativo | 1100 | 2 Operadores |
| | Reposo del café a 40°C | 285 | 2 Operadores |
| | Transporte de café pergamino seco | 20 | 2 Operadores |
| | Almacenamiento en tolva | 30 | 2 Operadores |
| | Envasado (sacos) | 25 | 3 Operadores |
| | Transporte almacén de producto terminado | 30 | 2 Operadores + estiba |
| | Almacenado | 240 | 3 Operadores |
| Tiempo total | | 2125 min | |
| | | 35.41 h | |

En la producción para el proceso de secado de la propuesta se obtuvo el siguiente resultado:

$$P = \frac{24 \text{ h}}{35.41 \text{ h/lotas}} = 0.68 \text{ lotes/día}$$

La producción mensual de café seco se determinó utilizando un rendimiento medio diario por lote de 520 Kg/día, lo que equivale a 764.7 Kg/lote.

$$Pr = 0.88 \text{ lotes/día} * 30 \text{ días/mes} * 764.7 \text{ Kg/lote}$$

$$Pr = 15585.6 \text{ Kg/lote} = 155.86 \text{ qq/mes}$$

Aunado a ello, la productividad en función de los operadores dio como resultado:

$$\begin{aligned} \text{Productividad (Mano de obra)} &= \frac{155.86 \text{ qq/mes}}{3 \text{ Operadores/mes}} \\ &= 51.95 \text{ qq/operador} * \text{mes} \end{aligned}$$

El resultado demuestra que la productividad de mano de obra está medida en términos de la cantidad de café húmedo producido por mes, es decir, 780 quintales o 35,880 kg de café

húmedo. Por lo tanto, la productividad de mano de obra se está calculando en función de la cantidad de producto generado en un periodo de tiempo determinado por el personal que trabaja en la producción de café.

La productividad de la mano de obra (tres operadores) del café orgánico en la propuesta, fue de 51.95 quintales por mes.

4.1.9 Eficacia, eficiencia y efectividad del proceso de café orgánico (actual)

La tabla 9 muestra que, en términos de producción de café orgánico (actual) en la empresa acopiadora en un solo mes, la eficacia fue de 83,3%; lo cual significa que el 83% de los objetivos previstos para el mes se cumplieron realmente. Por su parte, la eficiencia de la empresa en ese mismo mes fue del 90,9%, evidenciando que fueron usados de manera racional el 91% de los recursos para alcanzar la producción planificada.

Tabla 9. Cálculo de eficacia y eficiencia del proceso de café orgánico (actual).

| Eficacia | Mes | Eficacia del mes | % |
|------------------------|------------|---------------------------|----------|
| Recursos planificados | 5755.2 Kg | 0.83333333 | 83.3 |
| Recursos empleados | 4796.0 Kg | | |
| Eficiencia | Mes | Eficiencia del mes | % |
| Producción alcanzada | 14389.8 | 0.90909091 | 90.9 |
| Producción planificada | 15828.78 | | |

Para calcular la efectividad se utilizó la fórmula 4. Como se observa en la empresa en el mes evaluado, se obtuvo una efectividad del 76%.

$$Efectividad = Eficiencia * Eficacia \quad (4)$$

$$Efectividad (actual) = 76\%$$

Se está logrando el 76% de los resultados esperados o deseados en el proceso de producción de café orgánico. La información podría ser medida a través de indicadores como: la cantidad de café producido, la calidad del producto, el costo de producción, entre otros. Una efectividad del 76% sugiere que hay margen de mejora en el proceso para alcanzar un nivel más alto de eficiencia y resultados satisfactorios.

4.1.10 Eficacia, eficiencia y efectividad del proceso de café orgánico (propuesta)

Como se observa en la tabla 10, la producción de café orgánico (propuesta) en la empresa acopiadora durante un mes tuvo una eficacia de 87%. Esto significa que el 87% de las metas propuestas para el mes se cumplieron realmente. Por otra parte, la eficiencia de la empresa en organización en el mismo mes fue del 95.2%, lo que representa que se usaron racionalmente el 95% de los recursos para alcanzar la producción planificada.

Tabla 10. Cálculo de eficacia y eficiencia del proceso de café orgánico (propuesta).

| Eficacia | Mes | Eficacia del mes | % |
|------------------------|------------|---------------------------|----------|
| Recursos planificados | 5974.25 Kg | 0.86956522 | 87.0 |
| Recursos empleados | 5195.0 Kg | | |
| Eficiencia | Mes | Eficiencia del mes | % |
| Producción alcanzada | 15585.6 | 0.95238095 | 95.2 |
| Producción planificada | 16364.88 | | |

Además, la efectividad alcanzada fue de 83%.

$$\text{Efectividad (propuesta)} = 83\%$$

El análisis evidencia que, de todas las etapas del proceso de café orgánico, el 83% de ellas se realizan de manera efectiva; es decir, se está logrando alcanzar el objetivo de producción con éxito en la mayoría de las etapas del proceso logrando 7 % más que el actual.

a) Comparación de eficacia, eficiencia y efectividad del proceso de café orgánico

A continuación, en la tabla 11 se detalla la variación de los indicadores de la producción actual y de la propuesta del café orgánico, en cuanto a la eficacia se tiene un 3.7% de variación y la eficiencia varía un 4.3%. La efectividad obtenida se incrementó un 7%, luego de la mejora (reducción de tiempo) en la cadena de producción del café orgánico.

Tabla 11. Comparación indicadores de producción.

| Indicador | Actual | Propuesta | Variación |
|------------------|---------------|------------------|------------------|
| Eficacia | 83.3% | 87.0% | 3.7% |
| Eficiencia | 90.9% | 95.2% | 4.3% |
| Efectividad | 76% | 83% | 7% |

La interpretación de estos porcentajes es la siguiente:

- En cuanto a la eficacia, se ha logrado un aumento del 3.7%, alcanzando una efectividad del 83.3% en la consecución de los objetivos planteados.
- En lo que se refiere a la eficiencia, se ha observado un aumento del 4.3%, logrando un nivel del 90.9% en la utilización de los recursos para la realización de las tareas.
- En relación con la efectividad, se ha experimentado un crecimiento del 7%, alcanzando un nivel del 76% en la capacidad de lograr los resultados deseados.

4.1.11 Identificación de problemas

El problema principal es la contaminación del medio ambiente circundante provocada por los residuos sólidos del despulpado producidos por la producción de café orgánico en la empresa acopiadora. Se realizó un análisis de Ishikawa para determinar los aspectos más resaltantes del problema.

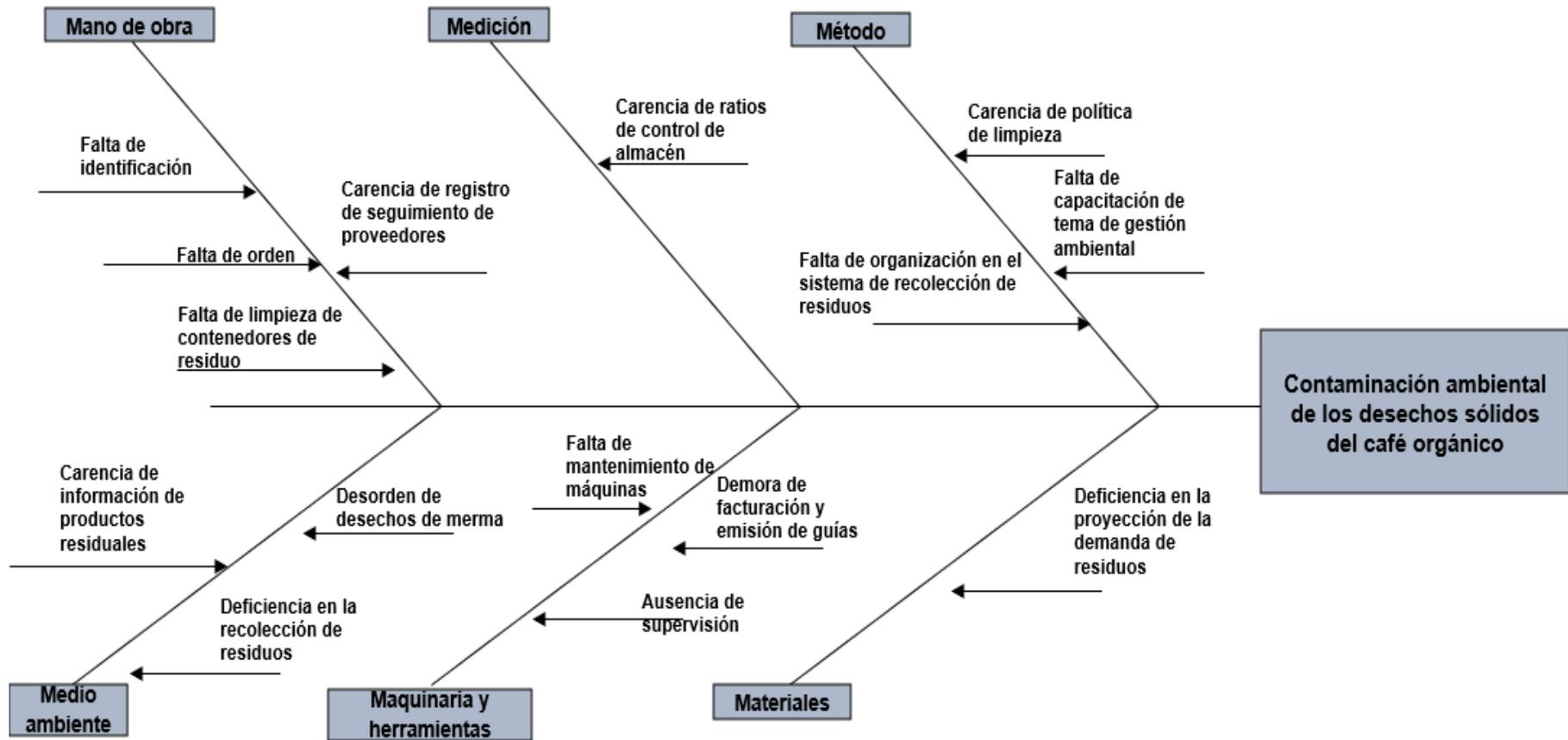


Figura 25. Diagrama de Ishikawa de los desechos sólidos del café orgánico.

En la figura 25 se muestra la causa raíz del problema de contaminación ambiental por los desechos sólidos del café orgánico en la empresa acopiadora. De aquí que, en la primera variable “Mano de obra”, se puede apreciar que las causas raíz convergen en la falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos. En la segunda variable “Procesos”, las causas raíz se encuentran asociadas a la falta de capacitación en temas de gestión ambiental y falta de organización en el sistema de recolección de residuos. En la tercera variable “Ambiente”, las causas raíz corresponden a la deficiencia en la tarea de recolectar los residuos y el desorden de desechos, así como las mermas. Finalmente, en la cuarta variable “Máquina”, las causas raíz finales destacan la ausencia de supervisión y la falta de mantenimiento a las máquinas.

Por otro lado, utilizando un diagrama de Ishikawa, se pudo identificar las principales causas raíz que contribuyen en la generación de la contaminación ambiental en la empresa acopiadora de café, tal y, como se observa en la figura anterior, luego de un análisis de la situación de la organización, se lograron identificar y priorizar aquellas las causas raíz más críticas que influyen en el problema. La tabla 12 revela los datos hallados:

Tabla 12. Análisis de causa raíz.

| Causa raíz | Descripción | Frecuencia de priorización | % | Frecuencia acumulada | % acumulado |
|-------------------|---|-----------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------|
| Cr-1 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 16 | 20.78% | 16 | 20.78% |
| Cr-4 | Desorden de desechos y mermas | 15 | 19.48% | 31 | 40.26% |
| Cr-5 | Deficiencia en la recolección de residuos | 14 | 18.18% | 45 | 58.44% |
| Cr-2 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 13 | 16.88% | 58 | 75.32% |
| Cr-3 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 8 | 10.39% | 66 | 85.71% |
| Cr-6 | Ausencia de supervisión | 7 | 9.09% | 73 | 94.81% |
| Cr-7 | Falta de mantenimiento a las máquinas | 4 | 5.19% | 77 | 100.00% |
| TOTAL | | 77 | 100.00% | | |

La interpretación de los resultados obtenidos en el estudio revela que la falta de identificación, orden y limpieza de los contenedores de residuos son los principales problemas detectados, con un porcentaje del 20.78%. Esto indica una necesidad urgente de mejorar la gestión de los contenedores de desechos para garantizar un adecuado manejo de estos.

Otro aspecto destacado es el desorden de desechos y mermas, que representa el 19.48% de las respuestas. Esta situación refleja la importancia de implementar medidas para mejorar la separación y disposición de los desechos, con el fin de minimizar las pérdidas y maximizar la eficiencia en el manejo de residuos.

Asimismo, la deficiencia en la recolección de residuos y la falta de organización en el sistema de recolección de residuos son señaladas como problemas relevantes, con un porcentaje del 18.18% y 16.88%, respectivamente. Estos hallazgos resaltan la necesidad de fortalecer los procesos de recolección y gestión de residuos para asegurar un adecuado tratamiento y disposición final.

Por otro lado, la falta de capacitación en temas de gestión ambiental y la ausencia de supervisión son aspectos que requieren atención, con un 10.39% y 9.09% de respuestas, respectivamente. Los resultados indican la importancia de brindar formación y supervisar las actividades relacionadas con la gestión de residuos para garantizar un manejo adecuado y sostenible.

Finalmente, la falta de mantenimiento a las máquinas se identifica como un problema menos frecuente, pero no menos importante, con un porcentaje del 5.19%. Esto subraya la necesidad de realizar un adecuado mantenimiento a los equipos utilizados en el manejo de residuos, a fin de garantizar su correcta operación, así como extender su vida útil.

En resumen, los resultados del estudio ponen de manifiesto la importancia de abordar de manera integral los diferentes aspectos relacionados con la gestión de residuos, desde la identificación y orden de los contenedores hasta la capacitación del personal y el mantenimiento de equipos, con el objetivo de promover un manejo eficiente y sostenible de los residuos.

Asimismo, el mayor porcentaje obtenido en el cálculo fue de 20.78%, revelando que la organización acopiadora de café no cuenta con un sistema de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos. Los problemas más comunes y sus causas raíz en la empresa fueron mostrados en la tabla precedente, junto con la frecuencia de priorización y el porcentaje de ocurrencia.

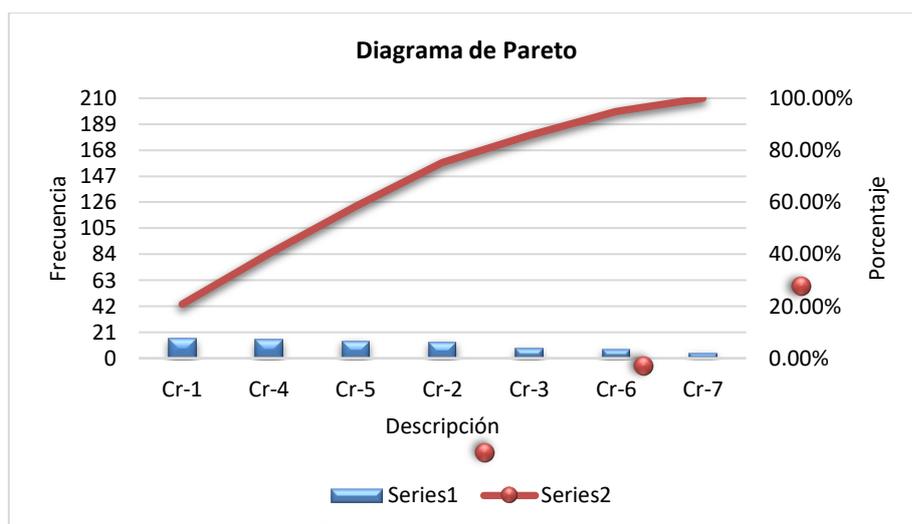


Figura 26. Diagrama de Pareto de la contaminación ambiental en la empresa acopiadora.

A partir de la información recolectada en la tabla 12, se aplicó la Ley de Pareto de la división 80/20 para jerarquizar los inconvenientes subyacentes que explican que el 80% del problema de la contaminación en el ambiente por los desechos sólidos del café orgánico (véase figura 25). Esta técnica permite establecer que el 80% de la problemática es provocada por las cuatro primeras causas críticas. Cabe destacar que el diagrama de Pareto establece que en la figura 26, las categorías desde Cr-1 a Cr-7 pertenecen a cada problema evidenciado en la tabla 12 donde aparece su debida descripción.

Tabla 13. Priorización de causa raíz.

| Causa raíz | Descripción | Frecuencia de priorización | % | Frecuencia acumulada | % acumulado |
|------------|---|----------------------------|--------|----------------------|-------------|
| Cr-1 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 16 | 20.78% | 16 | 20.78% |
| Cr-4 | Desorden de desechos y mermas | 15 | 19.48% | 31 | 40.26% |
| Cr-5 | Deficiencia en la recolección de residuos | 14 | 18.18% | 45 | 58.44% |
| Cr-2 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 13 | 16.88% | 58 | 75.32% |

Según los resultados, el 20.78% de los encuestados considera que la falta de identificación, orden y limpieza de los contenedores de residuos es el principal problema. En segundo lugar, un 19.48% menciona el desorden de desechos y mermas, seguido de la deficiencia en la recolección de residuos con un 18.18%. Asimismo, el 16.88% de los encuestados señala la

ausencia de organización en el sistema de recolección de residuos como un problema importante. Por lo tanto, parece necesario mejorar la gestión de residuos en la organización, centrándose en la identificación, orden, limpieza, recolección y organización del sistema.

En la tabla 13 se muestra que las causas raíz de la problemática con la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en la organización son: falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos, desorden de desechos y mermas, deficiencia en la recolección de residuos y falta de organización en el sistema de recolección de residuos, los cuales deben ser prioridad para dar solución.

4.1.12 Aplicación de la Matriz Leopold

Se analizó los efectos de la organización acopiadora de café, que opera en la región Puno, sobre el ambiente y se desarrolló la Matriz de Leopold para ayudar a cuantificar el alcance del daño ambiental causado por los residuos sólidos del café orgánico. Con la ayuda de las plantillas proporcionadas en el anexo 2, se realizó un análisis de métodos mixtos para observar, registrar y calcular el impacto ambiental.

Las consecuencias ambientales identificadas y cuantificadas de la organización Puno se muestran en la tabla 14. Como se puede observar, la etapa de "Despulpado" en el medio físico, específicamente el factor suelo en cuanto a residuos sólidos, presenta el mayor nivel de contaminación con mayor impacto, causando mayor alarma, y motivando a proporcionar un método que sea el más adecuado para mitigar dicha contaminación.

El nivel de contaminación se estimó utilizando una escala de valoración, que implicó un cálculo basado en los datos recogidos y los resultados de las observaciones (anexo 3). Por lo tanto, luego de desarrollar la importancia de la escala de valoración del medio ambiente en la fórmula, se procedió a mostrar los puntajes de las fases y factores, describiendo las operaciones del procesamiento de café orgánico en la empresa que obtuvieron los puntajes más negativos.

Como puede observarse en la tabla 14, la fase de "Despulpado", en la que se separa la cascarilla y la pulpa mediante una máquina despulpadora, recibió la mayor puntuación negativa (-52). Debido a que la máquina salpica los residuos, los caficultores no han tenido mucho cuidado con los residuos y, una vez finalizada la actividad, se tiran todos los restos del despulpado. Además, después de varios días, los residuos se recogen en sacos y se dejan en una zona por la que pasan los trabajadores o se esparcen alrededor de la planta, lo que provoca la contaminación del medio ambiente y hace que se pierda la oportunidad de utilizar los residuos de forma regenerativa y ecológica.

En síntesis, la identificación de la etapa más problemática plantea preocupaciones, pero también presenta una oportunidad para beneficiarse de los residuos sólidos, en primer lugar, mediante la reducción de los daños al medio ambiente y, en segundo lugar, mediante la reutilización de los residuos orgánicos para mejorar los resultados de la organización.

Tabla 14. Matriz de impactos ambientales en la empresa acopiadora.

| MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|------------|-----------------------------------|----------|----------|--------------------|-----------------------|------------|------|
| Factores | Acciones | Acciones y procesos del café impactantes | | | | | | | Total | |
| | | Etapas después de la cosecha | | | | | | | | |
| | | Recolección | Despulpado | Lavado y Fermentado de los granos | Secado | Trilla | Tostado y Envasado | Empacado y Transporte | | |
| Medio Físico | Atmósfera | Calidad del aire | | | | | | | | |
| | | Generación de gas | | | | | | | | |
| | | Ruido | | -27 | | | -23 | -22 | | -72 |
| | Agua | Polvo | | -23 | | | -24 | -24 | -18 | -89 |
| | | Calidad | | | -25 | | | | | -25 |
| | Suelo | Residuos sólidos | -24 | -52 | | -25 | | | -24 | -125 |
| | Flora | Cubierta vegetal | | | | | | | | |
| Fauna | Migración | | | | | | | | | |
| Medio socioeconómico | Percepción | Vista y paisaje | | | | | | | | |
| | Infraestructura | Disponibilidad del área | | | | | | | | |
| | | Accesibilidad | | | | | | | | |
| | Humanos | Tráfico pesado | | | | | | | | |
| | | Seguridad | | | | | | | | |
| | Economía y población | Salud | | -34 | | | -25 | -24 | -20 | -103 |
| | | Empleo estacional | 19 | | | | | | | 19 |
| Empleo fijo | | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 120 | |
| | Ingresos económicos | | | | | | | | | |
| N° de Impactos positivos | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| N° de Impactos negativos | | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | | |
| TOTAL | | 2 | 5 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 553 | |

La puntuación en una matriz de identificación de impactos ambientales indica el nivel de impacto ambiental que genera cada etapa del proceso. En este caso, una puntuación de 4 significa que la etapa de recolección tiene un impacto moderado en el medio ambiente, mientras que una puntuación de 5 indica que las etapas de despulpado, lavado y fermentado de los granos tienen un impacto significativo. Las puntuaciones de 2 en secado y trilla sugieren un impacto bajo, mientras que las puntuaciones de 4 en tostado y envasado, empacado y transporte indican un impacto moderado. En total, la puntuación de $5+5+3+3+4+4=24$ sugiere un impacto ambiental alto en el proceso en su conjunto.

Tabla 15. Cuadro resumen.

| Acciones | Total |
|-----------------------------------|--------------|
| Recolección | 2 |
| Despulpado | 5 |
| Lavado y fermentado de los granos | 2 |
| Secado | 2 |
| Trilla | 4 |
| Tostado y envasado | 4 |
| Empacado y transporte | 4 |
| Total | 553 |

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta aplicada a los empleados de la organización en referencia a la producción del café orgánico y sus prácticas con respecto a los residuos sólidos de café y el efecto ambiental. El análisis estadístico descriptivo se realizó por medio de la partición de bloques de 5 preguntas, con la finalidad de evidenciar de forma detallada las respuestas de los trabajadores participantes.

Tabla 16. Resultados del cuestionario a los trabajadores.

| | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | | P5 | | P6 | | P7 | | P8 | | P9 | | P10 | |
|---------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| | F | % | F | % | F | % | F | % | F | % | F | % | F | % | F | % | F | % | F | % |
| No | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 |
| Indeciso | 3 | 15 | 0 | 0 | 5 | 25 | 5 | 25 | 0 | 0 | 6 | 30 | 5 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 45 |
| Probablemente | 6 | 30 | 0 | 0 | 11 | 55 | 13 | 65 | 7 | 35 | 12 | 60 | 11 | 55 | 2 | 10 | 0 | 0 | 9 | 45 |
| Si | 11 | 55 | 20 | 100 | 2 | 10 | 2 | 10 | 13 | 65 | 0 | 0 | 2 | 10 | 18 | 90 | 20 | 100 | 0 | 0 |
| Total | 20 | 100.0 |

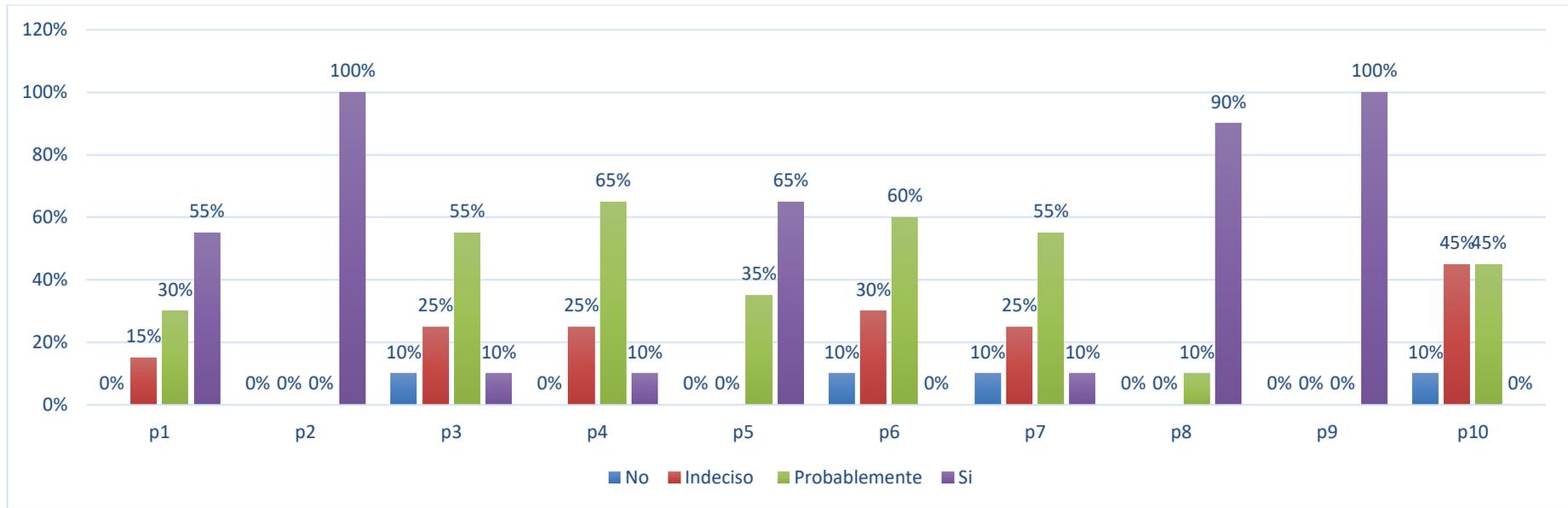


Figura 27. *Análisis gráfico de frecuencias de las respuestas del cuestionario.*

Como se observa, se tiene que el 55% de los encuestados señala que definitivamente si considera que su asociación tendrá una ventaja sobre la competencia si cumple con el cuidado del medio ambiente. Asimismo, un 100% manifiesta que definitivamente sí considera vital preservar el medio ambiente, un 55% indica que probablemente si es dañino para los trabajadores el proceso de elaboración del café orgánico. Además, el 65% manifiesta que probablemente si son perjudiciales para la población local la producción de café orgánico de la empresa acopiadora. Mientras que un 65% señala que definitivamente si se fomenta la capacitación medioambiental de los trabajadores de la empresa.

Por otra parte, se tiene que el 60% de los encuestados manifiesta que probablemente si conoce medidas preventivas que pueden llevar a cabo para minimizar la acumulación de desechos de café orgánico. Asimismo, un 55% señala que probablemente sí conoce los estándares de la industria para productos orgánicos, un 90% indica que definitivamente si está de acuerdo que la gestión de los residuos del café orgánico es beneficiosa. Además, el 100% manifiesta que definitivamente considera beneficioso brindar cuidados tanto al trabajador como al medio ambiente. Finalmente, el 45% señala que probablemente sí existen medidas de acción preventivas y correctivas que pueden implementarse para proteger el medio ambiente.

Tabla 17. Resultados de la entrevista a los trabajadores

| Ítems | Sujeto 1 | Sujeto 2 | Sujeto 3 |
|--|--|---|--|
| ¿Qué medidas de seguridad se ponen en marcha para evitar la acumulación de desechos de café orgánico? | El compostaje. Depósito de los residuos en una fosa de un área cercada. | Usualmente en esa etapa de proceso los desechos se usan para abono. | No se cuenta con un protocolo establecido para esta etapa del proceso, pero en su mayoría se desecha a las cercanías de las plantas procesadoras o se hace abono. |
| ¿Qué medidas preventivas toma para proteger el medio ambiente? | Reutilizar para cuidar el medio ambiente. | El reutilizar los desechos generados en el proceso del café. | En su medida se trata de reutilizar los diferentes desechos generados durante el proceso del café orgánico. |
| ¿Cómo aprovechan su capacidad técnica para obtener grandes resultados? | Conectar el trabajo con los objetivos y metas de la empresa. | El poder trabajar en equipo es esencial. | El trabajo en equipo y también que existen ciertos procedimientos ya establecidos para para cada tipo de trabajo. |
| ¿Promueve a sus empleados a participar en programas de educación ambiental? | Se desarrollan procedimientos de seguimiento, cultura y ciudadanía ambiental. | Cómo empresa cafetalera importante de la región la capacitación es esencial y normalmente puede ser de 2 a más capacitaciones en el año. | La capacitación es periódica, pueden ser 2 o 3 capacitaciones anuales. |
| ¿Cumple los criterios establecidos por el mercado como aceptables para los productos orgánicos? | Si cumple con los criterios establecidos además de ello está validada la condición orgánica de cultivo. | Considero que si se cumplen ciertos criterios establecidos en cuanto al producto presentando. | En cuanto al producto final si se cumplen ciertos estándares, pero en el trayecto de llegar a ese punto faltan implementar algunas políticas ambientales. |
| ¿De qué manera imagina que se beneficiaría de un manejo más cuidadoso de los desechos de café orgánico? | Obtención de más beneficios tanto en lo económico, ambiental y social. | Se beneficiaría en la reducción de la contaminación ambiental. | A una reducción considerable en la alteración del medio ambiente que rodea al proceso tanto la flora, fauna y recursos hídricos. |
| ¿Qué beneficios obtendrás si se adhiere a la protección del medio ambiente y al trato justo de los caficultores de café orgánico? | Calidad de vida. Mejora la gestión de los recursos y eficacia en los procesos productivos. Ventajas frente a sus competidores. | Que en los procedimientos de cada etapa del proceso de elaboración del café orgánico pueda ser mejorado en el sentido de no contaminar el ambiente. | Que en todas las etapas de proceso de la elaboración del café orgánico haya procedimientos estandarizados en donde no se atente con el medio ambiente y a todos los relacionados con el proceso. |

En la tabla 17 se muestran los resultados de la entrevista realizada a los trabajadores de la empresa acopiadora, donde se evidencia lo siguiente:

- Dentro de las medidas de seguridad que la empresa utiliza para evitar la acumulación de desechos de café orgánico está: el compostaje, depósito de residuos en una fosa de un área cercada o se desecha como abono alrededor de la planta.

- Como medidas preventivas para la protección ambiental, la empresa aplica la reutilización de los desechos generados durante el procesamiento del café orgánico.
- Para aprovechar su capacidad técnica el personal de la empresa trabaja en equipo y se engrana las actividades con las metas propuestas.
- En cuanto a programas de educación ambiental, se desarrollan procedimientos de seguimiento, cultura y ciudadanía ambiental, y capacitaciones dos veces o más al año.
- Cumplen los estándares establecidos por el mercado para el producto que generan, sin embargo, es necesario implementar algunas políticas ambientales durante el proceso.
- Los trabajadores están conscientes que el manejo adecuado de los desechos del café orgánico traerá beneficios económicos, sociales y ambientales, permitiendo el equilibrio del medio ambiente protegiendo flora, fauna y recursos hídricos.
- Consecuentemente, la protección del medio ambiente y el trato justo a los caficultores del café orgánico ayudará a mejorar la calidad de vida de los caficultores, la optimización y perfeccionamiento de los procesos en cada etapa con estándares para mitigar la contaminación ambiental, creando ventajas competitivas de la empresa.

4.2 Diagnóstico de la situación actual

4.2.1 Estudio de tiempos del proceso del café orgánico

a) Tiempo de procesos del café orgánico (actual)

Tras una evaluación inicial del proceso de producción de café orgánico, se tomaron tres muestras por ciclo para una observación más detallada en diferentes fechas y turnos con los mismos operarios. Este debido a que sólo se tuvo acceso en tres oportunidades, teniendo como inconvenientes: el corto periodo de cosecha en la zona de estudio, a la geografía agreste del mismo y a la distancia de nuestra ciudad a la provincia donde se recaba la información.

La tabla 18 demuestra que el proceso húmedo necesario para producir café orgánico en la empresa acopiadora dura un total de 1414 minutos, siendo la actividad más larga la que tiene lugar en los pozos de fermentación del café, donde se emplean 725 minutos, proceso necesario para la posterior separación del mucílago y grano. El siguiente paso, según la producción, tarda 390 minutos, y eso sólo para recibir la cosecha o recolección. A continuación, se tarda otros 60 minutos en separar el mucílago del café, mientras que el transporte del fruto a las instalaciones de procesado y el transporte de la fruta en flotación requieren ambos 55 minutos. En total, el conjunto de ciclos de esta primera etapa, tienen una duración de 23 horas y 33.6 minutos.

Tabla 18. Tiempo del proceso húmedo de café orgánico (Etapa-1) actual.

| Etapas | Número de procesos | Ciclo de número de los procesos | | | | Tiempo Promedio (min) | Valoración según Westinghouse | Tiempo Normal $TN=Tp*(1+Vt)$ | Suplementos OIT % | Tiempo Estándar $TE=TN(1+Suple)$ |
|---------|--------------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| | | 1er ciclo | 2do ciclo | 3er ciclo | Sum-Ciclos | | | | | |
| | Recepción de la cosecha (acopio) | 390 | 385 | 395 | 1170 | 390 | 0.23 | 491 | 22 | 599 |
| | Transporte del fruto a procesamiento | 55 | 50 | 60 | 165 | 55 | 0.32 | 72 | 21 | 87 |
| Etapa-1 | Prelavado, despedregado y flotado | 35 | 40 | 45 | 120 | 40 | 0.30 | 52 | 22 | 63 |
| | Transporte del fruto flotado | 50 | 65 | 50 | 165 | 55 | 0.32 | 73 | 21 | 88 |
| | Despulpado | 44 | 46 | 45 | 135 | 45 | 0.34 | 60 | 18 | 71 |
| | Separación de verdes del café | 43 | 44 | 45 | 132 | 44 | 0.30 | 57 | 20 | 69 |
| | Pozos de fermentación del café | 725 | 730 | 720 | 2175 | 725 | 0.21 | 877 | 15 | 1009 |
| | Eliminación del mucílago del café | 65 | 50 | 65 | 180 | 60 | 0.30 | 78 | 14 | 89 |
| | Tiempo total | | | | | 1414 | 2.02 | 1760 | 153 | 2075 |

La Tabla 19 muestra que el proceso de secado de la producción de café orgánico dura un total de 2475 minutos, siendo el secador rotatorio el que más tarda, con 1150 minutos; esto es típico de un proceso que garantiza adecuadamente la calidad del café. La actividad de secado solar viene a continuación y tarda 640 minutos en completarse. No obstante, si se utiliza un tostador industrial el tiempo puede reducirse (340 minutos). Para proteger la integridad del pergamino seco, el café caliente debe reposar 385 minutos a temperatura ambiente. Todo el proceso de secado se tarda un total de 41 horas y 15 minutos en completar cada actividad restante.

Tabla 19. Tiempo del proceso seco de café orgánico (Etapa-2) actual.

| Etapas | Número de los procesos | Ciclo del número de los procesos | | | | Tiempo Promedio (min) | Valoración según Westinghouse | Tiempo Normal $TN=Tp*(1+Vt)$ | Suplementos OIT% | Tiempo Estándar $TE=TN(1+Suple)$ |
|---------------------|--|----------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| | | 1er ciclo | 2do ciclo | 3er ciclo | Sum-Ciclos | | | | | |
| Etapa-2 | Secador solar | 640 | 650 | 630 | 1920 | 640 | 0.23 | 787 | 13 | 889 |
| | Transporte de estiba | 55 | 50 | 60 | 165 | 55 | 0.32 | 73 | 21 | 87 |
| | Secador rotativo | 1200 | 1150 | 1100 | 3450 | 1150 | 0.19 | 1368 | 16 | 1587 |
| | Reposo del café a 40°C | 280 | 275 | 300 | 855 | 285 | 0.23 | 350 | 12 | 392 |
| | Transporte de café pergamino seco | 20 | 15 | 25 | 60 | 20 | 0.32 | 26 | 21 | 32 |
| | Almacenamiento en tolva | 30 | 25 | 35 | 90 | 30 | 0.30 | 39 | 15 | 45 |
| | Envasado (sacos) | 20 | 25 | 30 | 75 | 25 | 0.30 | 32 | 23 | 40 |
| | Transporte almacén de producto terminado | 25 | 35 | 30 | 90 | 30 | 0.32 | 40 | 21 | 48 |
| | Almacenado | 235 | 245 | 240 | 720 | 240 | 0.23 | 295 | 21 | 357 |
| Tiempo total | | | | | | 2475 | 2.44 | 3010 | 163 | 3477 |

b) Tiempo de procesos del café orgánico (propuesta)

La tabla 20 demuestra que el proceso húmedo de la empresa acopiadora para producir café orgánico dura 1394 minutos, siendo la actividad más larga la que tiene lugar en los pozos de fermentación del café, donde se necesitan 725 minutos para separar el mucílago y los granos. La recepción de la cosecha dura 390 minutos, dependiendo de la productividad. La separación del mucílago del café requiere otros 60 minutos, mientras que el transporte de la fruta a las instalaciones de procesamiento y la flotación requieren 55 minutos. Toda la primera etapa dura 23 horas y 13,8 minutos.

Tabla 20. Tiempo del proceso húmedo de café orgánico (Etapa-1) propuesta.

| Etapas | Número de proceso | Ciclo de número de procesos | | | | Tiempo Promedio (min) | Valoración según Westinghouse | Tiempo Normal $TN=Tp*(1+Vt)$ | Suplementos OIT% | Tiempo Estándar $TE=TN(1+Suple)$ |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| | | 1er ciclo | 2do ciclo | 3er ciclo | Sum-Ciclos | | | | | |
| Etapa-1 | Recepción de la cosecha (acopio) | 390 | 385 | 395 | 1170 | 390 | 0.21 | 472 | 21 | 570 |
| | Transporte del fruto a procesamiento | 45 | 45 | 45 | 135 | 45 | 0.19 | 53 | 21 | 65 |
| | Prelavado, despedregado y flotado | 35 | 40 | 45 | 120 | 40 | 0.28 | 51 | 22 | 62 |
| | Transporte del fruto flotado | 50 | 65 | 50 | 165 | 55 | 0.23 | 68 | 21 | 82 |
| | Despulpado | 40 | 35 | 30 | 105 | 35 | 0.30 | 45 | 18 | 54 |
| | Separación de verdes del café | 43 | 44 | 45 | 132 | 44 | 0.30 | 57 | 20 | 69 |
| | Pozos de fermentación del café | 725 | 730 | 720 | 2175 | 725 | 0.25 | 906 | 15 | 1042 |
| | Eliminación del mucílago del café | 65 | 50 | 65 | 180 | 60 | 0.30 | 78 | 14 | 89 |
| Tiempo total | | | | | | 1394 | 2.06 | 1730 | 153 | 2033 |

La Tabla 21 evidencia que el proceso de secado de la producción de café orgánico dura un total de 2125 minutos, siendo el secador rotatorio el que más tarda, 1100 minutos; esto es típico de un método que garantiza la calidad del café. El siguiente paso con mayor duración es el proceso de secado solar de 340 minutos. Con un total de 35 horas y 24,6 minutos, el proceso de secado implica la realización de todos los pasos restantes.

En el proceso mostrado en la tabla se ha empleado un total de 3 ciclos para registrar el tiempo de cada actividad en la etapa-1 del procesamiento húmedo del café orgánico. Utilizar tres ciclos permite obtener una media o promedio del tiempo requerido para cada actividad, lo que ayuda a representar de manera más precisa el tiempo estimado bajo condiciones similares y a reducir el impacto de variaciones aleatorias que puedan presentarse en un solo ciclo. Esto facilita la obtención de un "Tiempo Promedio" que representa una estimación más confiable de cada actividad.

El muestreo en este caso se basa en la repetición del proceso en tres ocasiones distintas (cada una identificada como un "ciclo") para cada actividad, de manera que se pueda observar y promediar el tiempo de cada proceso en condiciones relativamente consistentes. Sin información adicional sobre la metodología, se ha escogido realizar tres ciclos para obtener una media estadística básica y obtener una aproximación representativa del tiempo necesario para cada actividad en esta etapa del proceso.

Tabla 21. Tiempo del proceso seco de café orgánico (Etapa-2) propuesta.

| Etapas | Número de procesos | Ciclo de número de procesos | | | | Tiempo Promedio (min) | Valoración Según Westinghouse | Tiempo Normal <small>TN=Tp*(1+Vt)</small> | Suplementos OIT% | Tiempo Estándar <small>TE=TN(1+Suple)</small> |
|---------|--|-----------------------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|-------------------------------|--|------------------|--|
| | | 1er ciclo | 2do ciclo | 3er ciclo | Sum-Ciclos | | | | | |
| Etapa-2 | Secador solar | 330 | 345 | 345 | 1020 | 340 | 0.29 | 439 | 13 | 496 |
| | Transporte de estiba | 55 | 50 | 60 | 165 | 55 | 0.34 | 74 | 21 | 89 |
| | Secador rotativo | 1000 | 1150 | 1150 | 3300 | 1100 | 0.34 | 1474 | 16 | 1710 |
| | Reposo del café a 40°C | 280 | 275 | 300 | 855 | 285 | 0.32 | 376 | 12 | 421 |
| | Transporte de café pergamino seco | 20 | 15 | 25 | 60 | 20 | 0.34 | 27 | 21 | 32 |
| | Almacenamiento en tolva | 30 | 25 | 35 | 90 | 30 | 0.32 | 40 | 15 | 45 |
| | Envasado (sacos) | 20 | 25 | 30 | 75 | 25 | 0.32 | 33 | 23 | 41 |
| | Transporte almacén de producto terminado | 25 | 35 | 30 | 90 | 30 | 0.34 | 40 | 21 | 49 |
| | Almacenado | 235 | 245 | 240 | 720 | 240 | 0.29 | 310 | 21 | 290 |
| | Tiempo total | | | | | 2125 | 2.9 | 2813 | 163 | 3173 |

4.2.2 Diagrama de operaciones de proceso (DOP)

Estas herramientas ofrecen una serie de ventajas que pueden contribuir significativamente a la eficacia y eficiencia del proyecto. En primer lugar, los diagramas de operaciones de proceso son útiles para representar visualmente todas las etapas del proceso de despulpado del café orgánico. Esto incluye desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto final, permitiendo identificar con claridad cada paso y las interacciones entre ellos. Al mapear el proceso de despulpado, se pueden identificar fácilmente posibles puntos de mejora o áreas de ineficiencia que podrían estar contribuyendo a la contaminación ambiental.

a) DOP del café orgánico (actual)

Con base en la caracterización del paso anterior, se procede a establecer el diagrama de operaciones del proceso húmedo y seco del café orgánico actual (ver figuras 28 y 29).

| DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO HÚMEDO (ACTUAL) | | | |
|---|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Organización | Empresa acopiadora de café | PAGINA | 1/1 |
| DEPARTAMENTO | Operaciones de despulpado | FECHA | 15/09/2024 |
| SERVICIO | Despulpado | METODO DE TRABAJO | |
| DIAGRAMA | DOP | AUTOR | Gozme, Mendoza y Montesinos |

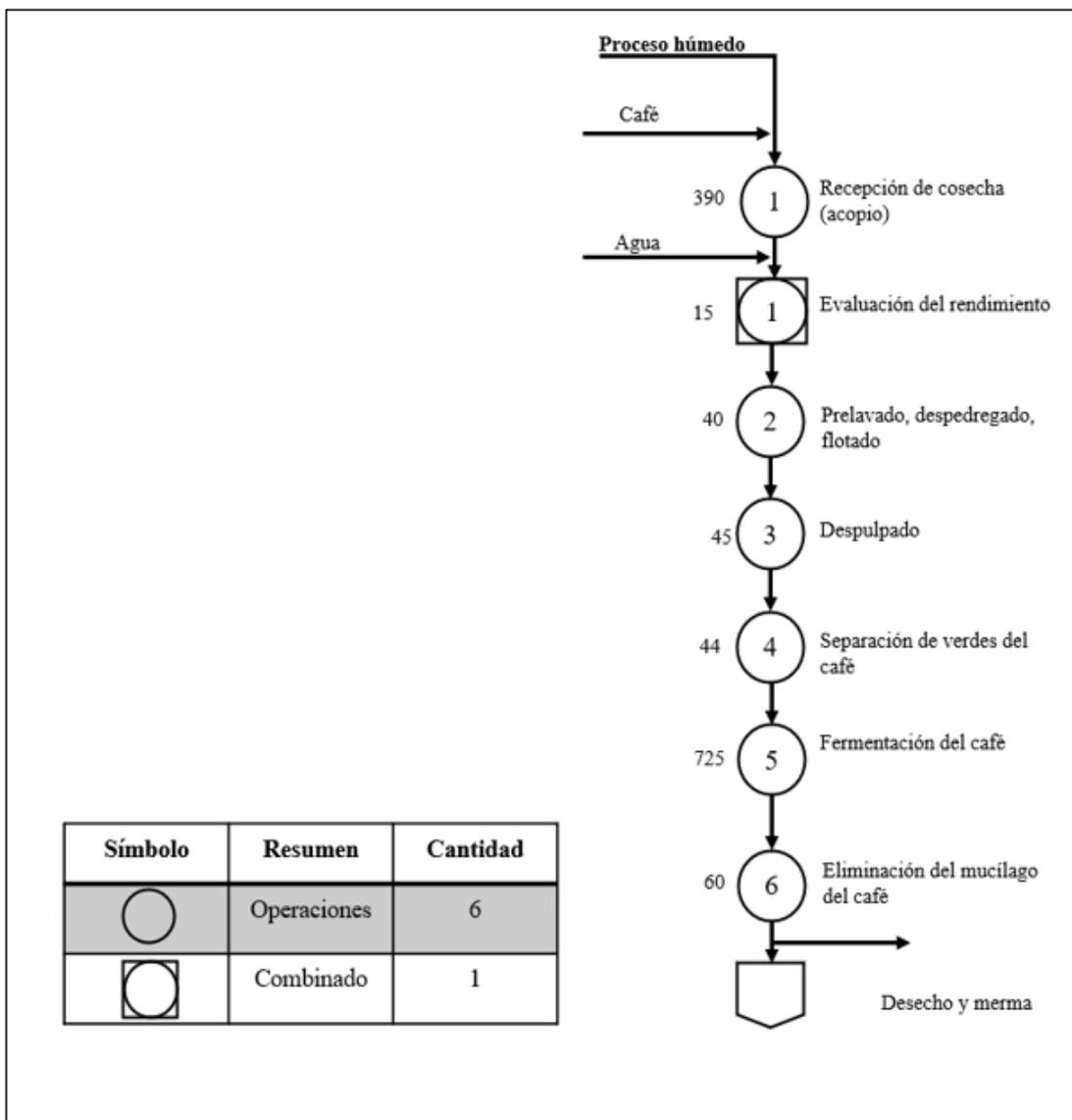


Figura 28. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) (Húmedo) actual.

| DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO SECO (ACTUAL) | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Organización | Empresa acopiadora de café | PAGINA | 1/1 |
| DEPARTAMENTO | Operaciones de producción café seco | FECHA | 15/09/2024 |
| SERVICIO | Café orgánico | METODO DE TRABAJO | |
| DIAGRAMA | DOP | AUTOR | Gozme, Mendoza y Montesinos |

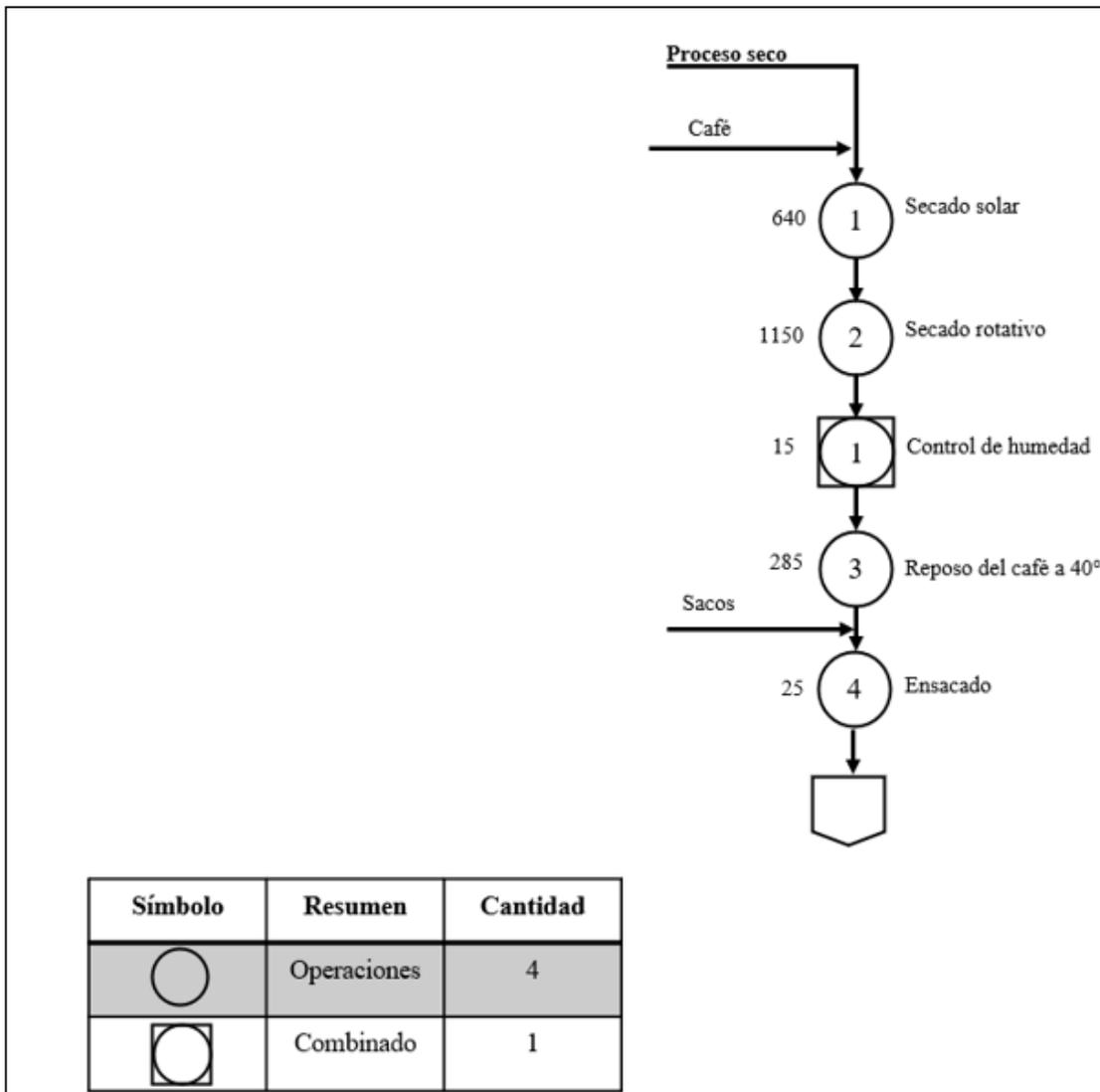


Figura 29. Diagrama de operaciones de proceso (DOP) (Secado) actual.

La tabla 22 ofrece una visión general de los procedimientos de elaboración del café orgánico, que dura aproximadamente 1319 minutos. Se trata de 6 procedimientos operativos que llevan un total de 1304 minutos y una inspección de sólo 15 minutos que permitió evaluar la producción de café. Además, el procedimiento de secado dura 2115 minutos, contiene 4 procedimientos operativos que duran 2100 minutos y 1 control que dura 15 minutos para garantizar un nivel de humedad adecuado en el producto final.

Tabla 22. Síntesis del Diagrama de operaciones de proceso (DOP) actual.

| | Actividad | Cantidad | Tiempo (min) |
|--------------|------------------|-----------------|---------------------|
| Etapa 1 | Operación | 6 | 1304 |
| | Inspección | 1 | 15 |
| Total | | 7 | 1319 |
| Etapa 2 | Operación | 4 | 2100 |
| | Inspección | 1 | 15 |
| Total | | 5 | 2115 |

4.3 Resultados del tratamiento y análisis de la información (tablas y figuras)

Uso de herramienta Lean Manufacturing en la empresa acopiadora de café.

Por otra parte, las herramientas del Lean Manufacturing deben elegirse para obtener un diagnóstico preciso de lo que hay que medir y mejorar. Por tal motivo, se ha seleccionado el siguiente método:

a) Metodología 5s

En primer lugar se efectuó una evaluación de los procedimientos y organización, con la finalidad de contextualizar el orden de las actividades realizadas en la empresa durante el proceso de despulpado del café orgánico en la empresa.

A partir de una escala de valoración del 1-5 (con rangos de totalmente de acuerdo: 1, de acuerdo: 2, indiferente: 3, en desacuerdo: 4, totalmente en desacuerdo: 5), se realizó un diagnóstico con diferentes interrogantes por cada S, con el propósito de conocer la situación de la empresa en los diferentes procedimientos que ejecuta. En la tabla 23 se dan a conocer los resultados hallados.

Tabla 23. Resultados de la metodología 5S en la empresa.

| Método 5S | Valoración | | | | |
|-------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Seiri-Selección | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| Seiton-Orden | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Seiso-Limpieza | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Seiketsu-Estandarizar | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| Shitsuke-Autodisciplina | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 |
| TOTAL | 0 | 2 | 4 | 7 | 8 |

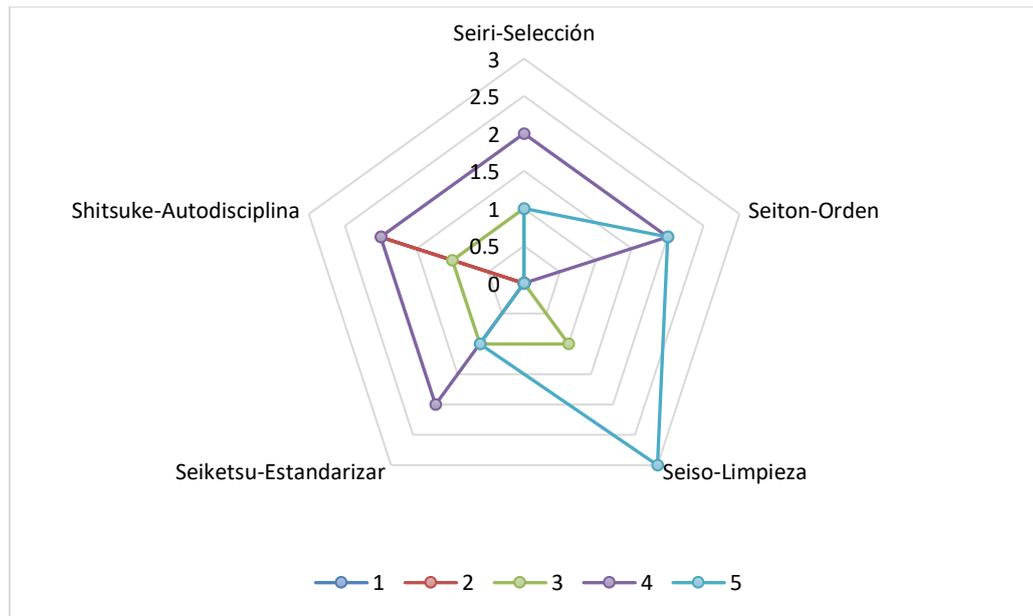


Figura 30. Gráfico metodología 5S.

Con se observa en la tabla 23 y figura 30, a través de la metodología 5S se determinó que Seiso-Limpieza y Seiton-Orden son las que menor cumplimiento tienen, evidenciándose un total de tres inconformidades de nivel 5 (Totalmente en desacuerdo) para la primera y dos inconformidades del mismo nivel para la segunda, señalando que los trabajadores no conocen o no le dan importancia a mantener los espacios limpios y ordenados. Mientras que la Seiketsu-Autodisciplina es la que posee mayor cumplimiento con un total de una conformidad de nivel 2 (De acuerdo), señalando que los trabajadores conocen la importancia de las buenas prácticas y seguridad en el área, además de las decisiones que se dictan a través de la gerencia, no obstante, hay que reforzarlas.

4.4 Propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico en la empresa

Una vez determinado el estado actual de las distintas operaciones relacionadas con el despulpado del café orgánico de la empresa acopiadora de café, a través de la metodología 5S, se efectuó una propuesta que mejore los espacios operativos para mitigar los desechos sólidos generados por este proceso que impiden el crecimiento óptimo de la empresa.

Cabe destacar que la herramienta Lean 5S se aplicada para mejorar la eficiencia, la organización y la seguridad en el entorno de trabajo durante el proceso de producción de café orgánico. Esta metodología, que incluye las etapas de selección, orden, limpieza, estandarización y autodisciplina, permite optimizar cada fase del proceso al eliminar desperdicios y asegurar que

solo los elementos necesarios estén presentes en el área de trabajo. Al implementar las 5S, se crea un entorno más estructurado donde cada cosa tiene su lugar, facilitando un flujo de trabajo más limpio y ordenado que reduce interrupciones y evita errores.

La primera etapa, Seiri (Selección), consiste en identificar y eliminar los elementos innecesarios del espacio de trabajo, manteniendo solo lo que es esencial para el proceso. Esto ayuda a reducir el tiempo y esfuerzo dedicado a buscar materiales o herramientas, y evita que los residuos se acumulen, lo que resulta particularmente útil en el contexto del café orgánico, donde es importante garantizar un flujo de trabajo libre de desperdicios. En la etapa de Seiton (Orden), se organizan las herramientas y los materiales de forma lógica, asegurando que todo esté en su lugar y sea fácilmente accesible. Este orden mejora la eficiencia al reducir el tiempo que los trabajadores dedican a buscar lo que necesitan, facilitando la transición entre las distintas etapas del proceso, como el despulpado y el lavado.

La tercera etapa, Seiso (Limpieza), se enfoca en mantener el área de trabajo impecable y libre de residuos que puedan afectar la calidad del producto. En el proceso de café orgánico, esta limpieza es fundamental para evitar la mezcla de residuos en las etapas de fermentación y secado. Además, un entorno limpio ayuda a prevenir accidentes, ya que se eliminan obstáculos y fuentes de contaminación que podrían comprometer la seguridad del personal y del producto final. La cuarta etapa, Seiketsu (Estandarizar), establece normas visuales y procedimientos claros para mantener la organización y la limpieza de forma continua. Al implementar reglas específicas sobre cómo almacenar herramientas y materiales, se garantiza la consistencia en el proceso y se facilita el cumplimiento de estándares de calidad.

Finalmente, Shitsuke (Autodisciplina) fomenta el compromiso del personal para seguir las prácticas de las 5S a largo plazo, transformando el orden y la limpieza en hábitos de trabajo. Esta etapa es crucial, ya que establece una cultura de disciplina y mejora continua, permitiendo que los trabajadores mantengan los estándares sin necesidad de recordatorios constantes. La implementación de Lean 5S en el proceso de café orgánico no solo optimiza el espacio de trabajo y mejora la productividad, sino que también contribuye a la seguridad y calidad del producto, creando un ambiente laboral más eficiente y satisfactorio para todos los involucrados.

Como se muestra en la tabla 24, se realizó una propuesta de actividades fundamentado en la metodología 5S para mejorar aspectos relacionados con el uso de espacios de trabajo, que ayuden a reducir la contaminación en el ambiente por los residuos sólidos del café orgánico generado durante el proceso productivo de despulpado, durante las labores de los trabajadores de la empresa acopiadora de café.

Tabla 24. Mejoras del área de despulpado aplicando metodología 5S.

| Método 5S | Propuestas | Beneficios |
|---------------------|---|--|
| Seiri- Selección | <p>Seleccionar los tachos de basura clasificando los desperdicios generados por el café orgánico de acuerdo con su tipo.</p> <p>Coloca carteles que indiquen dónde se encuentran los tachos de basura cerca de las estaciones de procesamiento de café.</p> <p>Crea las señaléticas para reflejar los distintos tipos y procesos del café orgánico.</p> <p>Retirar los elementos innecesarios de las mesas de trabajo, así como cualquier objeto de espacio productivo.</p> | <p>Clasificar los tachos de basura que contienen desperdicios del café, ayuda a los trabajadores a ahorrar tiempo al facilitarles la obtención de lo que necesitan.</p> <p>Al identificar claramente dónde se almacenan los desperdicios generados, el proceso de producción puede desarrollarse sin problemas.</p> <p>Al reducir a lo esencial, pudimos liberar valiosos espacios y pulir la presentación del ciclo final de desarrollo del producto.</p> |
| Seiton-Orden | <p>Todo lo que está sobre las mesas de trabajo se ordena de forma lógica o por uso; algunos de los artículos que ya no se utilizan se retirarán para no ocupar espacio.</p> <p>Los productos o herramientas que están sobre las mesas se colocarán en un recipiente y se guardarán.</p> | <p>Los espacios productivos están mejor organizados.</p> <p>Crea el entorno y las condiciones de trabajo ideales para los empleados.</p> <p>Cada elemento se encuentra en el lugar destinado.</p> |

| | | |
|---------------------------|--|--|
| | <p>Para facilitar la identificación y la organización, se pintará de amarillo brillante los lugares de cada proceso u objetos de importancias en el suelo.</p> | <p>Mediante la señalización ahora es mucho más fácil localizar objetos concretos.</p> |
| Seiso- Limpieza | <p>Una vez identificadas las fuentes de contaminación o desperdicios generados en el proceso (despulpado), se puede comenzar la limpieza.</p> | <p>Todos los equipos están en funcionamiento y listos para empezar el proceso de producción. Se proponen medidas de seguridad e higiene, para evitar o disminuir los desperdicios del café orgánico durante el despulpado como: el compostaje, abono, etc.</p> |
| | <p>En este paso, se limpia a fondo todo el equipo y las materias primas que se utilizarán en la siguiente fase de producción.</p> <p>El suelo de la planta de la empresa acopiadora de café en el área productiva debe estar impecable.</p> | <p>Evitar que cualquier fuente potencial de desperdicios en el equipo contamine el producto final.</p> <p>Todas las herramientas y equipos están en buen estado de funcionamiento y limpios.</p> |
| | <p>Creación de una matriz para la limpieza de equipos, espacios, suministros y utensilios.</p> | <p>Disminución del número de bolsas de plástico y otros materiales de embalaje que se tiran como resultado de la producción de café.</p> |
| Seiketsu- Estandarizar | <p>El éxito de esta fase depende de la aplicación sistemática de las tres anteriores (selección, orden y limpieza).</p> | <p>Se percibe un ambiente laboral óptimo.</p> |
| | <p>Asegúrese de que los tachos que contienen el café orgánico sin terminar de procesar están separados y etiquetados correctamente.</p> <p>Una vez realizados los pasos iniciales, es el momento de pintar una línea amarilla en el suelo para delimitar la zona de producción de café y todas sus etapas.</p> | <p>Consigue y mantiene un estado de limpieza y orden adecuado.</p> <p>Conservación del orden en el entorno de trabajo (áreas productivas).</p> |

Depurar el equipo, los suministros y las herramientas al tiempo que se fomenta el uso adecuado de una matriz de limpieza.

Shitsuke-
Autodisciplina

Esta es la fase más difícil de perfeccionar debido a todas las prácticas erróneas que han sido norma en la empresa hasta ahora; sin embargo, con planes de formación, la actitud de los empleados cambia para mejor, y pueden reconocer que los mejores resultados se obtendrán adoptando estas prácticas desde el principio y manteniéndose a largo plazo.

Los empleados demuestran ser ordenados al momento de colocar cada herramienta en su sitio.

Las nuevas rutinas y convenciones se convierten en práctica habitual.

El espacio se mantiene ordenado, organizado y despejado.

Las buenas condiciones de trabajo son evidentes.

El aumento de la producción puede atribuirse a la racionalización de las operaciones del área.

La empresa valora la protección del medio ambiente, y el equipo reconoce y se adhiere a esas políticas.

Consecuentemente, se detalla específicamente los abordajes aplicativos de las 5S dentro del proceso operativo del área de despulpado.

Seiri - Selección:

- Propuesta 1: seleccionar los tachos de basura clasificando los desperdicios generados por el café orgánico de acuerdo con su tipo.
 - Detalle: identificar y diferenciar los tipos de residuos generados (orgánicos, inorgánicos, reciclables) para facilitar su eliminación o reutilización según corresponda.
- Propuesta 2: colocar carteles que indiquen dónde se encuentran los tachos de basura cerca de las estaciones de procesamiento de café.
 - Detalle: colocar señalética clara y visible que ayude a los empleados a identificar los tachos de basura asignados a cada tipo de residuo, facilitando así el proceso de desecho y contribuyendo a un entorno más limpio.
- Propuesta 3: crear señaléticas para reflejar los distintos tipos y procesos del café orgánico.
 - Detalle: usar letreros o paneles informativos que describan cada proceso del café orgánico y su ubicación dentro de la planta, mejorando la organización y el entendimiento del flujo de trabajo.
- Propuesta 4: retirar los elementos innecesarios de las mesas de trabajo, así como cualquier objeto que obstaculice el proceso productivo.
 - Detalle: realizar una inspección periódica de las mesas de trabajo para asegurar que solo se encuentren los materiales necesarios, eliminando los objetos que no aportan valor al proceso.

Seiton - Orden:

- Propuesta 1: ordenar todos los objetos sobre las mesas de trabajo de forma lógica o por uso; algunos de los artículos que ya no se utilizan se retirarán para no ocupar espacio.

- Detalle: Definir una ubicación específica para cada herramienta o material de uso frecuente y establecer un sistema de organización (por ejemplo, de izquierda a derecha según el orden de uso).
- Propuesta 2: los productos o herramientas que están sobre las mesas se colocarán en un recipiente y se guardarán.
 - Detalle: implementar el uso de recipientes etiquetados para almacenar herramientas y productos después de su uso, ayudando a mantener un entorno de trabajo ordenado y accesible.

Seiso - Limpieza:

- Propuesta 1: pintar de amarillo brillante los lugares de cada proceso u objetos de importancia en el suelo para facilitar la identificación y organización.
 - Detalle: delimitar con pintura amarilla áreas clave y de paso en el suelo de la planta, ayudando a los empleados a seguir un flujo de trabajo eficiente y reducir el riesgo de accidentes.
- Propuesta 2: una vez identificadas las fuentes de contaminación o desperdicios generados en el proceso, se puede comenzar la limpieza.
 - Detalle: hacer un análisis de las áreas que generan más desechos o residuos para planificar la limpieza de manera más eficiente.
- Propuesta 3: limpieza profunda de todo el equipo y de las materias primas que se utilizarán en la siguiente fase de producción.
 - Detalle: Programar una limpieza periódica de todos los equipos de trabajo, eliminando residuos y asegurando que todo esté en óptimas condiciones para el siguiente ciclo de producción.
- Propuesta 4: mantener el suelo de la planta impecable, especialmente en las áreas de producción.
 - Detalle: asegurarse de que el suelo esté libre de desechos o derrames, evitando contaminaciones y facilitando un ambiente limpio y seguro.

Seiketsu - Estandarizar:

- Propuesta 1: asegurarse de que los tachos que contienen el café orgánico sin terminar de procesar estén separados y etiquetados correctamente.
 - Detalle: crear etiquetas claras para diferenciar los tachos con café en diferentes etapas del proceso, evitando confusiones y facilitando el flujo del producto en cada fase.
- Propuesta 2: pintar una línea amarilla en el suelo para delimitar la zona de producción de café y todas sus etapas.
 - Detalle: Utilizar una línea de color llamativo para marcar las áreas de producción y evitar que elementos externos interfieran en el proceso de trabajo.

Shitsuke - Autodisciplina:

- Propuesta 1: capacitar a los empleados para fomentar el uso adecuado de las herramientas, suministros y el mantenimiento del orden en el área de trabajo.
 - Detalle: desarrollar un programa de capacitación que refuerce la importancia de seguir las 5S, logrando que estas prácticas se conviertan en hábitos en la rutina de los empleados.
- Propuesta 2: implementar planes de formación para que los empleados mantengan la organización y limpieza de forma constante.
 - Detalle: realizar talleres y capacitaciones periódicas para motivar a los empleados a mantener el entorno de trabajo ordenado y limpio, promoviendo la cultura de las 5S en toda la planta.

Consecuentemente, se lograron identificar los elementos necesarios e innecesarios gracias al uso de las tarjetas rojas, con la finalidad de hacer una clasificación según categoría, motivo y manera de manejo innecesario dentro del área de análisis. Para ello, se diseñó una ficha, que contiene datos relevantes para una óptima identificación de los elementos. El detalle se evidencia en la figura 31.

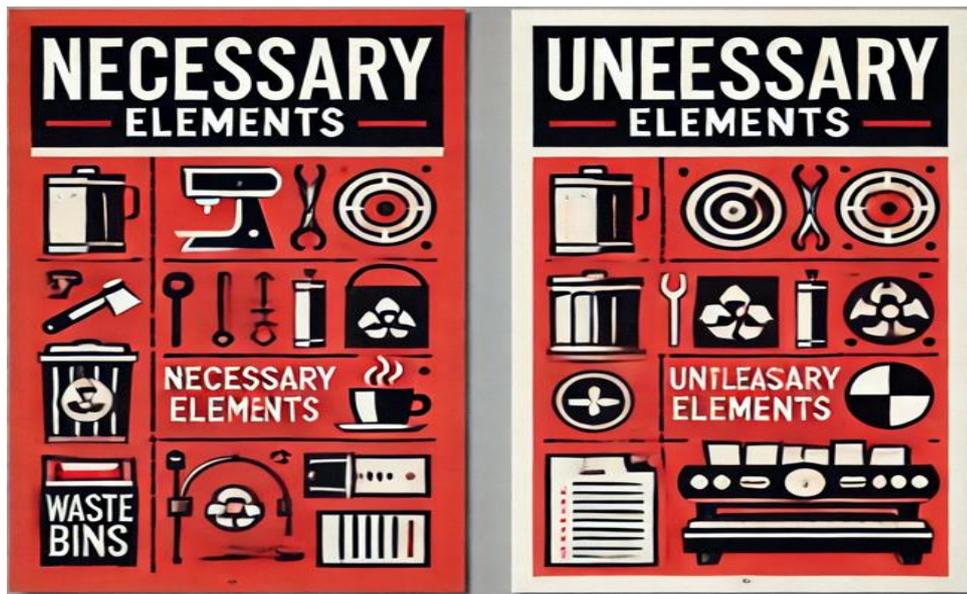


Figura 31. Tarjeta roja.

Luego de haber identificado las distintas actividades en el área, se continuó con la tarea de clasificar aquellos que resultan útiles e innecesarios, para luego formar grupos de materias que pueden ser utilizables y los no utilizables, entre estas están los productos rotos, obsoletos, mermas. Para desarrollar esta tarea se procedió a colocar las tarjetas rojas a los elementos identificados. Respecto a los elementos que fueron clasificados como necesarios, se dispuso su organización y la reubicación dentro del área para tener una óptima disposición. Finalmente, se realizaron las coordinaciones con el presidente del comité 5S y el coordinador, el análisis de la lista de elementos innecesarios, revelando que algunos materiales no eran usados.

Cabe destacar que, para analizar el impacto de la implementación de la herramienta Lean 5S en el proceso de producción de café orgánico, se puede observar el organigrama y las áreas implicadas directamente en el proceso productivo. Principalmente, la Gerencia de Producción será la más afectada, ya que engloba áreas claves como Asesoría Técnica, Control Interno, Beneficio Húmedo, Diversificación Productiva y Control de Calidad; las cuales están directamente relacionadas con la manipulación y transformación del café, donde las prácticas de orden, limpieza y estandarización de Lean 5S pueden tener un impacto considerable en la eficiencia y calidad del proceso.

Además, el área de Administración también se verá influenciada en la medida en que es responsable de gestionar recursos humanos y materiales, lo cual es esencial para mantener el entorno organizado y proveer el soporte logístico requerido para que el método 5S funcione adecuadamente. El equipo de Administración, que abarca Contabilidad, Tesorería, Personal y

Servicios Auxiliares, facilitará el suministro y la distribución de los materiales necesarios, así como la capacitación del personal en la implementación de esta herramienta.

Asimismo, la Gerencia Comercial podría experimentar un impacto indirecto, especialmente en lo relacionado con el Control de Procesos y la Promoción Comercial. La mejora en la organización y la limpieza en el área de producción puede traducirse en un producto final de mayor calidad, lo cual beneficia las estrategias de venta y la percepción del cliente. Por otro lado, la Secretaría de la Gerencia Comercial también podría participar en la documentación y sistematización de los procedimientos asociados con la implementación de Lean 5S.

En conclusión, la propuesta de implementar Lean 5S afectará directamente al personal de la Gerencia de Producción y de la Administración, y de manera indirecta a la Gerencia Comercial y su equipo de apoyo.

- a) Propuesta de procesamiento de residuos del despulpado de café orgánico para mitigar el impacto ambiental en la empresa acopiadora de café.

Una vez aplicada la metodología 5S, la figura 32 evidencia el ciclo de la propuesta de la organización dedicada al acopio de café con el objetivo de la contaminación de los residuos sólidos del café orgánico a través del desarrollo del método de elaboración de "compostaje", dado que la empresa seleccionada produce café orgánico y las cáscaras como residuo sólido durante el proceso de despulpado ayudan a la producción de compost.

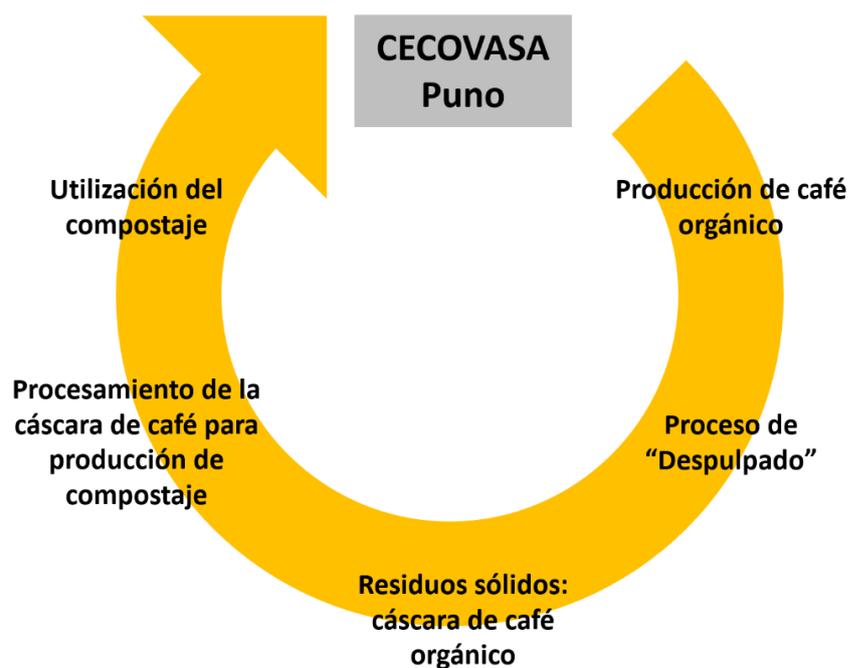


Figura 32. Propuesta de mejora para mitigar el impacto ambiental en la empresa.

La producción de residuos orgánicos es una de las formas en que las diferentes empresas contribuyen a la degradación del medio ambiente. En ese sentido, las empresas se limitan a quemar, enterrar o dejar sus residuos o basura al aire libre para que se descomponga porque no sabe qué otra cosa hacer con ella o porque no dispone de recursos para encontrar una solución mejor.

No obstante, el compostaje permite transformar de forma segura los residuos orgánicos en abonos útiles. Esto implica la descomposición de diversos materiales orgánicos mezclados con oxígeno, utilizados para mejorar la estructura del suelo y aportar nutrientes. Como ventaja añadida, existe una gran variedad de métodos de compostaje entre los que elegir, como pilas, cajas, cubos de compostaje, cubos abiertos y cubos cerrados.

En ese orden de ideas, se planteó como mejora en el proceso de despulpado del café orgánico, un sistema de compostaje con las siguientes características:

- Método basado en motón o pilas de compost.
- La altura, en particular, es una función directa de los promedios de humedad, oxígeno y temperatura, en ese sentido se recomienda que los montones tengan de 1,50 hasta 2,0 metros de altura y entre 1,50 y 3,0 metros de ancho para facilitar las actividades de giro o volteo.

b) Materiales y recursos de elaboración de compost

En la figura 33 se observan las etapas de elaboración del compost. Los materiales utilizados son los residuos del despulpado de café orgánico (40%), estiércol de ganado (30%) y un 30% de monte verde. Asimismo, el área disponible para la elaboración debe estar techada y aplanada con cierta inclinación para facilitar el drenaje del agua en exceso. Por otra parte, la disposición del material debe ser en capas (40 cm de monte verde, 25 cm de residuos de pulpa de café y 25 cm de estiércol de ganado), hasta tres como máximo y finalmente cubrir con 2 cm de tierra negra con humus; además, se debe colocar a un metro de distancia varas de bambú para facilitar el drenaje y oxigenación. Aunado a ello, el riego debe ser cada 8 días y el volteado cada 15 días, facilitando la fermentación y descomposición de materiales.

Asimismo, para producir abono orgánico de mayor calidad se recomienda incorporar lombrices a lo largo del compostaje procesado, para obtener humus de lombriz el cual es utilizado como fertilizante natural.

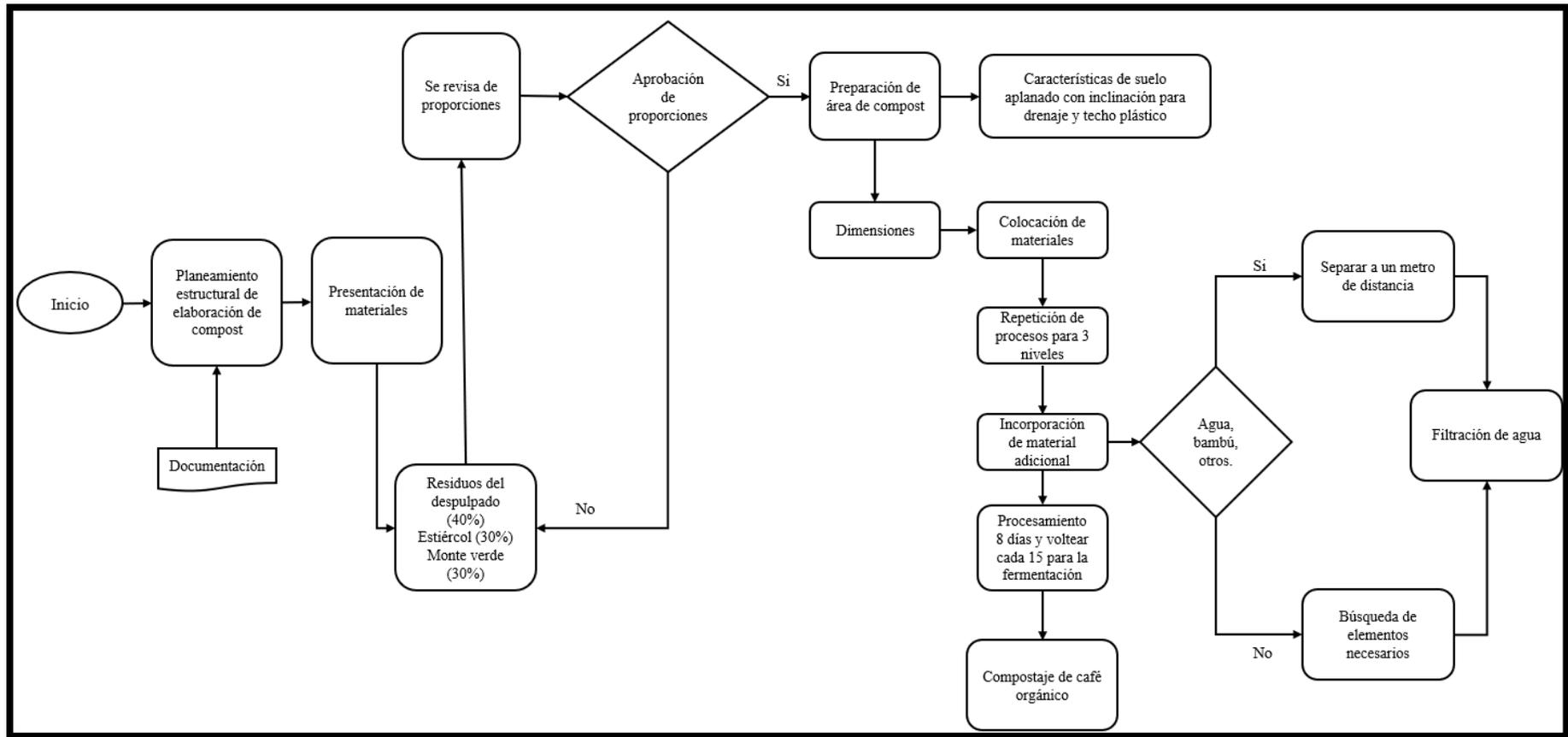


Figura 33. Diagrama de flujo para la elaboración de compost con residuos de café orgánico.

4.5 Factibilidad económica de la propuesta de mejora en la empresa acopiadora de café

4.5.1 Generación de residuos orgánicos e ingresos generados

En la tabla 25 se observa la generación de residuos orgánicos proyectados en la empresa acopiadora de café orgánico. Donde se evidencia que, por cada quintal de materia prima procesada, se generan 5 kg de residuos orgánicos en el área de despulpado, generando un total proyectado el último año de 150 kg/día residuos orgánicos.

Tabla 25. Generación de residuos orgánicos proyectados.

| Año | Materia prima procesada (quintal/día) | Residuos orgánicos generados (kg/quintal) | Total residuos orgánicos (kg/día) |
|-------|---------------------------------------|---|-----------------------------------|
| Año 1 | 24 | 5 | 120 |
| Año 2 | 26 | 5 | 130 |
| Año 3 | 28 | 5 | 140 |
| Año 4 | 29 | 5 | 145 |
| Año 5 | 30 | 5 | 150 |

Por otra parte, en la tabla 26 se observa la producción de compostaje proyectada a 5 años, donde se muestra para el último año un total de 37,500 kg/año de residuos orgánicos generados, de los cuales se obtendrán un total de 28,125 kg de compost, que empaquetados en sacos de 50 kg generan un total de 563 sacos/año.

Tabla 26. Producción de compost proyectado (sacos por año).

| Año | Residuos generados (kg/día) | Residuos generados (kg/año) | Producción de compost (kg) | Cantidad de compost (sacos/año) |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Año 1 | 120 | 30,120.0 | 22,590.0 | 452 |
| Año 2 | 130 | 32,760.0 | 24,570.0 | 491 |
| Año 3 | 140 | 35,140.0 | 26,355.0 | 527 |
| Año 4 | 145 | 36,250.0 | 27,187.5 | 544 |
| Año 5 | 150 | 37,500.0 | 28,125.0 | 563 |

Aunado a ello, en la tabla 27 se evidencia que durante el periodo proyectado la producción de sacos de compost (50 kg) aumentó progresivamente, generando un nivel de ingresos en el último año de S/ 26,010.6 en ventas.

Tabla 27. Ventas proyectadas de compostaje.

| Año | Producción de compost por saco (50 kg) | Precio de venta (S//saco) | Total ingresos por ventas (S/) |
|------------|---|--------------------------------------|---|
| Año 1 | 452 | 45.9 | 20,746.8 |
| Año 2 | 491 | 46.0 | 22,586.0 |
| Año 3 | 527 | 46.0 | 24,242.0 |
| Año 4 | 544 | 46.1 | 25,078.4 |
| Año 5 | 563 | 46.2 | 26,010.6 |

4.5.2 Inversión o presupuesto proyectado de la propuesta de compost

En la tabla 28 se muestra los costos asociados a cada paso de la actividad proyectada para reducir la contaminación en el ambiente, que es causada por los residuos orgánicos del café en la organización, la cual permitirá la reutilización de los residuos orgánicos generados durante el proceso de despulpado, proporcionando una fuente adicional de ingresos para la empresa acopiadora y permitiendo a la empresa diversificar más ampliamente su oferta de café orgánico.

Tabla 28. Presupuesto proyectado de la mejora propuesta.

| Costos para la elaboración de compostaje en la empresa acopiadora | | | | | | |
|---|---------------------------------|------------|----------|------------------------|---------------------|-------------------|
| Actividades | Detalle | Unidad | Cantidad | Costo por unidad (S/.) | Costo parcial (S/.) | Costo total (S/.) |
| Instalación de áreas para producción de Humus | Áreas composteras (9m2) | h/h | 10 | 23 | 230.00 | 510.00 |
| | Construcción tinglada (10m2) | h/h | 8 | 35 | 280.00 | |
| Recolección de materia prima orgánica | Selección y clasificación | h/h | 8 | 20 | 160.00 | 400.00 |
| | Substrato para compostar | h/h | 6 | 20 | 120.00 | |
| | Manejo de actividades compost | h/h | 6 | 20 | 120.00 | |
| Instalación de compost en los lechos | Llenado de lechos | h/h | 10 | 20 | 200.00 | 240.00 |
| | Inoculación de lombriz | h/h | 2 | 20 | 40.00 | |
| Cosecha de humus de lombriz | Colocación de trampas (3 veces) | h/h | 3 | 20 | 60.00 | 260.00 |
| | Cosecha de humus | h/h | 10 | 20 | 200.00 | |
| Materiales | Lombriz roja | Unidad | 50 | - | 27.50 | 1,059.40 |
| | Caña guayaquil (bambú) | Unidad | 16 | 12 | 192.00 | |
| | Alambre quemado | Unidad | 10 | 9.8 | 98.00 | |
| | Paja Rafia | Unidad | 150 | 4.9 | 735.00 | |
| | Clavos 2 pulgadas | Kg | 0.5 | - | 6.90 | |
| Mano de obra y transporte | Técnico - obreros | h/h | 10 | 1025 | 10,250.00 | 12,830 |
| | Volquete | h/alquiler | 6 | 430 | 2,580.00 | |
| TOTAL | | | | | | 15,299.4 |

Los costos unitarios y proporcionales para cada etapa del proceso de compostaje se detallan en la tabla 29. Por lo tanto, el compostaje como propuesta de mitigación tendría un costo de s/15,299.4 soles para su puesta en marcha.

4.5.3 Generación de egresos de la propuesta de compost

En la tabla 29 se observan los costos de producción asociados a la propuesta de mejora en la empresa acopiadora de café proyectada a 5 años, donde se tomaron en consideración los costos de materiales indirectos de empaque y embalajes (sacos, hilos) y aquellos relacionados con la mano de obra del personal operativo.

Tabla 29. Costos de producción de la propuesta de compost.

| Costo de producción | Año 1 (S/) | Año 2 (S/) | Año 3 (S/) | Año 4 (S/) | Año 5 (S/) |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Materiales indirectos (sacos, hilos) | 349.3 | 374.2 | 427.3 | 438.2 | 450.3 |
| Mano de obra | 12300 | 12300 | 12300 | 12300 | 12300 |
| Total, costos de producción | 12649.3 | 12674.2 | 12727.3 | 12738.2 | 12750.3 |

Por otra parte, en la tabla 30 se muestran los gastos de mantenimiento durante los 5 años proyectados para el proyecto de mejora, donde se tomaron en consideración insumos, instrumentos y equipos de mantenimiento. Asimismo, en cuanto a los gastos administrativos, se consideraron los materiales de oficina, consumo de electricidad que requieren los equipos del área administrativa y consumo de agua.

Tabla 30. Gastos de mantenimiento y administrativos de la propuesta de compost.

| Gastos de mantenimiento | Año 1 (S/) | Año 2 (S/) | Año 3 (S/) | Año 4 (S/) | Año 5 (S/) |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Otros insumos | 770.0 | 770.0 | 770.0 | 770.0 | 770.0 |
| Instrumentos de mantenimiento | 418.0 | 418.0 | 418.0 | 418.0 | 418.0 |
| Total, gastos de mantenimiento | 1188.0 | 1188.0 | 1188.0 | 1188.0 | 1188.0 |
| Gastos administrativos | Año 1 (S/) | Año 2 (S/) | Año 3 (S/) | Año 4 (S/) | Año 5 (S/) |
| Material de oficina | 770.0 | 770.0 | 770.0 | 770.0 | 770.0 |
| Electricidad | 858.0 | 858.0 | 858.0 | 858.0 | 858.0 |
| Agua | 974.8 | 974.8 | 974.8 | 974.8 | 974.8 |
| Total, gastos administrativos | 2602.8 | 2602.8 | 2602.8 | 2602.8 | 2602.8 |

4.6 Evaluación económica

4.6.1 Costo de oportunidad de Capital – COK

La tasa de rentabilidad mínima que un inversor admitirá para proyectar una inversión es conocida como el coste de oportunidad del capital. El COK fue evaluado teniendo en cuenta las siguientes primas y tipos de riesgo: prima de riesgo del mercado, tasa libre de riesgo, tasa libre de riesgo país y beta sectorial, utilizándose el beta de Environmental Waste Services per Adamodar - USA. A continuación, en la tabla 31 se muestra que el COK generado para esta propuesta fue de 14.60%, significando una la rentabilidad mínima aceptable para el inversor.

Tabla 31. Cálculo del Costos de Oportunidad de Capital (COK).

| Sigla | Concepto | Fuente | Datos |
|------------|--|---|--------------|
| Rm | Prima de riesgo de mercado | Rendimiento S&P 500 (10 años) | 12.41 |
| | | https://es.finance.yahoo.com/quote/SPY/performance?p=SPY | |
| Rf | Tasa libre de riesgo | Tasa Usa (T-Bonds) Damodaran 2013-2023 | 3.72 |
| | | https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04719XD/html/2013-01-01/2023-06-28/ | |
| Rf | Tasa libre de riesgo País | Tasa de interés: EMBIG-Perú (Junio 2023) | 2.02 |
| | | https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01129XM/html/2013-06/2023-06/ | |
| β | Beta del sector (Environmental & Waste Services) | Tasa de interés: EMBIG-Perú (Junio 2023) | 1.02 |
| | | https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01129XM/html/2013-06/2023-06/ | |
| COK | COK= Rf + β * (Rm - Rf) + Riesgo País | | 14.60 |

En la figura 34 se muestra el valor de Beta del sector seleccionado (Environmental & Waste Services), registrado en NYU Stern School of Business (2023).

| Industry name | Number of firms | Annualized Jensen's Alpha (Last 5 years) | Beta | Correlation with the market |
|--|-----------------|--|------|-----------------------------|
| Advertising | 58 | 14.77% | 1.63 | 24.78% |
| Aerospace/Defense | 77 | 10.84% | 1.41 | 35.48% |
| Air Transport | 21 | 33.28% | 1.42 | 39.97% |
| Apparel | 39 | -26.07% | 1.32 | 35.74% |
| Auto & Truck | 31 | -18.72% | 1.54 | 28.60% |
| Auto Parts | 37 | 0.54% | 1.47 | 35.95% |
| Bank (Money Center) | 7 | -13.84% | 1.08 | 51.58% |
| Banks (Regional) | 557 | -3.90% | 0.50 | 26.37% |
| Beverage (Alcoholic) | 23 | -8.43% | 1.01 | 24.63% |
| Beverage (Soft) | 31 | 17.21% | 1.30 | 24.19% |
| Broadcasting | 26 | -22.63% | 1.32 | 29.55% |
| Brokerage & Investment Banking | 30 | -7.82% | 1.20 | 43.27% |
| Building Materials | 45 | -14.76% | 1.28 | 43.06% |
| Business & Consumer Services | 164 | -10.70% | 1.17 | 30.68% |
| Cable TV | 10 | -22.05% | 1.26 | 48.66% |
| Chemical (Basic) | 38 | -3.92% | 1.25 | 28.99% |
| Chemical (Diversified) | 4 | -20.97% | 1.41 | 35.34% |
| Chemical (Specialty) | 76 | -16.79% | 1.28 | 36.81% |
| Coal & Related Energy | 19 | 11.09% | 1.45 | 23.41% |
| Computer Services | 80 | -1.86% | 1.17 | 27.68% |
| Computers/Peripherals | 42 | -6.42% | 1.29 | 29.41% |
| Construction Supplies | 49 | -16.19% | 1.26 | 41.63% |
| Diversified | 23 | -21.11% | 1.04 | 27.54% |
| Drugs (Biotechnology) | 598 | -17.50% | 1.24 | 22.87% |
| Drugs (Pharmaceutical) | 281 | -16.58% | 1.27 | 20.21% |
| Education | 33 | -11.84% | 1.10 | 27.16% |
| Electrical Equipment | 110 | -16.25% | 1.59 | 28.92% |
| Electronics (Consumer & Office) | 16 | -4.40% | 1.54 | 25.89% |
| Electronics (General) | 138 | -3.91% | 1.20 | 30.27% |
| Engineering/Construction | 43 | -8.87% | 1.20 | 39.10% |
| Entertainment | 110 | 16.26% | 1.45 | 20.82% |
| Environmental & Waste Services | 62 | 19.73% | 1.02 | 21.64% |
| Farming/Agriculture | 39 | 12.44% | 1.14 | 26.73% |
| Financial Svcs. (Non-bank & Insurance) | 223 | -5.93% | 0.89 | 29.51% |

Figura 34. Estadística de Regresión por Industria (US).

4.6.2 Flujo de caja anual de propuesta de compostaje

En el caso de la propuesta de compost, en la tabla 32 se representa el resultado de la suma total de todos los flujos de caja futuros (ingresos) menos la inversión inicial (egresos) necesaria para traer esos flujos de caja al presente. En base a la información obtenida, la organización puede destinar con garantía recursos al proyecto, sabiendo que le reportará un rendimiento positivo.

Tabla 32. Flujo de caja anual de la propuesta.

| Concepto/Año | Año 0 (S/) | Año 1 (S/) | Año 2 (S/) | Año 3 (S/) | Año 4 (S/) | Año 5 (S/) |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| I. INGRESOS | | | | | | |
| 1.- Ingreso (Total) | | 20,746.8 | 22,586.0 | 24,242.0 | 25,078.4 | 26,010.6 |
| Ventas realizadas | | 20,746.8 | 22,586.0 | 24,242.0 | 25,078.4 | 26,010.6 |
| II. EGRESOS | | | | | | |
| Costo de inversión inicial | | | | | | |
| Inversión (Total) | 15,299.4 | | | | | |
| 2.- Egresos (Total) | 15,299.4 | 16,440.1 | 16,465.0 | 16,518.1 | 16,528.9 | 16,541.1 |
| Costos de producción | | 12,649.3 | 12,674.2 | 12,727.3 | 12,738.2 | 12,750.3 |
| Gastos de mantenimiento | | 1,188.0 | 1,188.0 | 1,188.0 | 1,188.0 | 1,188.0 |
| Gastos administrativos | | 2,602.8 | 2,602.8 | 2,602.8 | 2,602.8 | 2,602.8 |
| Utilidad Operativa | -15,299.4 | 4,306.7 | 6,121.0 | 7,723.9 | 8,549.5 | 9,469.5 |
| Depreciación | | -5,487.5 | -5,487.5 | -5,487.5 | -5,487.5 | -5,487.5 |
| Utilidad antes de impuestos | -15,299.4 | -1,180.8 | 633.5 | 2,236.4 | 3,062.0 | 3,982.0 |
| Utilidad distribuida 8% | | -94.5 | 50.7 | 178.9 | 245.0 | 318.6 |
| Impuesto a la renta (14%) | | -165.3 | 88.7 | 313.1 | 428.7 | 557.5 |
| Inversión | -15,299.4 | | | | | |
| Depreciación | | -5,487.5 | -5,487.5 | -5,487.5 | -5,487.5 | -5,487.5 |
| Flujo de Caja Económico (FCE) | -15,299.4 | 4,566.5 | 5,981.6 | 7,231.9 | 7,875.8 | 8,593.5 |

El Valor Actual Neto (VAN) hallado para el estudio, en términos de unidades monetarias, fue de S/ 13,934.7. Representa la sumatoria de flujos netos de caja anuales menos la inversión realizada, en ese sentido, si el VAN > 0, como es el caso, la inversión proyectada generará ganancias por lo que es aceptada. Mientras que la Tasa Interna de Retorno (TIR) fue de 30%, deduciendo que la propuesta es rentable.

| | |
|------------|-------------|
| VAN | S/ 13,934.7 |
| TIR | 30% |

Por otra parte, en relación con el Costo/Beneficio este representa una medida para calibrar el éxito potencial de la propuesta dividiendo el valor actual de todos los ingresos previstos por todos los egresos previstos. Es decir, si la relación entre beneficios y costes es superior a 1, se concluye que la propuesta brinde beneficios a posterior. Por el contrario, si la relación Beneficio/Coste es inferior a uno, puede concluirse que la propuesta no será rentable una vez ejecutada. Aunado a ello, si la relación Beneficio/Coste es 1, entonces la propuesta alcanzará el punto de equilibrio, lo cual es una mala noticia para un inversor que busca obtener beneficios.

$$B/C = 1.21$$

Como el valor obtenido de Costo-Beneficio fue mayor a 1 (1.21), quiere decir que la propuesta de compostaje para reducir la contaminación ambiental de los desechos sólidos del proceso de despulpado del café orgánico en la empresa acopiadora de café es positiva, señalando que, por cada sol invertido, se registrará una ganancia ascendente a 21 céntimos de sol.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El diagnóstico reveló que las principales causas del impacto ambiental incluyen la falta de identificación, orden y limpieza de los contenedores de residuos, el desorden de desechos y mermas, la deficiencia en la recolección de residuos y la falta de organización en el sistema de recolección; los problemas se agravan por la ausencia de capacitación en temas de gestión ambiental y la falta de supervisión y mantenimiento en el equipo utilizado, lo que contribuye significativamente a la contaminación ambiental.

Se logró diseñar una propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico, la cual se centra en la implementación de la metodología Lean 5S y un sistema de compostaje que permite mitigar la contaminación ambiental generada por los desechos sólidos. La propuesta no solo organiza y optimiza las operaciones internas de la empresa acopiadora, sino que también fomenta prácticas sostenibles que promueven la reutilización de residuos orgánicos, beneficiando tanto al medio ambiente como a la productividad de la organización en la región Puno.

También, la propuesta de mejora incorpora la metodología Lean 5S para optimizar el uso de espacios de trabajo y la gestión de los desechos sólidos. Adicionalmente, se plantea un sistema de compostaje para procesar los residuos del despulpado del café orgánico, transformándolos en abono de alta calidad. Estas estrategias no solo reducen el impacto ambiental, sino que también generan un valor económico adicional para la empresa al diversificar sus actividades productivas con la venta de compost.

La evaluación económica demuestra que la propuesta es factible, rentable y sostenible. Los indicadores financieros clave, como el VAN (S/ 13,934.7) y la TIR (30%), revelan que la inversión en la propuesta generará beneficios económicos. Además, el análisis costo-beneficio ($B/C=1.21$) confirma que, por cada sol invertido, se obtendrán 21 céntimos de ganancia, validando la viabilidad financiera de la iniciativa. Esto asegura que la empresa puede implementar la propuesta con un impacto positivo tanto en el ámbito ambiental como económico.

5.2 Recomendaciones

Sobre la base de toda la información obtenida a partir de la investigación las recomendaciones están dirigidas a diferentes actores involucrados en el proceso de despulpado del café orgánico, con el objetivo de reducir la contaminación ambiental y promover prácticas más sostenibles en toda la cadena de producción y distribución del café. De este modo, se recomienda:

Promover la implementación de políticas más estrictas y regulaciones ambientales que promuevan prácticas sostenibles en la industria del café. Esto incluye la promoción de la gestión adecuada de los desechos sólidos, así como incentivos para empresas que adopten prácticas ambientalmente responsables. Para las empresas acopiadoras de café orgánico, estas deben priorizar la implementación de prácticas de ingeniería de métodos para optimizar los tiempos de procesamiento y reducir la generación de desechos sólidos. De esa manera, no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también tendrá un impacto positivo en el medio ambiente.

Los productores de café orgánico deben fomentar la adopción de prácticas de compostaje en las fincas de producción de café, ello no solo ayudará a reducir la acumulación de desechos sólidos, sino que también generará ingresos adicionales a través de la venta de compost.

Los trabajadores de las empresas acopiadoras de café están en la obligación de capacitar a los trabajadores sobre la importancia de cumplir con los principios de la metodología 5S, especialmente en lo que respecta a la limpieza y el orden en el proceso de despulpado. La recomendación ayudará a minimizar la contaminación ambiental y a mejorar las condiciones de trabajo.

Las comunidades afectadas por la contaminación ambiental deben realizar acciones a favor de la sensibilización y la participación de las comunidades en la gestión de residuos sólidos, el cual puede incluir programas de educación ambiental, campañas de limpieza y la promoción de prácticas de reciclaje y compostaje a nivel comunitario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ JIMÉNEZ, W. Y CORDERO, V. Plan de mejora utilizando la filosofía del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en PERHUSA SAC, Chiclayo. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Señor de Sipán, 2019. [En línea] [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6570>
- ANDRADE, A., DEL RÍO, C. y ALVEAR, D. Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado. Información Tecnológica [En línea]. Marzo-junio, 2019, 30(3). [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- AYSANO, I. Propuesta de un proceso para la reducción del impacto ambiental en las actividades de las MYPES cafetaleras en Oxapampa, Villa Rica, para mejorar su productividad. Tesis (Título de ingeniero industrial), Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. [En línea] [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625254/AysanoS_I.pdf?sequence=5
- BAENA, P. Metodología de la investigación [En línea]. 3era ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. ISBN: 978-607-744-748-1. [fecha de consulta: 18 de septiembre de 2022]. Disponible en http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ. Bonos del Tesoro EE.UU. 10 años (%). [En línea]. 2023. [Fecha de consulta: 28 junio de 2023]. Disponible en: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04719XD/html/2013-01-01/2023-06-28/>
- BENÍTEZ, P., MIRANDA, L., MOLINA, Y., SÁNCHEZ, B. y BALZA, A. Residuos de plaguicidas en la cáscara e interior de la papa (*Solanum tuberosum* L.) proveniente de una región agrícola del estado Mérida, Venezuela. Bioagro [En línea]. Enero-julio, 2015, 27(1). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612015000100004

- BUSTINZA, R. y GOMERO, L. Optimización del proceso de compostaje con la pulpa de café en el anexo Unión Pucusani (Chanchamayo-junín). *Idesia (Arica)* [En línea]. Marzo, 2023, 41(1). [Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292023000100085>
- CAJO, J. y TANTARICO, G. Tratamiento de agua mieles post lavado del café (*Coffea arábica*) para mitigar la contaminación de suelos en el distrito de San Ignacio. Tesis (Título de Ingeniero ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020. [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49383/Cajo_LJ-Tantarico_HGE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CARRILLO, M., ALVIS, C., MENDOZA, Y. & COHEN, H. Lean Manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. *Signos* [En línea]. Enero, 2019, 11(1), 71-86. [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2022]. ISSN 2145-1389. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330721952_Lean_manufacturing_5_s_y_TPM_herramientas_de_mejora_de_la_calidad_Caso_empresa_metalmeccanica_en_Cartagena_Colombia
- CHAVARRÍA A., O. Comparación de los impactos ambientales ocasionados por la técnica de incineración y rellenos sanitarios para la gestión de residuos sólidos Ingeniería [En línea] Julio-diciembre, 2022, 32 (2). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15517/ri.v32i2.48546>
- CÓRDOVA, I. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo – 2020. Tesis (Título de ingeniero industrial). Huancayo: Universidad Continental, 2021. [En línea] [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10456/2/IV_FIN_107_TE_Cordova_Jimenez_2021.pdf
- CORTÉS, D. Explotación de los residuos del café mediante un sistema de producción cíclico. Tesis (Tesis de dirección de empresas) Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [En línea] [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/129126/Cort%C3%A9s%20-%20Explotaci%C3%B3n%20de%20los%20residuos%20del%20café%20C3%A9%20me>

diante%20un%20sistema%20de%20producci%C3%B3n%20c%C3%ADclico..pdf?sequence=1

CUEVAS, C., GONZÁLEZ, T., TORRES, M. y VALLADARES, M. Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio* [En línea]. Agosto-noviembre, 2020, 16(39). [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. <https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/7>

DE LA ROSA, J. Propuesta para mitigar la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en la cooperativa agraria Juan Marco “El Palto” - Jumarp, Lonya grande, 2015-2016. Tesis (Título de ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad de San Martín de Porras, 2019. [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5235>

DÍAZ, G. y SALAZAR, D. La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *Podium* [En línea]. Julio-septiembre, 2021, (39). [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.2>

DUPIN, M., PÉREZ, L., GUERRA, B., GOYA, F., IBARRA, E. y PÉREZ, F. Evaluación del desempeño ambiental del matadero Chichi Padran. *Centro Azúcar* [En línea]. Julio-septiembre, 2018, 45(3). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 0253-5777. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612018000300004

ESCALANTE, O. Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. *Industria DATA* [En línea]. Diciembre-febrero, 2021, 24(1). [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.19814>

FAVELA-HERRERA, M., ESCOBEDO-PORTILLO, M., ROMERO-LÓPEZ, R. & HERMÁNDEZ-GÓMEZ, J. Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1) [En línea]. Junio, 2019, 115-133. [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2022]. ISSN 1794-4449. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492019000100115

FERNÁNDEZ, Y., SOTTO, K. y VARGAS, L. Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Producción+Limpieza Peruana* [En línea]. Enero-junio, 2020, 15(1). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 1728-5917. Disponible en: <https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a7>

FERNÁNDEZ-CORTÉS, Y., SOTTO-RODRÍGUEZ, K. Y VARGAS-MARÍN, L. Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Producción + Limpia* [En línea]. Enero-Junio, 2020, 15(1). [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. ISSN 1909-0455. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552020000100093

GARCÍA, J. Caracterización de los residuos sólidos ordinarios presentes en el área de interés paisajístico Alonso Vera (Girardot, Cundinamarca) y sus posibles implicaciones ambientales. *Revista Luna Azul* [En línea]. Enero-julio, 2015, (40). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 1909-2474. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n40/n40a14.pdf>

GÓMEZ, R. Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa “Facalsa” de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos. *Ciencia Latina, Revista Multidisciplinaria* [En línea]. Junio-septiembre, 2021, 5(5). [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.876

GÜERE, J. y RAMÍREZ, E. Implementación de ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la tintorería de la empresa Textiles Ate SAC, 2021. Tesis (Título de ingeniería industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73741>

HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. 6ta ed. México: McGraw Hill, 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5. [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2022]. Disponible en <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

HERVACIO, S. y REGALADO, A. Propuesta de un manual de aprovechamiento y minimización de residuos orgánicos generados por el bagazo en di Café. Tesis (Título de licenciado en gestión ambiental). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2020. [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3f84d36b-5030-4156-89e7-6c3c2c1d4551/content>

HORCAS, J. S., & SOLER, V. G. Lean manufacturing en PYMES. 3c Empresa: investigación y pensamiento crítico [En línea]. Edición especial, 2017, 101–117. [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2022]. ISSN-e 2254-3376. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6300070>

JARA, F. Propuesta de mejora en gestión de ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la línea de producción de una empresa textil de la ciudad de Trujillo. Tesis (Título de ingeniero industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2020. [En línea] [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/24652>

LAGUNAS, M., ALMENDÁREZ, M., BELTRÁN, L. y ORTEGA, A. Propuesta metodológica para medir la sostenibilidad costera local en zonas áridas: su aplicación en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno. Estudios Sociales (Hermosillo, Son.) [En línea]. Julio-diciembre, 2017, 27(50). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 0188-4557. Disponible en: <https://doi.org/10.24836/es.v27i50.422>

LÓPEZ, C. Caracterización física y factores de conversión de café especial en la finca agrotakesi, municipio de Yanacachi - La Paz, Bolivia. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales [En línea]. Enero-mayo, 2021, 8(3). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 2409-1618. <https://doi.org/10.53287/akpb7547uc31d>

LOZANO, L. Y ZÚÑIGA, C. (2020). Propuesta de mejoramiento de las condiciones actuales del proceso del café en la empresa La Esperanza para cumplir con la certificación C.A.F.E Practices. Tesis (Título de ingeniero industrial). Santiago de Cali: Universidad ICESI, 2020. [En línea] [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/87553/1/TG03019.pdf

MEDINA, A., NOGUEIRA, D., HERNÁNDEZ, A. y COMAS, R. Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. Revista Chilena de Ingeniería [En línea]. Febrero-mayo, 2019, 27(2). [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v27n2/0718-3305-ingeniare-27-02-00328.pdf>

- MONDRAGÓN, F. Y QUINCHO, G. Propuesta de mejora utilizando la metodología Lean Manufacturing para aumentar la productividad en el área de producción de una empresa elaboradora de café pergamino seco. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2020. [En línea] [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3279>
- MORÁN, G. y GONZAGA, S. Análisis de la medición del impacto ambiental como producto del crecimiento económico. *Revista Universidad y Sociedad* [En línea]. Enero-marzo, 2017, 9(1). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 2218-3620. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100012
- MURIEL, D. Propuesta de mejora a la gestión ambiental en la producción sostenible de café, en la finca “el Nilo” ubicada en el corregimiento de Pance, Santiago de Cali, Valle del Cauca. Tesis (Título de ingeniero ambiental). Santiago de Cali: Universidad Autónoma del Occidente, 2019. [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10885/T08477.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- NYU STERN SCHOOL OF BUSINESS. Regression Statistics by Industry (US). [En línea]. Enero, 2023. [Fecha de consulta: 10 mayo de 2023]. Disponible en: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/indreg.html
- OLIVERA, R. y VÁSQUEZ, M. Plan de mejora de la productividad en la fabricación de pallets mediante la aplicación de la ingeniería de métodos en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C. Chiclayo. Tesis (Título de ingeniero industrial). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2020. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8074>
- OSORIO, V. y VELÁSQUEZ, H. Implementación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la empresa Tealmol SAC de Ate, 2020. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54428>
- PÉREZ, V., & QUINTERO, L. Metodología dinámica para la implementación de 5^º s en el área de producción de las organizaciones. *Revista Ciencias Estratégicas* [En línea]. Julio-diciembre, 2017, 25(38), 411– 423. [Fecha de consulta: 12 de noviembre de

2022]. ISSN: 1794-8347. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151354939009>

PONCE, L., ORELLANA, K., ACUÑA, I., ALFONSO, J. y FUENTES, T. Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina* [En línea]. Enero-abril, 2018, 6(1). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 2308-0132. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322018000100015

PROKOPENKO, J. *La gestión de la productividad, Manual práctico*. Primera. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989. 317. ISBN: 92-2-305901-1. Disponible en:
<http://catalogocindoc.ins.gob.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10493>

PURIHUAMAN, C. y CARRASCAL, J. *Mejora continua de los procesos productivos de una planta procesadora de café para aumentar la productividad*, Chiclayo, 2018. Tesis (Título de ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018. [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/29516/Vilcherrez_QC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

QUILLOS, S., ESCALANTE, N., SÁNCHEZ, D., QUEVEDO, L. y DE LA CRUZ, R. *Residuos sólidos domiciliarios: caracterización y estimación energética para la ciudad de Chimbote*. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [En línea]. Julio-septiembre, 2018, 84(3). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2018000300006

RESTREPO, L. y VILLA, G. *Estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café en las fincas cafetaleras del municipio de Andes, Antioquia*. Tesis (Tecnólogo ambiental). Medellín: Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, 2020. [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en:
<https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/773/Pulpa%20cafe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REVELO, J. *Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos para la población del Cantón Piñas, Provincial de El Oro*. Tesis (Título de ingeniero ambiental). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2019. [Fecha de consulta: 24 de noviembre de

2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17504/1/UPS-CT008349.pdf>

RODRÍGUEZ, D., BORY, H., ARIAS, T., CÓRDOVA, V. y BESSY, T. (2022). Propuestas para minimizar el impacto ambiental de dos industrias en la bahía de Santiago de Cuba. *Tecnología Química*. En línea]. Mayo-agosto, 2022, 42(2). [Fecha de consulta: 11 de siemtiembre de 2024]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852022000200341

RUÍZ, J., RAMÍREZ, A., LUNA, K., ESTRADA, J. y SOTO, O. Optimización de tiempos de proceso de desestibadora y en llenadora. *Revista Ra Ximhai* [En línea]. Marzo-junio, 2017, 13(3). [Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46154070016.pdf>

RUÍZ, R., MEDINA, J., DE LA TORRE, J., RINCÓN, G., SÁNCHEZ, J. Y ARYAL, D. Efecto de la disposición de los residuos resultantes del beneficiado húmedo del café sobre las características físicas y química del agua de corriente natural. *Terra Latinoamericana* [En línea]. Enero-diciembre, 2021, 39. [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 2395-8030. Disponible en: <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.884>

SÁNCHEZ, G. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad del área de producción en la empresa Fusimec SRL, 2021. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88442>

SAUCEDA, E., VALENZUELA, R. y BÁEZ, G. Aplicación de ingeniería de métodos para el mejoramiento de operaciones en una empresa manufacturera de equipos de audio. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo* [En línea]. Marzo-Abril, 2021, 3(1). [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. ISSN 2452-4859. Disponible en: <https://doi.org/10.29393/EID3-8AIES30008>

SEVERICHE, C. Clasificación y valoración de impactos ambientales: una aproximación para su práctica. *Renovat: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, Tecnología e Innovación* [En línea]. Diciembre, 2021, 7(2). [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/4414>

- TORRES, L., SANÍN, A., ARANGO, A. y SERNA, J. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua mieles del beneficio del Café. Revista ION [En línea]. Octubre-diciembre, 2019, 32(2). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. Disponible en: <http://doi.org/>
- VELA, F. Aplicación de la ingeniería de métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético. Tesis (Título de maestro en ingeniería industrial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. [En línea] [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2482>
- VELASCO, J. Aplicación de la ingeniería de métodos en la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera para incrementar la productividad de la empresa manufacturas y Procesos Integrados E.I.R.L. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Privada del Norte, 2017. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12498?show=full>
- VILLACRESES, G. Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de Guayusa Ecocampo. Tesis (Título de ingeniero ambiental). Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018. [En línea] [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2532/1/76809.pdf>
- ZAMORA, E., OVIEDO, B. y LÓPEZ, R. Protección y conservación del medio ambiente en el recinto La Alegría del Congo Cantón Buena Fe Provincia Los Ríos. Universidad y Sociedad [En línea]. Abril-junio, 2019, 11(2). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 2218-3620. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000200209
- ZOLEZZI, A. Salud y medio ambiente en el Perú Actual. Acta Médica Peruana [En línea]. Abril-junio, 2017, 34(2). [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2022]. ISSN 1728-5917. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172017000200001

ANEXOS

Anexo N° 01. Matriz de consistencia.

| PROBLEMA | OBJETIVOS | VARIABLES | DIMENSIONES | METODOLOGÍA |
|--|---|---|---|---|
| General | General | | | |
| ¿Cómo la propuesta de mejora para el proceso de despulpado minimiza la contaminación ambiental de los desechos sólidos del café orgánico en una empresa acopiadora de café, Región Puno, 2024? | Diseñar una propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico para minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos en una empresa acopiadora de café, Región Puno, 2024. | VARIABLE 1 (INDEPENDIENTE) Propuesta de mejora en el proceso de despulpado | D1: Productividad D2: Actividades en los procesos D3: Herramientas de ingeniería de métodos | Enfoque: Cuantitativo y Cualitativo (Mixto) Tipo: Básica Nivel: Descriptivo – de campo Diseño: No experimental Población: 20 Trabajadores de la empresa acopiadora de café orgánico Puno, involucradas con el proceso de despulpado del café |
| Específicos | Específicos | | | |
| ¿Cuál es la situación actual en el proceso del Café orgánico en la organización? | Realizar un diagnóstico en el proceso del Café Orgánico por medio de la aplicación de la ingeniería de métodos. | | | |
| ¿Cuáles son las causas del impacto ambiental generado por los desechos sólidos identificados en el diagnóstico del proceso del café orgánico? | Identificar las causas del impacto ambiental generado por los desechos sólidos identificados en el diagnóstico del proceso del café orgánico. | VARIABLE 2 (DEPENDIENTE) Contaminación ambiental | D1: Medio ambiente | Muestreo: 20 Trabajadores de la empresa acopiadora de |

| | | | | |
|---|---|--|---|--|
| | | | D2: Nivel de impacto o incidencia D3: Mitigación de la contaminación | café Puno, involucradas con el proceso de despulpado del café Técnica: Observación directa, encuesta, entrevista, herramientas Lean Manufacturing. Instrumento: Cuestionario, matriz de Leopold, entrevista. |
| ¿Cuál será la herramienta Lean Manufacturing apropiada para minimizar los desechos sólidos del café orgánico? | Determinar la herramienta Lean Manufacturing más apropiada para minimizar los desechos sólidos del café orgánico. | | | |
| ¿Cuál será la propuesta de mejora en el proceso de despulpado del café orgánico que ayude a minimizar la contaminación ambiental de los desechos sólidos? | Elaborar una propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico que minimice la contaminación ambiental de los desechos sólidos. | | | |
| ¿Cuál es la factibilidad económica de la propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico que minimice la contaminación ambiental de los desechos sólidos? | Evaluar la factibilidad económica de la propuesta de mejora para el proceso de despulpado del café orgánico que minimice la contaminación ambiental de los desechos sólidos en la empresa | | | |

Anexo N° 02. Matriz de Leopold.

| MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|------------|-----------------------------------|--------|--------|--------------------|-----------------------|-------|
| Factores | Acciones | Acciones y procesos del café impactantes | | | | | | | |
| | | Etapas después de la cosecha | | | | | | | |
| | | Recolección | Despulpado | Lavado y Fermentado de los granos | Secado | Trilla | Tostado y Envasado | Empacado y Transporte | Total |
| Medio Físico | Atmósfera | Calidad del aire | | | | | | | |
| | | Generación de gas | | | | | | | |
| | | Ruido | | | | | | | |
| | | Polvo | | | | | | | |
| | Agua | Calidad | | | | | | | |
| | Suelo | Residuos sólidos | | | | | | | |
| | Flora | Cubierta vegetal | | | | | | | |
| Fauna | Migración | | | | | | | | |
| Medio socioeconómico | Percepción | Vista y paisaje | | | | | | | |
| | | Disponibilidad del área | | | | | | | |
| | Infraestructura | Accesibilidad | | | | | | | |
| | | Tráfico pesado | | | | | | | |
| | Humanos | Seguridad | | | | | | | |
| | | Salud | | | | | | | |
| | Economía y población | Empleo estacional | | | | | | | |
| Empleo fijo | | | | | | | | | |
| Ingresos económicos | | | | | | | | | |
| N° de Impactos positivos | | | | | | | | | |
| N° de Impactos negativos | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | |

Anexo N° 03. Valoración de impactos ambientales.

| PUNTUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------|------------------|----------------------|----------|------|--------------------------|------------------|----------|------------------|------|-----------------------|-------------|---------|
| Naturaleza (N) | Impacto beneficioso (+) Impacto perjudicial (-) | | | | | | | | | | | | | |
| Intensidad (IN) (Grado de destrucción) | Baja= 1 Media= 2 Alta= 4 Muy alta= 8 Total= 12 | | | | | | | | | | | | | |
| Extensión (EX) (Área de influencia) | Puntual= 1 Parcial= 2 Extenso= 4 Total= 8 | | | | | | | | | | | | | |
| Momento (MO) (Plazo de manifestación) | Largo plazo= 1 Medio plazo= 2 Inmediato= 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Persistencia (PE) (Permanencia del efecto) | Fugaz= 1 Temporal= 2 Permanente= 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Reversibilidad (RV) | Corto plazo= 1 Medio plazo= 2 Irreversible= 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Sinergia (SI) (Potenciación de la manifestación) | Sin sinergismo= 1 Sinérgico= 2 Muy Sinérgico= 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Acumulación (AC) (Incremento progresivo) | Simple= 1 Acumulativo= 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Efecto (EF) (Relación causa efecto) | Indirecto= 1 Directo= 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación) | Discontinuo= 1 Periódico= 2 Continuo= 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios Humanos) | Recuperabilidad inmediata= 1 Recuperable medio plazo= 2 Mitigable y/o compensable= 4 Irrecuperable= 8 | | | | | | | | | | | | | |
| IMPORTANCIA DEL IMPACTO | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>La metodología mencionada consistió en el cálculo de la Significancia del Impacto (I), el cual es representado por el cálculo aritmético efectuado con los siguientes atributos: Naturaleza (±), Intensidad (IN), Extensión (EX), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR) y Recuperabilidad (MC); y, cuya fórmula es la siguiente:</p> $I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$ | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Se detallan a continuación los rangos de valor del Impacto de acuerdo a la categoría de impacto ambiental correspondiente:</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #ADD8E6;">Índice de importancia</th> <th style="background-color: #ADD8E6;">Grado de impacto</th> <th style="background-color: #ADD8E6;">Nivel de importancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$I < 25$</td> <td style="background-color: #90EE90;">Leve</td> <td rowspan="2">Impacto NO significativo</td> </tr> <tr> <td>$25 \leq I < 50$</td> <td style="background-color: #FFFF00;">Moderado</td> </tr> <tr> <td>$50 \leq I < 75$</td> <td style="background-color: #FF8C00;">Alto</td> <td rowspan="2">Impacto significativo</td> </tr> <tr> <td>$75 \geq I$</td> <td style="background-color: #FF0000;">Crítico</td> </tr> </tbody> </table> | | Índice de importancia | Grado de impacto | Nivel de importancia | $I < 25$ | Leve | Impacto NO significativo | $25 \leq I < 50$ | Moderado | $50 \leq I < 75$ | Alto | Impacto significativo | $75 \geq I$ | Crítico |
| Índice de importancia | Grado de impacto | Nivel de importancia | | | | | | | | | | | | |
| $I < 25$ | Leve | Impacto NO significativo | | | | | | | | | | | | |
| $25 \leq I < 50$ | Moderado | | | | | | | | | | | | | |
| $50 \leq I < 75$ | Alto | Impacto significativo | | | | | | | | | | | | |
| $75 \geq I$ | Crítico | | | | | | | | | | | | | |

Anexo N° 04. Instrumentos.

Cuestionario

Objetivo: el siguiente instrumento está dirigido a los trabajadores de CECOVASA, con el propósito de obtener información sobre los productores de café orgánico y como enfrentan los residuos sólidos del café y al impacto medioambiental.

| Definitivamente sí | Probablemente sí | Indeciso | Definitivamente no |
|--------------------|------------------|----------|--------------------|
| 4 | 3 | 2 | 1 |

| Ítems | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1.- ¿Cree que su asociación tendrá una ventaja sobre otras organizaciones de café orgánico si se adhiere al cuidado del medio ambiente y de los trabajadores? | | | | |
| 2.- ¿Cree que es vital preservar nuestro medio ambiente? | | | | |
| 3.- ¿Cree que los procesos de elaboración del café orgánico son perjudiciales para las personas que realmente lo producen? | | | | |
| 4.- ¿Cree que las operaciones de producción de café orgánico en CECOVASA son perjudiciales para la población local? | | | | |
| 5.- ¿Tienes idea de si la empresa fomenta la formación medioambiental de sus empleados? | | | | |
| 6.- ¿Conoce usted medidas preventivas que puede tomar para evitar la acumulación de desechos del café orgánico? | | | | |
| 7.- ¿Conoce cuáles son los estándares de la industria para un producto orgánico? | | | | |
| 8.- ¿Está de acuerdo en que una mejor gestión de los residuos de café orgánico sería beneficiosa? | | | | |
| 9.- ¿Cree que sería beneficioso para usted cuidar de los trabajadores de café orgánico y del medio ambiente? | | | | |
| 10.- - ¿Existen alguna acción preventiva que se pueda tomar para proteger el medio ambiente? | | | | |

Entrevista

Objetivo: el siguiente instrumento está dirigido a los trabajadores de CECOVASA, con el propósito de obtener datos para fortalecer la investigación y dar respuesta al proceso que ejecuta CECOVASA frente al manejo de los residuos sólidos del café.

| |
|--|
| 1.- ¿Qué medidas de seguridad ponen en marcha para evitar la acumulación de desechos de café orgánico? |
| |
| 2.- ¿Qué medidas preventivas toma para proteger el medio ambiente? |
| |
| 3.- ¿Cómo aprovechan su capacidad técnica para obtener grandes resultados? |
| |
| 4.- ¿Promueve a sus empleados a participar en programas de educación ambiental? |
| |
| 5.- ¿Cumple los criterios establecidos por el mercado como aceptables para los productos orgánico? |
| |
| 6.- ¿De qué manera imagina que se beneficiaría de un manejo más cuidadoso de los desechos de café orgánico? |
| |
| 7.- ¿Qué beneficios obtendrá si se adhiere a la protección del medio ambiente y al trato justo de los caficultores de café orgánico? |
| |

Anexo N° 05. Hoja de observación.

| Hoja de Observación: |
|--|
| Fecha de Observación: |
| Observador: |
| Aspectos a Observar: Proceso de Despulpado |
| Descripción del proceso de despulpado del café orgánico. |
| Identificación de las etapas del proceso y los equipos utilizados. |
| Evaluación de la eficiencia y efectividad del proceso actual. |
| Generación de Desechos Sólidos: |
| Cantidad de desechos sólidos generados durante el proceso de despulpado. |
| Tipo de desechos (cáscaras, pulpa, etc.). |
| Métodos actuales de manejo y disposición de los desechos sólidos. |

| |
|---|
| |
| Impacto Ambiental: |
| Observación de posibles impactos ambientales asociados con la generación y disposición de los desechos sólidos. |
| Evaluación de la contaminación del suelo, agua y aire. |
| Propuesta de Mejora: |
| Identificación de áreas de mejora en el proceso de despulpado para reducir la generación de desechos sólidos. |
| Descripción de posibles soluciones o medidas para minimizar la contaminación ambiental. |
| Evaluación de la viabilidad técnica, económica y ambiental de las propuestas de mejora. |
| Recursos y Capacidades: |
| Análisis de los recursos y capacidades disponibles en la empresa para implementar las mejoras propuestas. |

| |
|---|
| |
| Identificación de posibles limitaciones o barreras para la implementación. |
| Impacto Social y Económico: |
| Evaluación del impacto social y económico de la implementación de las mejoras propuestas en el proceso de despulpado. |
| Consideración de aspectos como la generación de empleo, la rentabilidad y la sostenibilidad económica. |
| Observaciones Adicionales: |
| Conclusiones y Recomendaciones: |
| Firma del Observador: |
| Firma del responsable del Proyecto: |

Anexo N° 06. Recolección y tabulación de las frecuencias de las causas raíz evidenciadas

| Frecuencia evidenciada | Causa raíz | Fecha de análisis | nomenclatura de la causa raíz |
|-------------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 14/02/2022 | Cr-1 |
| 2 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 15/02/2022 | |
| 3 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 16/02/2022 | |
| 4 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 17/02/2022 | |
| 5 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 18/02/2022 | |
| 6 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 19/02/2022 | |
| 7 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 20/02/2022 | |
| 8 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 21/02/2022 | |
| 9 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 22/02/2022 | |
| 10 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 23/02/2022 | |
| 11 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 24/02/2022 | |

| | | | |
|----|---|------------|--|
| 12 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 25/02/2022 | |
| 13 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 26/02/2022 | |
| 14 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 27/02/2022 | |
| 15 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 28/02/2022 | |
| 16 | Falta de identificación, orden y limpieza de contenedores de residuos | 1/03/2022 | |
| 17 | Desorden de desechos y mermas | 9/05/2022 | |
| 18 | Desorden de desechos y mermas | 10/05/2022 | |
| 19 | Desorden de desechos y mermas | 11/05/2022 | |
| 20 | Desorden de desechos y mermas | 12/05/2022 | |
| 21 | Desorden de desechos y mermas | 13/05/2022 | |
| 22 | Desorden de desechos y mermas | 14/05/2022 | |
| 23 | Desorden de desechos y mermas | 15/05/2022 | |
| 24 | Desorden de desechos y mermas | 16/05/2022 | |
| 25 | Desorden de desechos y mermas | 17/05/2022 | |
| 26 | Desorden de desechos y mermas | 18/05/2022 | |
| 27 | Desorden de desechos y mermas | 19/05/2022 | |
| 28 | Desorden de desechos y mermas | 20/05/2022 | |
| 29 | Desorden de desechos y mermas | 21/05/2022 | |

Cr-4

| | | | | |
|----|--|------------|------|------|
| 30 | Desorden de desechos y mermas | 22/05/2022 | Cr-5 | |
| 31 | Desorden de desechos y mermas | 23/05/2022 | | |
| 32 | Deficiencia en la recolección de residuos | 27/05/2022 | | |
| 33 | Deficiencia en la recolección de residuos | 28/05/2022 | | |
| 34 | Deficiencia en la recolección de residuos | 29/05/2022 | | |
| 35 | Deficiencia en la recolección de residuos | 30/05/2022 | | |
| 36 | Deficiencia en la recolección de residuos | 31/05/2022 | | |
| 37 | Deficiencia en la recolección de residuos | 1/06/2022 | | |
| 38 | Deficiencia en la recolección de residuos | 2/06/2022 | | |
| 39 | Deficiencia en la recolección de residuos | 3/06/2022 | | |
| 40 | Deficiencia en la recolección de residuos | 4/06/2022 | | |
| 41 | Deficiencia en la recolección de residuos | 5/06/2022 | | |
| 42 | Deficiencia en la recolección de residuos | 6/06/2022 | | |
| 43 | Deficiencia en la recolección de residuos | 7/06/2022 | | |
| 44 | Deficiencia en la recolección de residuos | 8/06/2022 | | |
| 45 | Deficiencia en la recolección de residuos | 9/06/2022 | | |
| 46 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 7/07/2022 | | Cr-2 |
| 47 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 8/07/2022 | | |
| 48 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 9/07/2022 | | |
| 49 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 10/07/2022 | | |

| | | | |
|----|--|------------|------|
| 50 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 11/07/2022 | Cr-3 |
| 51 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 12/07/2022 | |
| 52 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 13/07/2022 | |
| 53 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 14/07/2022 | |
| 54 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 15/07/2022 | |
| 55 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 16/07/2022 | |
| 56 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 17/07/2022 | |
| 57 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 18/07/2022 | |
| 58 | Falta de organización en el sistema de recolección de residuos | 19/07/2022 | |
| 59 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 1/08/2022 | |
| 60 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 2/08/2022 | |
| 61 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 3/08/2022 | |
| 62 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 4/08/2022 | |
| 63 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 5/08/2022 | |
| 64 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 6/08/2022 | |
| 65 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 7/08/2022 | |

| | | | |
|----|---|------------|------|
| 66 | Falta de capacitación en temas de gestión ambiental | 8/08/2022 | |
| 67 | Ausencia de supervisión | 9/09/2022 | Cr-6 |
| 68 | Ausencia de supervisión | 10/09/2022 | |
| 69 | Ausencia de supervisión | 11/09/2022 | |
| 70 | Ausencia de supervisión | 12/09/2022 | |
| 71 | Ausencia de supervisión | 13/09/2022 | |
| 72 | Ausencia de supervisión | 14/09/2022 | |
| 73 | Ausencia de supervisión | 15/09/2022 | |
| 74 | Falta de mantenimiento a las máquinas | 19/09/2022 | Cr-7 |
| 75 | Falta de mantenimiento a las máquinas | 20/09/2022 | |
| 76 | Falta de mantenimiento a las máquinas | 21/09/2022 | |
| 77 | Falta de mantenimiento a las máquinas | 22/09/2022 | |
| | | | |

Anexo N° 07. Tabla de suplementos OIT.

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

| | Hombres | Mujeres |
|---|---------|---------|
| A. Suplemento por necesidades personales | 5 | 7 |
| B. Suplemento base por fatiga | 4 | 4 |

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

| | Hombres | Mujeres | Hombres | Mujeres |
|---|---------|---------|---------|---------|
| A. Suplemento por trabajar de pie | 2 | 4 | 4 | 45 |
| B. Suplemento por postura anormal | | | 2 | 100 |
| Ligeramente incómoda | 0 | 1 | | |
| incómoda (inclinado) | 2 | 3 | | |
| Muy incómoda (echado, estirado) | 7 | 7 | | |
| C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar) | | | | |
| Peso levantado [kg] | | | | |
| 2,5 | 0 | 1 | | |
| 5 | 1 | 2 | | |
| 10 | 3 | 4 | | |
| 25 | | 9 | | 20 |
| 35,5 | 22 | --- | | máx |
| D. Mala iluminación | | | | |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | 0 | 0 | | |
| Bastante por debajo | 2 | 2 | | |
| Absolutamente insuficiente | 5 | 5 | | |
| E. Condiciones atmosféricas | | | | |
| Índice de enfriamiento Kata | | | | |
| 16 | | 0 | | |
| 8 | | 10 | | |
| F. Concentración intensa | | | | |
| Trabajos de cierta precisión | | 0 | 0 | |
| Trabajos precisos o fatigosos | | 2 | 2 | |
| Trabajos de gran precisión o muy fatigosos | | 5 | 5 | |
| G. Ruido | | | | |
| Continuo | | 0 | 0 | |
| Intermitente y fuerte | | 2 | 2 | |
| Intermitente y muy fuerte | | 5 | 5 | |
| Estridente y fuerte | | | | |
| H. Tensión mental | | | | |
| Proceso bastante complejo | | 1 | 1 | |
| Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos | | 4 | 4 | |
| Muy complejo | | 8 | 8 | |
| I. Monotonía | | | | |
| Trabajo algo monótono | | 0 | 0 | |
| Trabajo bastante monótono | | 1 | 1 | |
| Trabajo muy monótono | | 4 | 4 | |
| J. Tedio | | | | |
| Trabajo algo aburrido | | 0 | 0 | |
| Trabajo bastante aburrido | | 2 | 1 | |
| Trabajo muy aburrido | | 5 | 2 | |

¹ Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. **Ejemplo sin valor normativo**

Anexo N° 08. Tabla de valoración según Westinghouse.

| HABILIDAD | | | ESFUERZO | | |
|--------------------|----|------------|--------------------|----|-----------|
| 0.15 | A1 | Superior | 0.13 | A1 | Excesivo |
| 0.13 | A2 | Superior | 0.12 | A2 | Excesivo |
| 0.11 | B1 | Excelente | 0.10 | B1 | Excelente |
| 0.08 | B2 | Excelente | 0.08 | B2 | Excelente |
| 0.06 | C1 | Buena | 0.05 | C1 | Bueno |
| 0.03 | C2 | Buena | 0.02 | C2 | Bueno |
| 0.00 | D | Media | 0.00 | D | Medio |
| -0.05 | E1 | Aceptable | -0.04 | E1 | Aceptable |
| -0.10 | E2 | Aceptable | -0.08 | E2 | Aceptable |
| -0.16 | F1 | Pobre | -0.12 | F1 | Pobre |
| -0.22 | F2 | Pobre | -0.17 | F2 | Pobre |
| CONDICIONES | | | REGULARIDAD | | |
| 0.06 | A | Ideales | 0.04 | A | Perfecta |
| 0.04 | B | Excelentes | 0.03 | B | Excelente |
| 0.02 | C | Buenas | 0.01 | C | Buena |
| 0.00 | D | Medias | 0.00 | D | Media |
| -0.03 | E | Aceptables | -0.02 | E | Aceptable |
| -0.07 | F | Pobres | -0.04 | F | Pobre |

Anexo N° 09. Cálculo del tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar.

| VALORACIÓN DEL TRABAJADOR SEGÚN “Westinghouse” PROCESO HÚMEDO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 1) ACTUAL | | | | | | | | | |
|---|------------------|------|--------------------|------|-----------------|------|--------------------|------|--------------|
| ACTIVIDAD O PROCESO | HABILIDAD | | CONDICIONES | | ESFUERZO | | REGULARIDAD | | TOTAL |
| Recepción de la cosecha (acopio) | B2 | 0.08 | B | 0.04 | B2 | 0.08 | B | 0.03 | 0.23 |
| Transportes de fruto a procesamiento | A2 | 0.13 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.32 |
| Prelavado, despedregado y flotado | A1 | 0.11 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.30 |
| Transporte del fruto flotado | A2 | 0.13 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.32 |
| Despulpado | A1 | 0.15 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.34 |
| Separación de verdes del café | B1 | 0.11 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.30 |
| Pozos de fermentación del café | B1 | 0.11 | B | 0.04 | C1 | 0.05 | C | 0.03 | 0.21 |
| Eliminación del mucilago del café | A2 | 0.13 | B | 0.04 | B1 | 0.10 | B | 0.03 | 0.30 |

SUPLEMENTOS DE LA OIT - PROCESO HÚMEDO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 1) ACTUAL

| | SUPLEMENTOS | Recepción de la cosecha (acopio) | Transportes de fruto a procesamiento | Prelavado, despedregado y flotado | Transporte del fruto flotado | Despulpado | Separación de verdes del café | Pozos de fermentación del café | Eliminación del mucilago del café |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | A) Por necesidades personales | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | B) Por fatiga | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | A) Por trabajar de pie | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | B) Por postura anormal | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | C) Uso de fuerza/energía muscular | 9 | 9 | 0 | 9 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| | D) Mala iluminación | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | E) Condiciones atmosféricas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F) Concentración Intensa | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 |
| | G) Ruido | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | H) Tensión mental | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | I) Monotonía | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | J) Tedio | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| TOTAL | | 21 | 20 | 22 | 21 | 18 | 20 | 15 | 14 |

CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL/ESTANDAR – PROCESO HÚMEDO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 1) ACTUAL

| ITEM | ACTIVIDAD ó PROCESO | CICLOS | | | | TIEMPO PROMEDIO | VALORACIÓN DEL TRABAJADOR SEGÚN WESTINGHOUSE | TIEMPO NORMAL $TN=Tp(1xVT)$ | SUPLEMENTOS OIT | TIEMPO ESTANDAR $TE=TN(1+suplementos)$ |
|------|--------------------------------------|--------|-----|-----|-------------|-----------------|--|--------------------------------|-----------------|---|
| | | 1ro | 2do | 3ro | ∑ de ciclos | | | | | |
| 1 | Recepción de la cosecha (acopio) | 390 | 385 | 395 | 1170 | 390 | 0.23 | 491 | 0.21 | 594.11 |
| 2 | Transporte del fruto a procesamiento | 55 | 50 | 60 | 165 | 45 | 0.32 | 72 | 0.21 | 87.12 |
| 3 | Pre lavado, despedregado y flotado | 35 | 40 | 45 | 120 | 40 | 0.30 | 52 | 0.22 | 63.44 |
| 4 | Transporte de fruto a flotado | 50 | 65 | 50 | 165 | 55 | 0.32 | 72.6 | 0.21 | 87.84 |
| 5 | Despulpado | 44 | 46 | 45 | 135 | 35 | 0.34 | 60.3 | 0.18 | 71.15 |
| 6 | Separación de verdes del café | 43 | 44 | 45 | 132 | 44 | 0.30 | 57.2 | 0.20 | 68.64 |
| 7 | Pozos de fermentación del café | 725 | 730 | 720 | 2175 | 725 | 0.21 | 877.25 | 0.15 | 1008.83 |
| 8 | Eliminación del mucilago del café | 65 | 50 | 65 | 180 | 60 | 0.30 | 78 | 0.14 | 88.92 |

VALORACIÓN DEL TRABAJADOR SEGÚN “Westinghouse” PROCESO SECO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 2) ACTUAL

| ACTIVIDAD O PROCESO | HABILIDAD | | CONDICIONES | | ESFUERZO | | REGULARIDAD | | TOTAL |
|--|-----------|------|-------------|------|----------|------|-------------|------|-------------|
| | | | | | | | | | |
| Secado solar | C1 | 0.06 | A | 0.06 | B1 | 0.10 | C | 0.01 | 0.23 |
| Transporte de estiba | A2 | 0.13 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.32 |
| Secador rotativo | B1 | 0.11 | C | 0.02 | C1 | 0.05 | C | 0.01 | 0.19 |
| Reposo de café a 40° | B2 | 0.08 | C | 0.02 | B1 | 0.10 | B | 0.03 | 0.23 |
| Transporte de café pergamino seco | A2 | 0.13 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.32 |
| Almacenamiento en tolva | B1 | 0.11 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.30 |
| Envasado (sacos) | B1 | 0.11 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.30 |
| Transporte a almacén de producto terminado | A2 | 0.13 | B | 0.04 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.32 |
| Almacenado | C1 | 0.06 | B | 0.04 | B1 | 0.10 | B | 0.03 | 0.23 |

SUPLEMENTOS DE LA OIT - PROCESO SECO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 2) ACTUAL

| | SUPLEMENTOS | Secado solar | Transporte de estiba | Secador rotativo | Reposo de café a 40°C | Transporte de café pergamino seco | Almacenamiento en tolva | Envasado (sacos) | Transporte a almacén de producto terminado | Almacenado |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------|--|------------|
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | A) Por necesidades personales | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | B) Por fatiga | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | A) Por trabajar de pie | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | B) Por postura anormal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | C) Uso de fuerza/energía muscular | 1 | 9 | 0 | 0 | 9 | 3 | 9 | 9 | 9 |
| | D) Mala iluminación | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | E) Condiciones atmosféricas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F) Concentración Intensa | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | G) Ruido | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | H) Tensión mental | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | I) Monotonía | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | J) Tedio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 13 | 21 | 16 | 12 | 21 | 15 | 23 | 21 | 21 |

CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL/ESTANDAR – PROCESO SECO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 2) ACTUAL

| ITEM | ACTIVIDAD ó PROCESO | CICLOS | | | | TIEMPO PROMEDIO | VALORACIÓN DEL TRABAJADOR SEGÚN WESTINGHOUSE | TIEMPO NORMAL $TN=Tp(1xVT)$ | SUPLEMENTOS OIT | TIEMPO ESTANDAR $TE=TN(1+suplementos)$ |
|------|-----------------------------------|--------|------|------|--------------------|-----------------|--|-----------------------------|-----------------|--|
| | | 1ro | 2do | 3ro | Σ de ciclos | | | | | |
| 1 | Secador solar | 640 | 650 | 630 | 1920 | 640 | 0.23 | 787.2 | 0.13 | 889.53 |
| 2 | Transporte de estiba | 55 | 50 | 60 | 165 | 55 | 0.32 | 72.6 | 0.21 | 87.84 |
| 3 | Secador rotativo | 1200 | 1150 | 1100 | 3450 | 1150 | 0.19 | 1368.5 | 0.16 | 1587.46 |
| 4 | Reposo de café a 40°C | 180 | 275 | 300 | 855 | 285 | 0.23 | 350.55 | 0.12 | 392 |
| 5 | Transporte de café pergamino seco | 20 | 15 | 25 | 60 | 20 | 0.32 | 26.4 | 0.21 | 31.94 |
| 6 | Almacenamiento en tolva | 30 | 25 | 35 | 90 | 30 | 0.30 | 39 | 0.15 | 44.85 |
| 7 | Envasado (seco) | 20 | 25 | 30 | 75 | 25 | 0.30 | 32.5 | 0.23 | 39.97 |
| 8 | Transporte a almacén de producto | 25 | 35 | 30 | 90 | 30 | 0.32 | 39.6 | 0.21 | 47.91 |
| 9 | Almacenado | 235 | 245 | 240 | 720 | 240 | 0.23 | 295.2 | 0.21 | 357.19 |

VALORACIÓN DEL TRABAJADOR SEGÚN “Westinghouse” PROCESO HÚMEDO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 1) PROPUESTA

| ACTIVIDAD O PROCESO | HABILIDAD | | CONDICIONES | | ESFUERZO | | REGULARIDAD | | TOTAL |
|---|------------------|------|--------------------|------|-----------------|------|--------------------|------|--------------|
| Recepción de la cosecha (acopio) | B2 | 0.02 | C | 0.02 | B2 | 0.08 | B | 0.03 | 0.21 |
| Transportes de fruto a procesamiento | C1 | 0.02 | C | 0.02 | B2 | 0.08 | B | 0.03 | 0.19 |
| Prelavado, despedregado y flotado | B1 | 0.04 | B | 0.04 | B1 | 0.10 | B | 0.03 | 0.28 |
| Transporte del fruto flotado | B2 | 0.04 | B | 0.04 | B2 | 0.08 | B | 0.03 | 0.23 |
| Despulpado | A2 | 0.04 | B | 0.04 | B1 | 0.10 | B | 0.03 | 0.30 |
| Separación de verdes del café | A2 | 0.04 | B | 0.04 | B1 | 0.10 | B | 0.03 | 0.30 |
| Pozos de fermentación del café | B2 | 0.04 | B | 0.04 | B1 | 0.10 | B | 0.03 | 0.25 |
| Eliminación del mucilago del café | A2 | 0.04 | B | 0.04 | B1 | 0.10 | B | 0.03 | 0.30 |

SUPLEMENTOS DE LA OIT - PROCESO HÚMEDO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 1) PROPUESTA

| | SUPLEMENTOS | Recepción de la cosecha (acopio) | Transportes de fruto a procesamiento | Prelavado, despedregado y flotado | Transporte del fruto flotado | Despulpado | Separación de verdes del café | Pozos de fermentación del café | Eliminación del mucilago del café |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | A) Por necesidades personales | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | B) Por fatiga | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | A) Por trabajar de pie | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | B) Por postura anormal | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | C) Uso de fuerza/energía muscular | 9 | 9 | 0 | 9 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| | D) Mala iluminación | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | E) Condiciones atmosféricas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F) Concentración Intensa | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 |
| | G) Ruido | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | H) Tensión mental | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | I) Monotonía | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | J) Tedio | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| TOTAL | | 21 | 21 | 22 | 21 | 18 | 20 | 15 | 14 |

CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL/ESTANDAR – PROCESO HÚMEDO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 1) PROPUESTA

| ITEM | ACTIVIDAD ó PROCESO | CICLOS | | | | TIEMPO PROMEDIO | VALORACIÓN DEL TRABAJADOR SEGÚN WESTINGHOUSE | TIEMPO NORMAL $TN=T_p(1xVT)$ | SUPLEMENTOS OIT | TIEMPO ESTÁNDAR $TE=TN(1+suplementos)$ |
|------|--------------------------------------|--------|-----|-----|------------------|-----------------|--|---------------------------------|-----------------|---|
| | | 1ro | 2do | 3ro | \sum de ciclos | | | | | |
| 1 | Recepción de la cosecha (acopio) | 390 | 385 | 395 | 1170 | 390 | 0.21 | 471.9 | 0.21 | 569.91 |
| 2 | Transporte del fruto a procesamiento | 45 | 45 | 45 | 135 | 45 | 0.19 | 53.55 | 0.21 | 64.79 |
| 3 | Pre lavado, despedregado y flotado | 35 | 40 | 45 | 120 | 40 | 0.28 | 51.2 | 0.22 | 62.46 |
| 4 | Transporte de fruto a flotado | 50 | 65 | 50 | 165 | 55 | 0.23 | 67.65 | 0.21 | 81.85 |
| 5 | Despulpado | 40 | 35 | 30 | 105 | 35 | 0.30 | 45.5 | 0.18 | 53.69 |
| 6 | Separación de verdes del café | 43 | 44 | 45 | 132 | 44 | 0.30 | 57.2 | 0.20 | 68.64 |
| 7 | Pozos de fermentación del café | 725 | 730 | 720 | 2175 | 725 | 0.25 | 906.25 | 0.15 | 1042.18 |
| 8 | Eliminación del mucilago del café | 65 | 50 | 65 | 180 | 60 | 0.30 | 78 | 0.14 | 88.92 |

VALORACIÓN DEL TRABAJADOR SEGÚN “Westinghouse” PROCESO SECO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 2) PROPUESTA

| ACTIVIDAD O PROCESO | HABILIDAD | | CONDICIONES | | ESFUERZO | | REGULARIDAD | | TOTAL |
|--|------------------|------|--------------------|------|-----------------|------|--------------------|------|--------------|
| Secado solar | B2 | 0.08 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.29 |
| Transporte de estiba | A2 | 0.13 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.34 |
| Secador rotativo | A2 | 0.13 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.34 |
| Reposo de café a 40° | B1 | 0.11 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.32 |
| Transporte de café pergamino seco | A2 | 0.13 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.34 |
| Almacenamiento en tolva | B1 | 0.11 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.32 |
| Envasado (sacos) | B1 | 0.11 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.32 |
| Transporte a almacén de producto terminado | A2 | 0.13 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.34 |
| Almacenado | B2 | 0.08 | A | 0.06 | A2 | 0.12 | B | 0.03 | 0.29 |

SUPLEMENTOS DE LA OIT - PROCESO SECO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 2) ACTUAL

| | SUPLEMENTOS | Secado solar | Transporte de estiba | Secador rotativo | Reposo de café a 40°C | Transporte de café pergamino seco | Almacenamiento en tolva | Envasado (sacos) | Transporte a almacén de producto terminado | Almacenado |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------|--|------------|
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | A) Por necesidades personales | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | B) Por fatiga | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | A) Por trabajar de pie | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | B) Por postura anormal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | C) Uso de fuerza/energía muscular | 1 | 9 | 0 | 0 | 9 | 3 | 9 | 9 | 9 |
| | D) Mala iluminación | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | E) Condiciones atmosféricas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | F) Concentración Intensa | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | G) Ruido | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | H) Tensión mental | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | I) Monotonía | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | J) Tedio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 13 | 21 | 16 | 12 | 21 | 15 | 23 | 21 | 21 |

CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL/ESTANDAR – PROCESO SECO DEL CAFÉ ORGÁNICO (ETAPA – 2) PROPUESTA

| ITEM | ACTIVIDAD ó PROCESO | CICLOS | | | | TIEMPO PROMEDIO | VALORACIÓN DEL TRABAJADOR SEGÚN WESTINGHOUSE | TIEMPO NORMAL $TN=Tp(1xVT)$ | SUPLEMENTOS OIT | TIEMPO ESTANDAR $TE=TN(1+suplementos)$ |
|------|--|--------|------|------|-------------|-----------------|--|-----------------------------|-----------------|--|
| | | 1ro | 2do | 3ro | ∑ de ciclos | | | | | |
| 1 | Secador solar | 330 | 345 | 345 | 1020 | 340 | 0.29 | 438.6 | 0.13 | 495.61 |
| 2 | Transporte de estiba | 55 | 50 | 60 | 165 | 55 | 0.34 | 73.7 | 0.21 | 89.17 |
| 3 | Secador rotativo | 1000 | 1150 | 1150 | 3300 | 1100 | 0.34 | 1474 | 0.16 | 1709.84 |
| 4 | Reposo de café a 40°C | 280 | 275 | 300 | 855 | 285 | 0.32 | 376.2 | 0.12 | 421 |
| 5 | Transporte de café pergamino seco | 20 | 15 | 25 | 60 | 20 | 0.34 | 26.8 | 0.21 | 32.42 |
| 6 | Almacenamiento en tolva | 30 | 25 | 35 | 90 | 30 | 0.32 | 39.6 | 0.15 | 45.54 |
| 7 | Envasado (sacos) | 20 | 25 | 30 | 75 | 25 | 0.32 | 33 | 0.23 | 40.59 |
| 8 | Transporte a almacén de producto terminado | 25 | 35 | 30 | 90 | 30 | 0.34 | 40.2 | 0.21 | 48.64 |
| 9 | Almacenamiento | 235 | 245 | 240 | 720 | 240 | 0.29 | 309.6 | 0.21 | 290.4 |

