



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**Optimización de la productividad mediante la aplicación de
herramientas Lean Manufacturing en la empresa
SIEXPAL S.A.**

GINNA ARACELY OBREGÓN GUTIÉRREZ

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS, MENCIÓN
OPTIMIZACIÓN Y PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL**

RIOBAMBA – ECUADOR

MAYO 2024

Yo, Ginna Aracely Obregón Gutiérrez, declaro que el presente **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría, el patrimonio intelectual pertenece a la escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, mayo, 2024.

Ing. Ginna Aracely Obregón Gutiérrez

C.I. 1724777048

©2024, Ginna Aracely Obregón Gutiérrez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad **Proyectos de Investigación y desarrollo**, titulado: **Optimización de la productividad mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa SIEXPAL S.A.**, de responsabilidad de la señora: **Ginna Aracely Obregón Gutiérrez**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

Ing. Julio Cesar Moyano Alulema, Mgtr.

PRESIDENTE

Ing. Doris Lisbeth Mosquera Guanoluisa; Mgtr.

DIRECTORA

Ing. Fabián Eduardo Bastidas Alarcón, Mgtr.

MIEMBRO

Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano, Mgtr.

MIEMBRO

Riobamba, mayo de 2024

DEDICATORIA

A Jehová Dios

A mis amados padres María y Gabriel

Al amor de mi vida Damián

A mi pequeña hijita Isabellita

A mi hermano Javier

A mi abuelita Amelita

A mis suegros Hernando y Meri

Ginna

AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios, por darme su guía, sabiduría y entendimiento en este largo camino que es la vida y por permitirme ser parte de su pueblo.

A mis padres María y Gabriel, en especial a mi papá quien siempre me ha apoyado y fue quien me impulsó a continuar con mis estudios y ha estado pendiente de mí en todo momento.

A mi esposo Damián, por ser mi apoyo incondicional.

A mi pequeña Emma Isabella por ser el motor que me impulsa a ser mejor cada día.

A la Ing. Doris Mosquera, el Ing. Ing. Fabián Bastidas y al Ing. Ángel Guamán por el acompañamiento que me han dado durante el proceso de titulación.

Ginna

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación de la investigación.....	2
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.4. Hipótesis	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Productividad	4
2.2. La productividad desde el enfoque “hacer más con menos costo”	4
2.3. La productividad desde el enfoque “hacer más y mejor con menos”	4
2.4. La productividad desde el enfoque “hacer más y mejor con menos”	4
2.5. Productividad como proceso productivo	5
2.6. Importancia de la Productividad	5
2.7. Factores de la Productividad.....	6
2.8. Lean Manufacturing.....	7
2.8.1. <i>Origen</i>	7
2.8.2. <i>Pilares de Lean manufacturing</i>	8
2.8.3. <i>Estructura del sistema Lean</i>	8
2.9. Técnicas de Manufacturing.....	9
2.9.1. <i>Herramienta 5´S</i>	9
2.10. Estudio de tiempos y movimientos.....	10
2.11. Ciclo de la calidad (pasos en la solución de un problema)	10
2.12. Mapeo del flujo del valor (VSM)	11
2.13. Takt time	12

2.14.	Tiempo de ciclo	12
2.15.	Estandarización.....	12
2.16.	Just intime	13
2.17.	Análisis modal de fallos y efectos (AMFE).....	13
2.18.	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	14
2.19.	Las 5'S en el entorno TPM.....	14
2.20.	Matriz causa- efecto	14
2.21.	Identificación de variables.....	15
2.22.	Matriz de consistencia	15
2.23.	Operacionalización de variable.....	16

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	18
3.1.	Descripción de enfoque de la investigación	18
3.2.	Alcance.....	18
3.3.	Diseño de investigación.....	19
3.4.	Tipo de investigación	19
3.5.	Método de investigación	19
3.6.	Técnicas e instrumentos de investigación empleadas	20
3.7.	Fuentes de la Investigación.....	20
3.8.	Determinación de población y muestra	21

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1.	Situación actual de la empresa.....	22
4.1.1.	<i>Descripción de la empresa</i>	22
4.1.2.	<i>Localización</i>	22
4.1.3.	<i>Reseña histórica</i>	23
4.1.4.	<i>Misión</i>	23
4.1.5.	<i>Visión</i>	23
4.1.6.	<i>Organigrama de la empresa</i>	24
4.2.	Generalidades del proceso productivo	25
4.2.1.	<i>Descripción de la empresa, instalaciones, equipos de la empresa</i>	26
4.2.2.	<i>Productos elaborados en la empresa Siexpal S.A.</i>	27

4.3.	Identificación de los puestos de trabajo	27
4.3.1.	<i>Área de recepción y almacenamiento</i>	27
4.3.2.	<i>Área de proceso de palmistería</i>	28
4.3.3.	<i>Área de proceso de secado</i>	29
4.3.4.	<i>Área de proceso de prensado</i>	30
4.3.5.	<i>Área de proceso de filtrado de aceite</i>	30
4.3.6.	<i>Área de almacenamiento de aceites</i>	31
4.4.	VSM inicial	32
4.4.1.	<i>Selección del producto evaluado</i>	32
4.4.2.	<i>Cálculo del takt time</i>	32
4.4.3.	<i>Mapa del estado inicial VSM</i>	34
4.5.	Diagrama de flujo del proceso tipo material	36
4.6.	Diagrama de análisis del proceso:	37
4.7.	Situación inicial componentes del mantenimiento productivo total (TPM)	39
4.7.1.	<i>Resultados individuales auditoría inicial – pilares del 5´S</i>	42
4.8.	Análisis Modal de fallos y efectos (A.M.F.E):	42
4.9.	Evaluación entre pérdidas económicas el nivel de producción–situación inicial. 43	
4.10.	Cuadro resumen KPI´S inicial mantenimiento productivo total (TPM)	44

CAPÍTULO V

5.	PROPUESTA	46
5.1.	Diagramas de procesos- situación propuesta	46
5.2.	Indicadores para el desarrollo del VSM propuesto	48
5.2.1.	<i>Tiempo disponible y takt time</i>	49
5.3.	Cálculo de la productividad propuesta	50
5.3.1.	<i>Cálculo de la mejora de la productividad</i>	50
5.3.2.	<i>Mapa propuesto VSM</i>	50
5.4.	Implementación de la herramienta Lean 5´S	52
5.4.1.	<i>Desarrollo de la metodología 5´S</i>	52
5.4.2.	<i>Implementación Seiri (clasificar)</i>	53
5.4.3.	<i>Elementos Innesarios</i>	55
5.4.4.	<i>Elementos Necesarios</i>	56
5.4.5.	<i>Implementación de seiton (organizar)</i>	56
5.4.6.	<i>Implementación de seiso (limpiar)</i>	57
5.4.7.	<i>Implementación de seiketsu (estandarizar)</i>	59
5.4.8.	<i>Implementación de shitsuke (disciplina)</i>	60

5.5.	Auditoría final de la metodología 5´S	63
5.5.1.	<i>Mejora de productividad</i>	65
5.5.2.	<i>Impacto global - 5´S</i>	65
5.6.	Implementación TPM – Siexpal S.A.	66
5.7.	Propuesta piloto para mejorar la productividad utilizando análisis de fallos y efectos	70
5.7.1.	<i>Matriz causa - efecto</i>	70
5.7.2.	<i>Matriz AMFE</i>	72
5.7.3.	<i>Costos de inversión sobre la maquinaria</i>	73
5.8.	Cuadro resumen KPI´S propuesto mantenimiento productivo total (TPM)	74
5.9.	Validación estadística de la hipótesis	75
	CONCLUSIONES	77
	RECOMENDACIONES	78
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Técnicas de mejora en los sistemas productivos	9
Tabla 2-2:	Solución de un problema	11
Tabla 3-2:	Matriz de consistencia	16
Tabla 4-2:	Operacionalización de variables	17
Tabla 1-3:	Técnica e instrumentos utilizados	20
Tabla 1-4:	Descripción de la empresa	22
Tabla 2-4:	Localización de Siexpal S.A.	22
Tabla 3-4:	Distribución del personal antes de la pandemia de COVID 19	25
Tabla 4-4:	Situación actual.....	25
Tabla 5-4:	Descripción de las instalaciones en la empresa	26
Tabla 6-4:	Selección del producto.....	27
Tabla 7-4:	Tiempos de parada para 1 turno de trabajo en Siexpal S.A.	32
Tabla 8-4:	Datos situación inicial.....	33
Tabla 9-4:	Resumen del diagrama de flujo.....	37
Tabla 10-4:	Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.....	39
Tabla 11-4:	Auditoría inicial 5´S.....	40
Tabla 12-4:	Nivel de impacto de las 5S.....	41
Tabla 13-4:	Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.....	45
Tabla 1-5:	Resumen diagrama de flujo propuesto del proceso- extracción de aceite.....	48
Tabla 2-5:	Tiempos de parada para 1 turno de trabajo en Siexpal S.A.	49
Tabla 3-5:	Datos cálculo takt time propuesta	49
Tabla 4-5:	Formato seiri- clasificación.....	54
Tabla 5-5:	Elementos innecesarios.....	56
Tabla 6-5:	Elementos necesarios	56
Tabla 7-5:	Elementos necesarios	57
Tabla 8-5:	Cronograma de planificación	59
Tabla 9-5:	Cronograma de implementación	62
Tabla 10-5:	Auditoría final 5´S	63
Tabla 11-5:	Porcentaje de impacto de las 5S.....	66
Tabla 12-5:	Histórico de registros	67
Tabla 13-5:	Acciones correctivas recomendadas.....	68
Tabla 14-5:	Matriz causa – efecto	71
Tabla 15-5:	Matriz causa – efecto parte 2	71
Tabla 16-5:	Inversión maquinaria	74

Tabla 17-5:	Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.....	74
Tabla 18-5:	Histórico de registros	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Mejoras en la productividad.....	6
Figura 2-2:	Representación de los factores de la productividad.....	7
Figura 3-2:	Estructura 5´s.....	10
Figura 4-2:	Esquema del VSM.....	11
Figura 5-2:	Tiempo de takt time.....	12
Figura 6-2:	AMFE.....	13
Figura 1-4:	Localización de Siexpal S.A.....	23
Figura 2-4:	Organigrama estructural Siexpal S.A.....	24
Figura 3-4:	Área de almacenamiento.....	28
Figura 4-4:	Área de proceso de palmistería.....	29
Figura 5-4:	Área de proceso de secado.....	29
Figura 6-4:	Área de proceso de prensado.....	30
Figura 7-4:	Área de proceso de filtrado de aceite.....	31
Figura 8-4:	Área de proceso de almacenamiento de aceites.....	31
Figura 9-4:	VSM inicial.....	35
Figura 10-4:	Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.....	36
Figura 11-4:	Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.....	38
Figura 1-5:	Diagrama de procesos - actual.....	47
Figura 2-5:	VSM actual.....	51
Figura 3-5:	Socialización de la metodología.....	52
Figura 4-5:	Socialización de la metodología.....	53
Figura 5-5:	Criterio de selección – clasificación.....	54
Figura 6-5:	Tarjeta roja- seiri.....	55
Figura 7-5:	Tarjeta amarilla- seiso.....	58
Figura 8-5:	Manual de procesos 5´S.....	60
Figura 9-5:	Conformación e inspección al área de prensas.....	66
Figura 10-5:	Habilitación de la secadora y estandarización de procesos.....	68
Figura 11-5:	Inspección diaria a la maquinaria.....	69
Figura 12-5:	Matriz AMFE.....	73
Figura 13-5:	Prueba t pareada – minitab.....	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	AMFE.....	14
Gráfico 1-4:	Pilares individuales 5.....	42
Gráfico 2-4:	Resumen financiero Siexpal S.A.....	43
Gráfico 3-4:	Resumen financiero Siexpal S.A.....	44
Gráfico 1-5:	Histograma resumen nivel de actuación - 5´S.....	64
Gráfico 2-5:	Indicadores de productivos	65

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** TRÍPTICO INFORMATIVO SOCIALIZADO SOBRE LA HERRAMIENTA 5'S.
- ANEXO B:** MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS PARA APLICAR LA METODOLOGÍA 5'S
- ANEXO C:** ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)
- ANEXO D:** MATRIZ CAUSA - EFECTO
- ANEXO E:** TRABAJO DE CAMPO – SIEXPAL S.A.

RESUMEN

El objetivo fue optimizar la productividad mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa SIEXPAL S.A., de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, disminuyendo el tiempo de producción mediante la eliminación y mejora de los procesos y evaluando la factibilidad de la solución propuesta, el desarrollo del trabajo inició con la identificación de la situación actual de producción de aceite de palmiste mediante la medición de tiempos , diagramas de procesos, levantamiento de los principales indicadores del sistema, diagrama de análisis de procesos, VSM inicial, análisis de costos, encontrando una productividad inicial de 1.59 ton/ horas, takt time de 17,2 min/ton, el nivel de cumplimiento de los pilares 5´S de 40% , 2 máquinas inoperativas posteriormente se diseñó una propuesta permitiendo la optimización de los procesos en la empresa a través de la implementación de un manual de procesos y procedimientos y la implementación de tarjetas rojas y amarillas para aplicar la metodología 5´S, esta estandarización de las actividades dio como resultado un incremento en el cumplimiento de los pilares 5´S al 78,67% , incremento de la productiva 1.65 ton/ horas y disminución del takt time a 16,48 min/ton , mediante una socialización al personal administrativo y de planta de Siexpal S.A., finalmente se evaluó la viabilidad de la propuesta generada obteniendo como resultado un periodo de 8,44 y 5,63 meses de recuperación de la inversión por el cambio de la maquinaria inhabilitada, siendo una alternativa viable para incrementar la capacidad de producción , mediante la prueba estadística t pareada se comprobó la optimización del sistema aplicando las herramientas lean aceptando la hipótesis alternativa, se recomienda capacitaciones permanentes al personal para generar de esta forma una cultura de mejoramiento continuo de las actividades desempeñadas.

Palabras claves: <ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS> <VALUE STREAM MAPPING> <ESTUDIO DE TIEMPOS> <ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS> <METODOLOGÍA 5 S´>.



0037-DBRAI-UPT-DP-2024

09-05-2024

SUMMARY

The objective was to optimize productivity through the application of Lean Manufacturing tools in the company SIEXPAL S.A., in the city of Santo Domingo de los Tsáchilas, reducing production time by eliminating and improving processes and evaluating the feasibility of the proposed solution. The development of the work began with the identification of the current situation of production of palm kernel oil through the measurement of times, process diagrams, survey of the main indicators of the system, process analysis diagram, initial VSM and cost analysis. An initial productivity of 1.59 ton/hour, takt time of 17.2 min/ton, level of compliance with the 5'S pillars of 40%, 2 inoperative machines were found. Subsequently, a proposal was designed allowing the optimization of processes in the company by means of the implementation of a manual of processes and procedures and the implementation of red and yellow cards to apply the 5'S methodology. This standardization of activities resulted in an increase in compliance with the 5'S pillars to 78.67%, an increase in production 1.65 ton / hours and a decrease in takt time to 16.48 min / ton, through a socialization to the administrative and plant personnel of Siexpal S.A., Finally, the feasibility of the proposal generated was evaluated, obtaining as a result a period of 8.44 and 5.63 months of recovery of the investment for the change of the disabled machinery, being a viable alternative to increase the production capacity. By means of the paired statistical t-test the optimization of the system was verified applying the lean tools and accepting the alternative hypothesis. It is recommended permanent trainings to the personnel to generate in this way a culture of continuous improvement of the performed activities.

Keywords: <PROCESS STANDARDIZATION> <VALUE STREAM MAPPING > <TIME STUDY> <MODAL ANALYSIS OF FAILURES AND EFFECTS> <5 S' METHODOLOGY >

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La provisión de aceites vegetales y de grasas al mercado mundial proviene principalmente del aceite de palma, siendo este tipo de aceite vegetal el de mayor demanda y comercialización a nivel internacional, el mismo que garantiza la seguridad alimentaria por sus estrictos procesos productivos seguidos, para brindar la inocuidad de los métodos de fabricación del aceite, (Kumar 2016, p. 319-321). Los productos generados por la transformación de la palma son: aceite de palma, aceite de palmiste (es un subproducto y representa un peso del 5% al 12% del racimo) y torta de palmiste, gracias a la consistencia y características específicas de este aceite existen plantas productoras en la mayoría de los países, a nivel de América la mayor importación del aceite es generado por Estados Unidos debido al alto consumo de este.

La región de América Latina aporta significativamente a la producción mundial un 5,77% de aceite de palma, convirtiéndose en un productor trascendental en la región, la importación a gran escala del aceite se debe al apoyo rural sobre cultivo en varios países de Latinoamérica como Ecuador, Honduras, Perú y Colombia basados en objetivos del incremento de productividad, modelos sostenibles de mercado e innovación en productos. (González Cárdenas 2016, p. 215-228)

La empresa Siexpal S.A es una industria ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas desde hace años atrás, dedicada a la extracción de dos productos crudos (productos que sirven como materia prima para otro tipo de elaboraciones) estos son: aceite de palmiste y pasta de palmiste, durante el proceso extractivo se emplea subprocesos dirigidos de forma centralizada, bajo este criterio el área productiva y de ventas es de elevado costo lo cual repercute en el beneficio económico para la empresa, acorde la demanda de producción diaria.

La empresa buscar renovarse constantemente con el objetivo de mejorar los procesos maximizando la productividad y estableciendo estándares de calidad óptimos, razón por la cual el trabajo de titulación propuesto permitirá mejorar la producción en la empresa Siexpal S.A, mediante la aplicación de herramientas de calidad Lean Manufacturing aplicada a las distintas áreas que conforman la misma, mediante la utilización de diversas herramientas y metodologías para generar una mejora continua, lo cual se verá reflejado en el incremento de diversos indicadores productivos como lo son: eficiencia, eficacia, competitividad y rentabilidad brindando un servicio de calidad, en óptimas condiciones que servirá como materia prima para el desarrollo de diversos productos aptos para el mercado local e internacional.

1.1. Planteamiento del problema

Siexpal S.A es una extractora que se dedica a la refinación de aceites vegetales, generando dos productos principales: aceite de palmiste y pasta de palmiste, estos productos se utilizan en la industria alimenticia y de cosméticos de maneras distintas; como es el caso del aceite de palmiste el cual es utilizado para la elaboración de jabones y la pasta de palmiste se utiliza principalmente para la elaboración de balanceados para animales, de estos dos productos el aceite de palmiste es el producto más demandado, sin embargo la producción en los últimos tres años luego de la pandemia causada por el virus del SARS- CoV- 2 se ha visto afectada hasta la actualidad pasando de un promedio mensual de 4000 toneladas mensuales en la producción de aceite de palmiste a 2000 toneladas mensuales cubriendo la demanda local y no la demanda de exportación.

La disminución en la producción, debido a la problemática de salud mundial del COVID 19, sumado a la ausencia de metodologías que permitan una estandarización de los procesos, acrecentado con el desconocimiento de métricas que permitan medir los tiempos empleados en las diferentes etapas productivas en la empresa, ocasionan problemas como cuellos de botellas, retrasos en la producción, insatisfacción de los clientes, tiempos muertos entre otros factores que afectan significativamente a la métrica de desempeño y demanda en la organización, generando pérdidas económicas, tiempos y recursos humanos, durante el proceso de transformación de los productos.

Por los parámetros expuestos anteriormente es importante establecer una metodología basada en la mejora continua que permita estandarizar los procesos, instaurar los parámetros óptimos para maximizar el sistema productivo, razón por la cual la aplicación de las diversas herramientas que forman parte de la metodología Lean Manufacturing permitirán la optimización del sistema y el uso eficiente de los recursos que dispone la empresa.

¿La aplicación de la metodología Lean Manufacturing permite el mejoramiento del sistema productivo para los procesos llevados a cabo en la empresa Siexpal S.A.?

1.2. Justificación de la investigación

La globalización en la que la humanidad se desarrolla incentiva al surgimiento de constantes cambios lo cual ha obligado a la innovación de las empresas dentro de un enfoque competitivo, sostenible y evolucionista, con el objetivo de permanecer en el mercado y ofrecer servicios de calidad de manera sostenible con el medio ambiente, garantizando la seguridad alimentaria de los productos elaborados. Las empresas de extracción de aceite y pasta de palmiste tienen una dura

batalla al momento de promocionar sus productos al mercado, en los que destaca la calidad, el precio, y el reconocimiento, los cuales son factores en los que interviene la eficiencia y eficacia de sus procesos productivos, siendo estos muy importantes por lo que deben ser optimizados al momento de la fabricación, por lo cual la nueva cultura corporativa hace uso de diferentes recursos de los que dispone para poder ser competitivo.

El desarrollo del presente trabajo de titulación tiene como objetivo analizar el proceso productivo de la empresa Siexpal S.A para poder escoger y aplicar las herramientas Lean Manufacturing apropiadas, que permitan la optimización de los recursos, así como la eliminación de desperdicios, para generar un aumento en los índices de productividad, eficiencia, eficacia, competitividad y rentabilidad.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Optimizar la productividad mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa Siexpal S.A.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar la situación actual del proceso de producción de aceite de palmiste de la empresa Siexpal S.A
- Diseñar una propuesta permita la optimización de los procesos en la empresa Siexpal S.A utilizando el enfoque al Lean Manufacturing
- Implementar las herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa.
- Evaluar la viabilidad de la propuesta a través de una prueba piloto en la empresa Siexpal S.A como parte de la aplicación del proceso.

1.4. Hipótesis

- H: La aplicación de las herramientas de calidad a través del uso de la metodología Lean Manufacturing optimizará la productividad en la empresa Siexpal S.A

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Productividad

La productividad puede definirse como la relación entre la producción obtenida por un sistema y los recursos utilizados para obtenerla, es decir el uso eficiente de recursos en la producción de diversos bienes o servicios. La terminología de esta palabra puede referirse a las tareas de: producción y actividades porque a través de los años, se ha vinculado con el ser humano a través de las actividades y resultados, mismos que son cuantificables por medio de indicadores logísticos. (Prokopenko 1989, p. 35)

2.2. La productividad desde el enfoque “ hacer más con menos costo”

Considerada desde el punto de vista ‘hacer más con menos costo’, se caracterizó por la preponderancia del enfoque hacia la producción y fue valorada como una aptitud, sin tener en cuenta la relación que tiene con el factor humano; lo importante era por tanto producir, no obstante, lo que debía medirse era el incremento y costo. La productividad se puede expresar como: “la relación entre los insumos y los productos asociados a una actividad” (Vivar et al. 2021, p. 15)

2.3. La productividad desde el enfoque “ hacer más y mejor con menos”

En este enfoque se caracteriza por prestar mayor atención a las necesidades de los clientes, en este análisis puede estimarse la predisposición a considerar en mayor medida del incremento de la producción, asociándolo a un mejor aprovechamiento del potencial disponible en el rubro de los recursos humanos. (Escaida Villalobos, Jara Valdés y Letzkus Palavecino 2016, p. 26-55)

2.4. La productividad desde el enfoque “ hacer más y mejor con menos”

En la actualidad los consumidores son cada vez más exigentes y solicitan nuevas alternativas; la globalización de los mercados, los cambios macroeconómicos, como el paso de una economía cerrada a una abierta, el control ecológico, ha inducido a la variación en la forma de competencia haciendo necesaria la diferenciación por la calidad y no por el precio de los procesos. (Vivar et al. 2021, p. 18)

2.5. Productividad como proceso productivo

La productividad como proceso productivo muestra la mejora en las técnicas, es decir, la comparación entre la cantidad de recursos utilizados frente a la cantidad de bienes y servicios producidos (Carro y González Gómez 2012, p. 6) , por lo que se puede establecer la siguiente ecuación:

$$Productividad = \frac{salidas}{entradas} \quad (1)$$

Los componentes de la productividad se definen como las entradas y salidas las mismas que están en función de los recursos que integran el proceso. Los resultados logrados se pueden medir en unidades producidas, piezas vendidas o utilidades, mientras que los recursos empleados se pueden cuantificar por número de trabajadores, horas máquina, tiempo total empleado, entre otros (Gutiérrez Pulido y Salazar, Román 2009, p. 10-25)

2.6. Importancia de la Productividad

El estudio y medición de este factor es muy importante, porque es una forma de evaluar la capacidad de un país para proporcionar una mejora en el estándar de vida de la población, de igual manera el aumento en los salarios, la rentabilidad de los proyectos; contribuyen significativamente a la inversión y fuentes de empleo, pues esta acrecienta el crecimiento económico (Heizer y Render 2004, p. 22) .

Como se detalla en a continuación en la Figura 1-2, misma que hace referencia a un esquema gráfico del proceso productivo siderúrgico antiguo con referencia al mismo proceso, pero en la actualidad, donde la utilización de diferentes métricas, así como la estandarización de los procesos facilitan la transformación de la materia prima, acortando los tiempos de cada proceso y mejorando el sistema, como se ejemplifica en el siguiente gráfico:

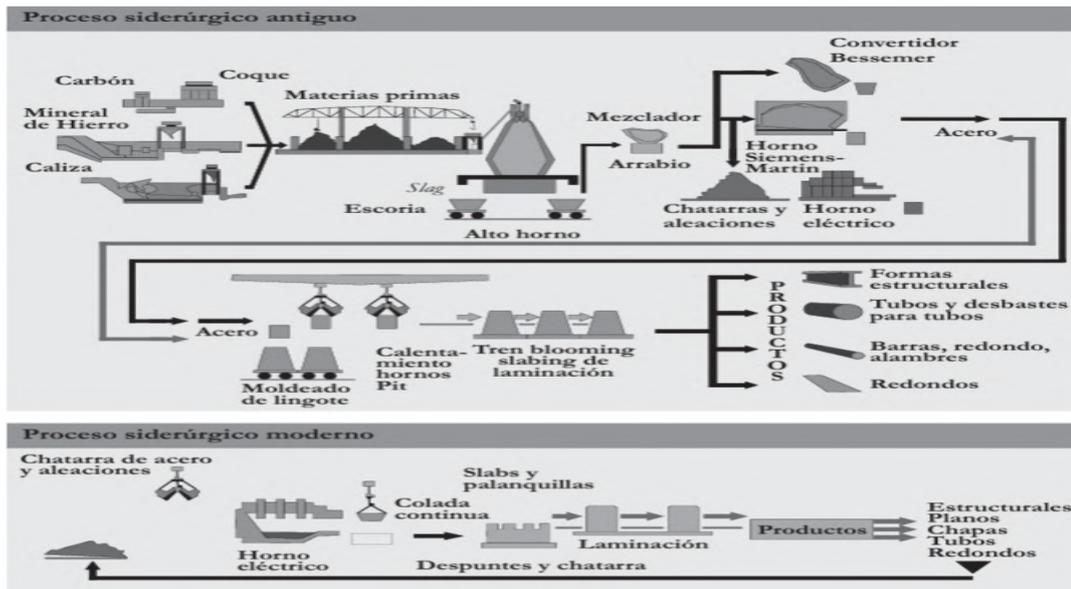


Figura 1-2: mejoras en la productividad

Fuente: (Carro y González Gómez 2012)

2.7. Factores de la Productividad

Los factores de la productividad tienen diferentes enfoques, sin embargo de manera general pueden distinguirse dos grupos: los factores externos (no controlables) y los factores internos (controlables); dentro de factores internos existen dos tipos: los tangibles y los intangibles (Vivar et al. 2021, p. 16-20). De acuerdo con los autores, los factores tangibles son los más importantes para el incremento de esta, por medio de una estrecha relación con la tecnología, las materias primas, las instalaciones, los insumos, entre otros, de igual manera califican a los factores intangibles como aquellos que influyen en la fuerza de trabajo y los sistemas a partir de los cuales se organiza; los relacionándolos con aspectos motivacionales por lo que son aspectos claves para la mejora continua de la calidad y de la producción. (Vivar et al. 2021, p. 16-20)

A continuación, en la figura 2-2 se muestra un esquema de los factores de la productividad y su clasificación, en externos no controlables e internos controlables como se detalla en este:

Representación de los factores de la productividad

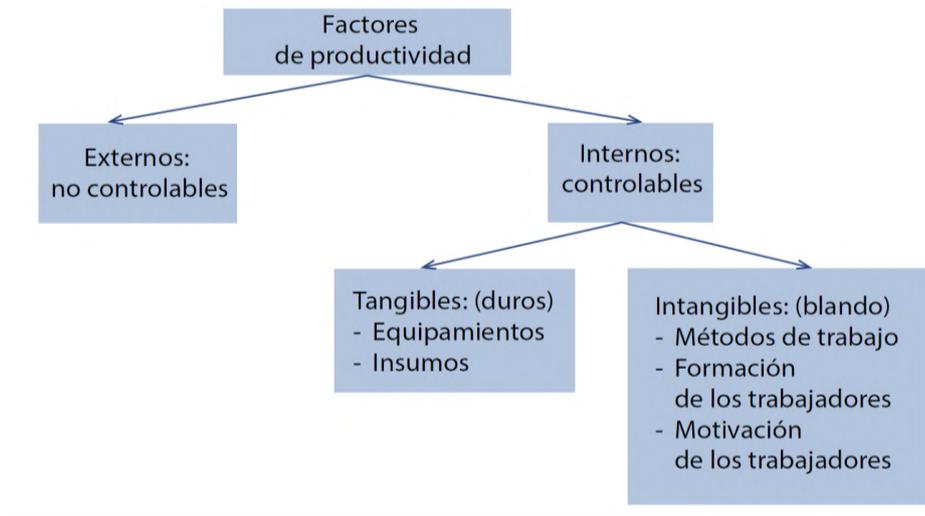


Figura 2-2: Representación de los factores de la productividad

Fuente: (Martínez, Pérez, & Sánchez, 2021)

2.8. Lean Manufacturing

La terminología Lean Manufacturing está fundamentada en el sistema de producción de Toyota, el cual fue desarrollado e implementado en Japón por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, la terminología frecuentemente utilizada y reconocida en el ámbito empresarial, no obstante, diversos autores utilizan diferentes términos para hacer referencia a esta como: manufactura o proceso esbeltos, al aplicar esta metodología. Según. (Hernández y Vizán 2013, p. 8)

“El origen de la metodología se localiza en el momento en que las empresas japonesas adoptaron una cultura, consistente en buscar una forma de aplicar adelantos en la productividad a nivel de los puestos de trabajo y línea de fabricación, al mantener contacto directo con los problemas que se originan en el gemba, contando con la colaboración, cooperación y comunicación de cada integrante quienes conforman una empresa” (Hernández y Vizán 2013, p. 8)

2.8.1. Origen

Las técnicas de organización de la producción surgen desde principios del siglo XX, con trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan los conceptos de fabricación en serie que empezaron a ser aplicados a finales del siglo XIX, que encuentran sus ejemplos relevantes en la fabricación turbinas de barco en Europa y de fusiles en EE. UU. (Muñoz, Zapata, & Medina, 2022).

Taylor fue pionero en establecer las bases de la organización de la producción mediante la aplicación de métodos científicos a tiempos, procesos, equipos, movimientos y personas; mientras que Henry Ford introdujo las cadenas de fabricación de automóviles, en donde hizo uso de la normalización de productos, la simplificación (secuenciación) de tareas y recorridos, utilización de máquinas para tareas elementales, sincronización entre procesos, especialización del trabajo y formación especializada (Muñoz, Zapata, & Medina, 2022).

2.8.2. Pilares de Lean manufacturing

De acuerdo con lo planteado por los autores Muñoz, Zapata, & Medina (2022), mencionan como pilares del Lean Manufacturing a:

- Mejora continua
- Respeto a la gente.

Y plantean como principios del Lean manufacturing:

- Pequeños lotes de producción
- Flujo de trabajo continuo con inventarios mínimos
- Producción sincronizada en base a la demanda
- Trabajo en equipo
- Reducción de desperdicios
- Control continuo
- Prevención de defectos

2.8.3. Estructura del sistema Lean

Lean es un sistema con varias dimensiones que inciden específicamente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de diferentes herramientas o técnicas, supone un cambio cultural en la organización empresarial en las compañías que decidan implementarlo. En estas circunstancias Hernández y Vizán (2013), proponen un esquema simple que refleja las múltiples técnicas, herramientas y métodos de mejora de sistemas productivos.

En la tabla 1-2, se indica las diferentes técnicas de mejora aplicada en los sistemas productivos, los cuales involucran un cambio en la cultura de la empresa porque cada método permite desarrollar una habilidad específica para manejar una mejora continua del proceso, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 1-2: Técnicas de mejora en los sistemas productivos

Técnicas en los sistemas productivos	
5 S's	Control total de la calidad
Círculos de control de calidad	SMED
Disciplina en el lugar de trabajo	Mantenimiento productivo total
Kanban	Nivelación y equilibrado
Cero defectos	Actividades en grupos pequeños
Jidoka	TOC (Teoría de las restricciones)
Detección, prevención y eliminación de desperdicios	AMFE
Ciclo de Deming	Función de pérdida de Taguchi

Fuente: (Hernández & Vizán, 2013)

2.9. Técnicas de Manufacturing

Se materializa a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, que se han implementado con éxito en empresas de diferentes sectores y tamaños, dichas técnicas pueden implantarse en forma independiente o conjunta, dependiendo de cada caso posterior a un diagnóstico previo y al compromiso que tenga la empresa en invertir en su personal para promover la cultura de mejora continua.

2.9.1. Herramienta 5'S

Según (Matías y Idoipe 2013) la metodología 5'S es considerado la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en los puestos de trabajo, esta metodología está basada en 5 principios los cuales son:

Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina), se puede aplicar en cualquier empresa con buenos resultados por su simplicidad y efectividad, razón por la cual es considerada como la herramienta principal a implantar en toda organización, que aborde la filosofía Lean Manufacturing. (Matías y Idoipe 2013), como se muestra en la figura 3-2, en la cual se indica los 5 aspectos que son evaluados en esta metodología iniciando por la selección, orden, limpieza, estandarización y autodisciplina, cada escalón debe ser seguido progresivamente como se muestra a continuación:

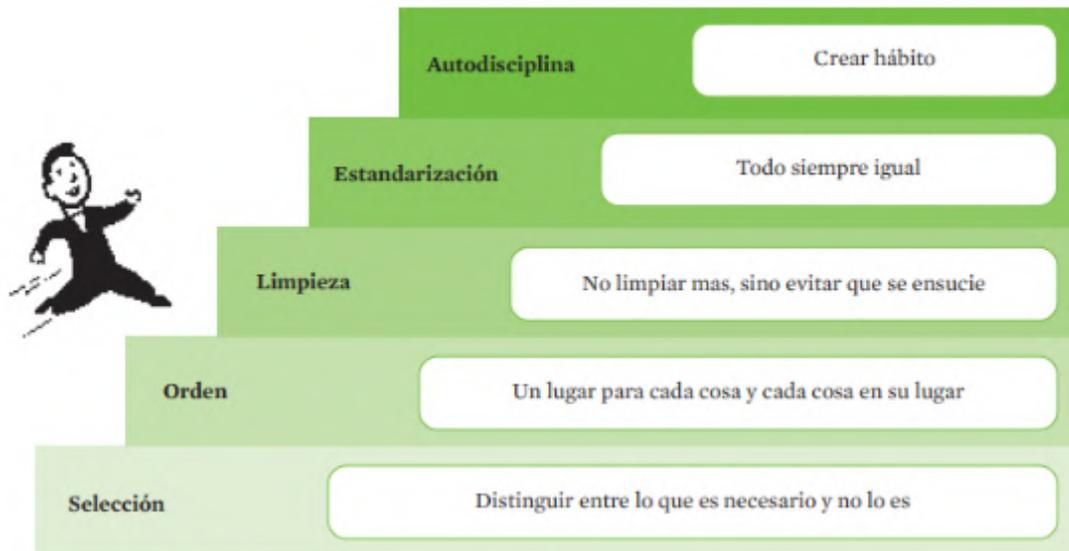


Figura 3-2: Estructura 5´s

Fuente: (Matfías y Idoipe 2013)

2.10. Estudio de tiempos y movimientos

Los estudios de tiempos y movimientos tienen por objetivo la reducción significativa de los costos de producción, el incremento de la calidad durante la fabricación del producto, sin olvidar la seguridad del operario. Al aplicar este tipo de estudio los estándares de tiempo son metas que deben ser cumplidas para mantener la productividad deseada, utilizando un estudio de tiempos y movimientos se puede mejorar la eficacia de cualquier operación y el control de la calidad no es una excepción. (Meyers Fred 2000, p. 50-75)

2.11. Ciclo de la calidad (pasos en la solución de un problema)

Se entiende al ciclo de la calidad, como la serie de pasos para mejorar la calidad y, en general para resolver problemas recurrentes y crónicos en una organización, es imprescindible seguir una metodología enfocada en la solución de las causas de fondo de los problemas y no solo en la mitigación de los síntomas que aparecen en el proceso, en este aspecto la mayoría de metodologías de solución de problemas están inspiradas en el ciclo de la calidad o ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar), desarrolladas de manera objetiva y profunda en la solución de problemas. Los pasos para la solución de problemas son los siguientes: (Gutierrez Pulido y Salazar, Roman 2009, p. 14).

En la tabla 3-2 se muestra los pasos que deben seguirse en el desarrollo de la solución de un problema seguido de etapas como planear, hacer, verificar y actuar que se muestra a continuación:

Tabla 2-2: Solución de un problema

Paso	Etapa	Descripción
1	Planear	Seleccionar y caracterizar un problema
2		Buscar todas las causas posibles
3		Investigar las causas más importantes
4		Elaborar un plan de medidas enfocado a la solución
5	Hacer	Ejecutar las medidas remedio
6	Verificar	Revisar los resultados obtenidos
7	Actuar	Prevenir la ocurrencia
8		Conclusión y evaluación de lo realizado.

Fuente: (Gutiérrez Pulido y Salazar, Roman 2009)

2.12. Mapeo del flujo del valor (VSM)

El Mapeo de Flujo de Valor o (VSM Value Stream Mapping), es una herramienta útil para la planeación estratégica y la gestión del cambio, que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios. Permite identificar fuentes de ventaja competitiva, ayuda a establecer un lenguaje común entre todos los usuarios y comunica ideas de mejora, muestra la secuencia y el movimiento de lo que el cliente valora, incluyendo materiales, información y procesos.

Es la técnica de dibujar diagrama de flujo o mapa, que permite identificar los pasos del proceso desde que el cliente ordena hasta que recibe el producto final, así como el flujo de materiales y de información y el efecto de ellos entre sí. (Muñoz Guevara, Zapata Urquijo y Medina Varela 2022, p. 58)

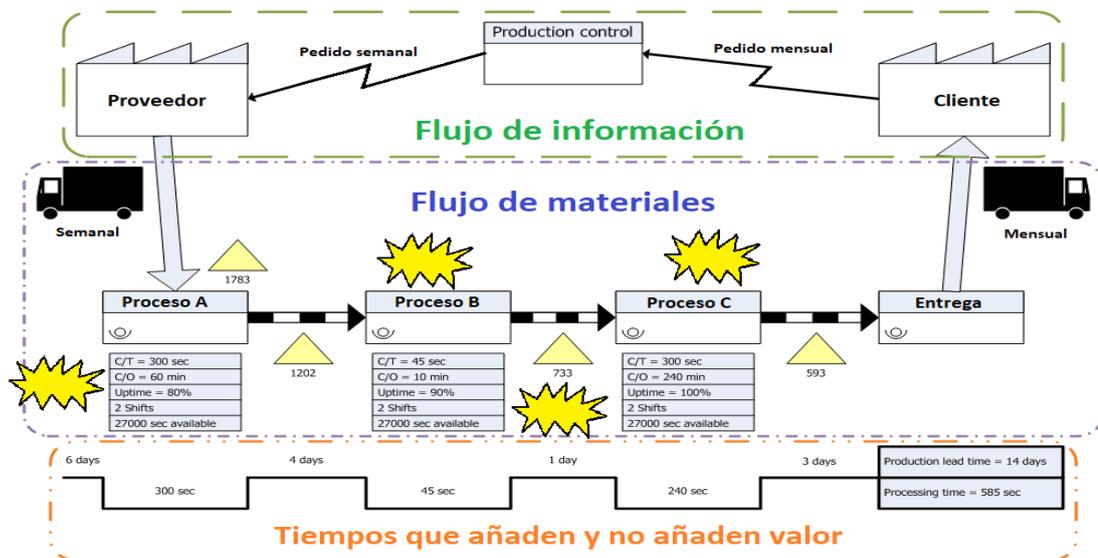


Figura 4-2: Esquema del VSM

Fuente: (Hernández y Vizán, 2013)

La figura 3-2, muestra el mapeo del flujo del valor o VSM, en este se detalla, los proveedores, el número de procesos realizados como parte del proceso productivo, el inventario, los tiempos que añaden y no añaden valor, reflejando el flujo de información entre las distintas actividades.

2.13. Takt time

Es la frecuencia con que las unidades han de ser procesadas, tiene una estrecha relación con la tasa de demanda satisfactoria del cliente (Escalda, Jara, & Letzkus, 2016)

2.14. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo o cycle time se considera al tiempo necesario para cumplir un ciclo, midiendo el ritmo de producción del recurso, si el tiempo de ciclo es mayor que el tiempo takt de la organización se debe disponer de más recursos para evitar incremento de pendientes y cuellos de botella. (Vivar et al. 2021, p. 45)

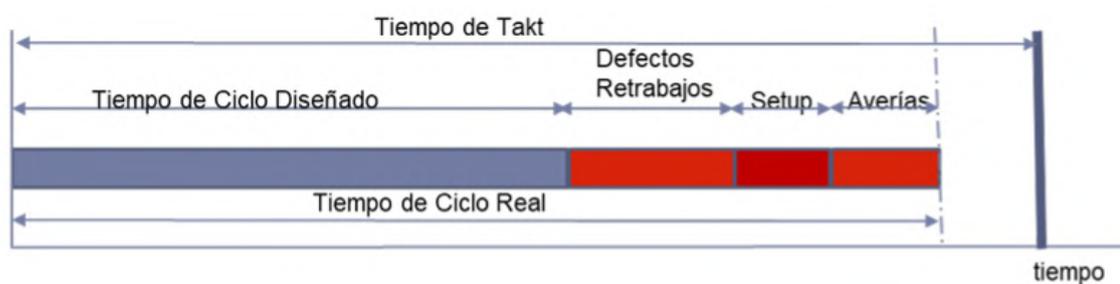


Figura 5-2: Tiempo de takt time

Fuente: (Vivar et al. 2021)

La figura 5-2 muestra una representación esquemática del tiempo takt time el cual está compuesto por la sumatoria de diversos tiempos como en el ejemplo el tiempo de ciclo diseñado más los defectos retrabajos más set up más las averías .

2.15. Estandarización

La estandarización supone unos de los cimientos principales del Lean Manufacturing, son descripciones escritas y gráficas que permiten comprender las técnicas más eficaces y fiables de una empresa y nos proveen de los conocimientos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objetivo de hacer productos de calidad de modo fiable. (Hernández y Vizán 2013, p. 112)

2.16. Just intime

La metodología “Just intime”, conocido con las siglas JIT, es un sistema de gestión empresarial orientado a la demanda. El objetivo que buscan es servir al cliente en el momento que lo desea, en la cantidad que desea y con productos de alta calidad a precios competitivos (Naranjo, 2017).

2.17. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es un método proactivo para descubrir posibles fallos en los procesos empresariales con el fin de evitar que se produzcan o mitigar su efecto, averiguando dónde pueden producirse y determinando su impacto. El enfoque sistemático del AMFE para identificar y abordar las causas de los fallos puede ayudar a prevenir costosos problemas de fabricación, mejorar la calidad del producto y la fiabilidad del servicio, así como aumentar la satisfacción del cliente. (The Council for Six sigma certification 2018, p. 126)

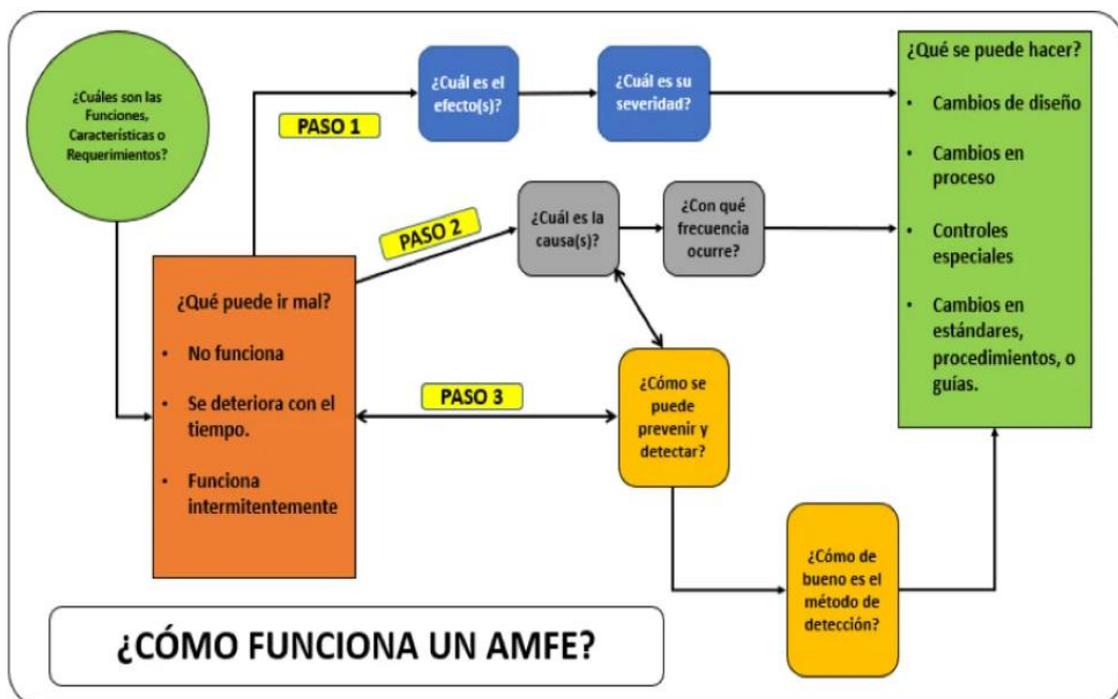


Figura 6-2: AMFE

Fuente: (The Council for Six sigma certification, 2018)

La figura 6-2, muestra los pasos que se debe seguir para aplicar el análisis modal de fallos y efectos (AMFE) definiendo el efecto, identificando las causas y proponiendo soluciones para prevenir y detectar los fallos.

2.18. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas que buscan eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados, su idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es tarea de todos, empezando desde los directivos hasta los operarios (Hernández y Vizán 2013, p. 57).

2.19. Las 5'S en el entorno TPM

Se considera una herramienta para mejorar las condiciones de trabajo, a través de una excelente organización como el orden y limpieza en cada lugar de trabajo, esta metodología busca la disciplina y el orden de los trabajadores , determinando de esta forma un éxito complementado con el desarrollo del TPM (López Lemos 2016, p. 63).



Gráfico 1-2: AMFE

Fuente: (López Lemos 2016).

La figura 7-2 muestra los 5 pilares de la herramienta 5'S, las cuales describen a los aspectos de ordenar, limpiar, estandarizar, disciplina, clasificar.

2.20. Matriz causa- efecto

Las matrices causa-efecto son métodos de identificación de impactos que consisten en cuadros de doble entrada en los que figuran las acciones que pueden provocar alteraciones y los elementos

del medio que pueden ser alterados, por ende, se considera la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto), fue desarrollado en 1943 por Kauro Ishikawa. (Verd Crespi 2000, p. 204)

2.21. Identificación de variables

V. Dependiente: Productividad

V Independiente: Lean Manufacturing

2.22. Matriz de consistencia

A continuación, en la tabla 3-2, se muestra la matriz de consistencia la misma que muestra los aspectos que influyeron en la metodología aplicada partiendo de formulación del problema, hipótesis, variables, indicadores, técnicas e instrumentos.

Tabla 3-2: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la implementación de herramientas Lean Manufacturan en la optimización de la productividad en la empresa Siexpal?	Optimizar la productividad mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa Siexpal S.A	Ha: Optimización de la productividad mediante la aplicación de Herramientas Lean Manufacturing	V Independiente. Lean Manufacturing	Estandarización Takt time	Técnica de análisis documental Recolección de datos Observación	Check list Diagrama de procesos
			V. Dependiente Productividad	Eficiencia Eficacia	Revisión bibliográfica Observación	Check list Diagrama de flujo de proceso VSM

Realizado por: Obregón Ginna, 2023

2.23. Operacionalización de variable

A continuación, en la tabla 3-2, se muestra la Operacionalización de las variables independientes que influyen en las métricas para el mejoramiento de producción en la empresa, como se muestra a continuación:

Tabla 4-2: Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES	CRITERIO DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	ESCALA
Lean Manufacturing	Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, que busca la forma de mejora y optimización de sistemas productivos focalizándose en identificar y eliminar “desperdicios”, mediante la combinación de distintos elementos y técnicas (Hernández & Vizán, 2013)	Estandarización	$\% \text{tak time} = \frac{\text{tiempo de producción disponible}}{\text{cantidad total requerida (productos)}} * 100$	La estandarización es uno de los cimientos principales del Lean Manufacturing que nos provee de descripciones escritas y gráficas en el que se fundamentan el resto de las técnicas, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable (Hernández & Vizán, 2013)	Takt time	Técnica de análisis documental Recolección de datos Observación	Check list Documentos de registro de operaciones	Razón
		Productividad	$\text{productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{horas trabajadas}}$	Medición que refleja la relación existente entre los resultados de una actividad, el tiempo invertido en ella y los recursos que han sido utilizados para llevarla a cabo.	productividad	Técnica de análisis documental Recolección de datos Observación	Check list Documentos de registro de operaciones	Razón
		5'S	Cada ítem por categoría se puntúa de cero a cinco, siendo cero una desviación del principio y 5 como impecable y sin desviación. Una vez que se completa la auditoría 5S, se suman las puntuaciones por categoría y se dividen por la cantidad de estándares que se están evaluando	Su principal objetivo es mantener y mejorar las condiciones de organización, orden y limpieza, así como mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia	Nivel de eficiencia 5'S	Técnica de análisis documental Recolección de datos	Auditoría final Documentos de registro de operaciones	Razón

Realizado por: Obregón Ginna, 2024

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Este capítulo está referido a la definición y planificación de las diferentes técnicas e instrumentos necesarios para llevar a cabo la investigación y desarrollo del trabajo propuesto, se determinó el tipo de investigación, alcance y demás parámetros como: el universo, la población de estudio entre otros aspectos, los mismos que constituyeron una parte fundamental para la aplicación de la metodología de mejora continua en la empresa Siexpal S.A.

3.1. Descripción de enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación llevada a cabo corresponde al tipo cuantitativo, porque en el desarrollo de este, fue preciso extraer información para determinar la situación inicial referido al proceso productivo de la empresa, mediante distintos indicadores proyectados en un VSM inicial, de igual manera se enmarca dentro de la investigación de campo ya que según (Arias 2012, p. 30) en esta investigación la recolección de datos se realiza directamente del lugar donde se generan los acontecimientos, con el fin de evitar la manipulación de variables existentes, por lo tanto se extrajo los datos mediante inspecciones in-situ a la empresa para conocer de manera directa todas las variables que componen el proceso, comprender los problemas que presenta el sistema y desarrollar soluciones al problema encontrado.

3.2. Alcance

El trabajo de titulación denominado: ‘Optimización de la productividad mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa SIEXPAL S.A.’ tiene por objetivo aplicar la metodología adecuada para mejorar la producción por ende la rentabilidad de la empresa a través del uso eficiente de los recursos que esta dispone, permitiendo cumplir con los altos estándares de calidad en los procesos y en el producto final.

La aplicación de la metodología no se limita al incremento de beneficios internos, pues permite generar una cultura de mejora continua aplicable a todos los aspectos cotidianos de la vida, de esta forma se busca eliminar el aspecto ‘‘ hacer por hacer’’, por la filosofía ‘‘ hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy’’. El desarrollo de esta permite a la empresa ser competitiva a nivel local e internacional en cada proceso desarrollado en la empresa, permitiendo incrementar la demanda del aceite de palmiste que se comercializa en la actualidad, hasta llegar a las métricas de productividad previas a la pandemia por el virus SARS- COV- 2.

3.3. Diseño de investigación

El desarrollo del trabajo de titulación corresponde al diseño de investigación de tipo experimental, porque se analizaron distintas variables para el establecimiento de la optimización de la productividad en los procesos realizados en la empresa SIEXPAL S.A., en esta se puede cuantificar los indicadores y observar el efecto que genera la variable independiente (Lean Manufacturing) sobre la variable dependiente (productividad), pues la aplicación de la metodología adecuada beneficia al incremento del sistema productivo en la empresa, de igual manera esta investigación se sustenta en la manipulación y control de las variables para determinar el método óptimo en la aplicación de las herramientas de calidad y mejora continua.

3.4. Tipo de investigación

El tipo de investigación llevada a cabo fue desarrollado acorde las características de la investigación de campo porque para la extracción de la información fue preciso inspecciones in-situ en el lugar donde se llevan a cabo todos los procesos productivos, para conocer la realidad y características de cada área, procurando recolectar la información con la mayor precisión posible, para evitar fallos posteriores en la aplicación de la metodología Lean Manufacturing, bajo este criterio según Arias (2012) “la investigación de campo tiene por finalidad la recolección de datos directamente del lugar o realidad de ocurrencia de los acontecimientos, sin que exista la alteración de la información” (Arias 2012, p. 30).

3.5. Método de investigación

El método de investigación aplicado está directamente relacionado con el método deductivo pues permite establecer conclusiones a partir de generalizaciones, como lo es el incremento de la productividad en un área específica a partir de la aplicación de una metodología de mejora continua.

De igual forma el método investigativo también corresponde al método inductivo porque por medio de diversas herramientas (entregables, reportes, indicadores) utilizados en la metodología Lean Manufacturing permitió la optimización del sistema productivo en general para la empresa Siexpal S. A., partiendo de lo particular a lo general en el trabajo desarrollado (Biesuz y E 2014, p. 86-92)

3.6. Técnicas e instrumentos de investigación empleadas

La recolección de información mediante las diversas fuentes de información de manera digital como física fue realizado en base a un proceso metodológico a través de la selección, clasificación y toma de datos para comprender de mejor forma los procesos desarrollados en las instalaciones de la empresa razón por la cual se muestra a continuación las técnicas e instrumentos utilizados para este proceso.

La tabla 1-3 hace referencia a la variable de estudio, seguido por los indicadores, técnicas e instrumentos utilizados para poder cuantificar la productividad, como se menciona a continuación:

Tabla 1-3: Técnica e instrumentos utilizados

Variable/ Concepto	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Lean Manufacturing: Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, que busca la forma de mejora y optimización de sistemas productivos focalizándose en identificar y eliminar “desperdicios”, mediante la combinación de distintos elementos y técnicas (Hernández & Vizán, 2013)	Estandarización	Takt time	Recolección de datos	Diagrama de operaciones
	Just intime	Tiempo de ciclo	Recolección de datos	VSM

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

3.7. Fuentes de la Investigación

Las fuentes de investigación seleccionadas fueron:

Fuentes primarias de investigación: corresponde a:

- revistas indexadas
- libros
- trabajos de titulación
- revistas especializadas en la aplicación de las herramientas de calidad.

Fuentes secundarias de investigación: corresponde a la información extraída de los procesos que se realizan en las instalaciones de la empresa Siexpal S.A. mediante la observación directa, además de información brindada a través de los registros históricos del área de producción.

3.8. Determinación de población y muestra

La población de estudio del trabajo de titulación desarrollado corresponde a la empresa Siexpal S.A. y los diferentes procesos internos de producción. La muestra fue considerada acorde la demanda en toneladas del aceite de palmiste, por ser el producto principal y mayormente demandado por las empresas que realizan jabones con este aceite.

Población: corresponde a la cantidad de toneladas de aceite de palmiste producido.

Muestra: En el cálculo de la muestra se utilizó la siguiente fórmula, que se detalla a continuación:

$$n = \frac{Z^2 pq N}{Nk^2 + Z^2 pq}$$
$$n = \frac{((1.96)^2(0.5)(0.5)(100))}{((100)(0.05)^2) + ((1.96)^2(0.5)(0.5))} \quad (5)$$
$$n = \frac{96.04}{((0.25) + (0.96))}$$
$$n = 79,37$$

n = Toneladas de aceite.

N: Tamaño de la población. (100 toneladas de aceite / producción diaria promedio)

Z: Nivel de confianza. (0.95:1.96)

K: Límite de aceptación de error muestral. (5% :0.05)

p: nivel de aceptación. (0.5)

q: Nivel de rechazo. (1-p): 0.5

n: tamaño de la muestra a determinar.

Se considera una producción diaria de 79,37 toneladas de aceite de palmiste para el análisis de los tiempos empleados en la elaboración de este producto.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Situación actual de la empresa

4.1.1. Descripción de la empresa

Los datos informativos sobre la organización tales como: actividad económica, representante legal y razón social se muestran a continuación en la tabla 1-4.

Tabla 1-4: descripción de la empresa

Nombre:	Descripción:
Razón social	Siexpal S.A.
Representante legal	Fernando Cedeño Cedeño
Actividad económica	La empresa Siexpal S.A. se dedica a la producción de aceite y pasta de palmiste dirigida a empresas procesadoras de este producto sean locales, nacionales e internacionales; acompañadas de una tecnología de punta, formuladas con la finalidad de demostrar resultados viables para el negocio.
Productos elaborados:	*Aceite de palmiste *Pasta de palmiste (Estos productos constituyen el producto terminado y al mismo tiempo la materia prima para la elaboración de otros productos)

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

4.1.2. Localización

Los datos de la ubicación de la empresa se muestran en la tabla 2-4, de igual manera la figura 1-4, muestra la ubicación geográfica de las instalaciones de la empresa en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Tabla 2-4: localización de Siexpal S.A.

Nombre:	Descripción:
Provincia	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	Santo Domingo
Dirección	Vía Colorados del Bua/ Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador
Año de constitución	27 de Julio de 1999

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.



Figura 1-4: Localización de Siexpal S.A.

Fuente: (Google Maps, 2023)

4.1.3. Reseña histórica

A principios del año 1982, un grupo de visionarios empresario, encabezados por el señor Mariano Cedeño Cedeño, mentalizaron la idea de construir una planta extractora de aceite de palmiste, la misma que estaría orientada específicamente a dar servicio a las empresas extractoras de aceite rojo situadas en el cantón Santo Domingo de los Tsáchilas y sus zonas de influencia. Por razones que no son del caso mencionarlas hoy en día del grupo de empresarios promotores solamente quedó el señor Mariano Cedeño, quien por sus propios méritos y esfuerzos constituyó en ese entonces a la compañía INDUSTRIAL PROCESADORA DE OLEAGINOSAS PALMAOIL S.A y logró construir la fábrica extractora de aceite de palmiste constituyéndose en la primera de este género en esta región del país. (Siexpal S.A. 2023, p. 1)

4.1.4. Misión

“Ser una empresa líder en la extracción de aceite y pasta de palmiste de calidad y brindar oportunidades de superación a todos aquellos que se sumen a este reto”. (Siexpal S.A. 2023, p. 1)

4.1.5. Visión

“Implementar políticas enfocadas en el mejoramiento continuo que nos permita estar a la par con la tecnología, cumpliendo así con nuestros objetivos y con las necesidades y requisitos de nuestros clientes locales, nacionales e internacionales. Nuestra preocupación constante es conseguir el bienestar de nuestros empleados la satisfacción de los socios y el cuidado del medio ambiente”. (Siexpal S.A. 2023, p. 1)

4.1.6. Organigrama de la empresa

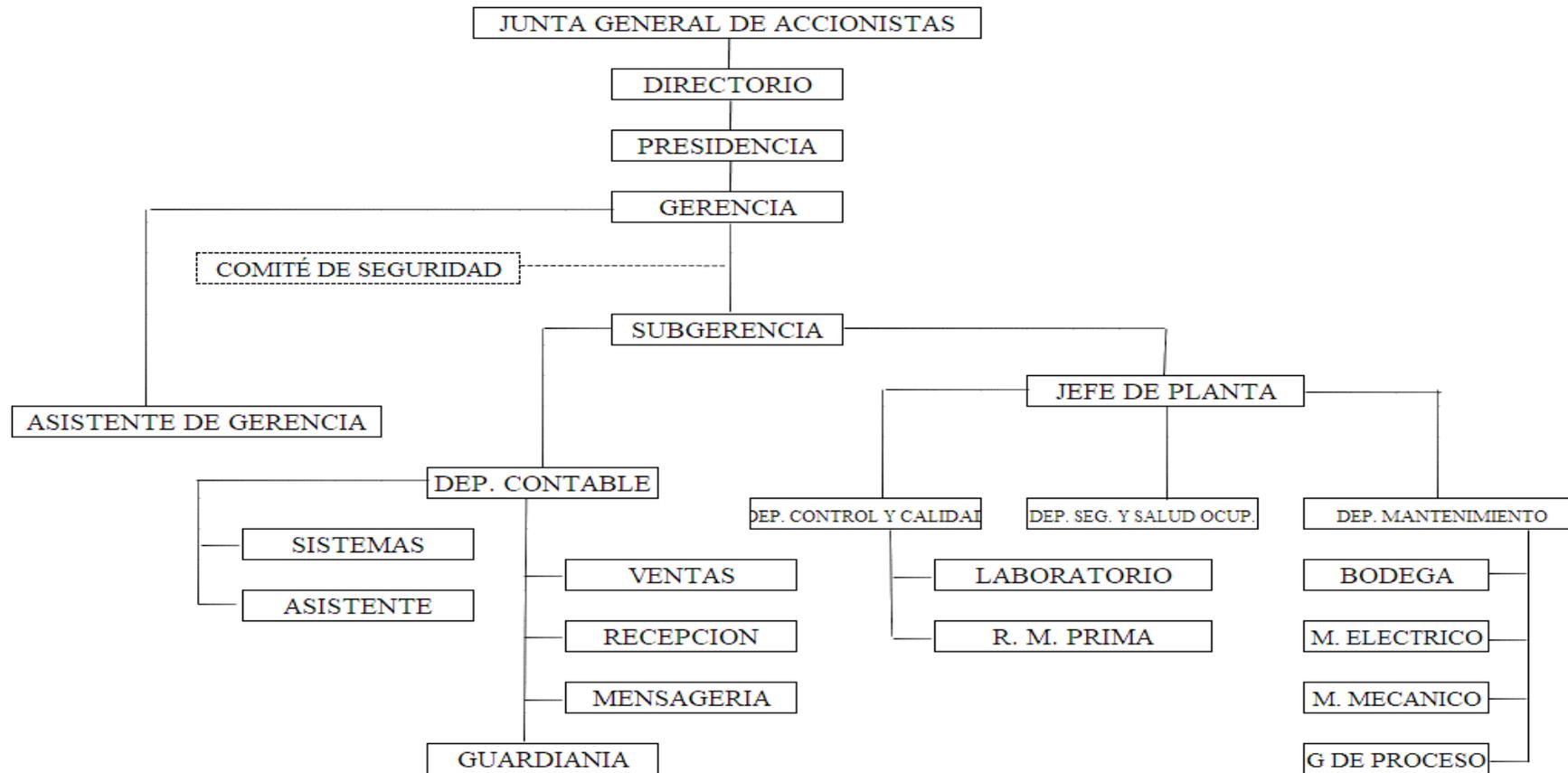


Figura 2-4: Organigrama estructural Siexpal S.A.

Fuente: Obregón Ginna, 2024.

La Figura 2-4, muestra el organigrama estructural de Siexpal S.A, con los diferentes departamentos y áreas que forman parte de la empresa.

4.2. Generalidades del proceso productivo

Siexpal S.A. genera dos productos terminados, los cuales sirven como materia prima para otros procesos, el aceite de palmiste y la pasta de palmiste pasan por procesos mecánicos durante todo el transcurso de transformación de la semilla de palmiste, sin embargo del proceso de la nuez de palmiste se obtiene residuo denominado cuesco, el mismo que por su alto poder calorífico se usa como combustible para calderos, actualmente los usan las fábricas de cemento como Holcim, Selva Alegre, para generar energía.

El esquema de la jornada laboral en la empresa era diferente antes del año 2020 (antes de la pandemia mundial de COVID 19) con tres turnos laborales cada uno con 8 horas de trabajo, de igual forma el número de trabajadores en el personal de administración, mantenimiento y estibadores, seguridad y vigilancia se detalla a continuación en la tabla 3-4, así como el número de turnos en los que laboraban los empleados.

Tabla 3-4: Distribución del personal antes de la pandemia de COVID 19

ZONA DE TRABAJO	No: DE TRABAJADORES	TURNOS
Administración	6	1
Proceso	8	2
Mantenimiento	5	2
Seguridad y vigilancia	3	2

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

En la actualidad la empresa redujo la demanda mensual de aceite de palmiste, el número de turnos que se labora actualmente, número de trabajadores como se muestra en la tabla 4-4:

Tabla 4-4: Situación actual

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Aceite de palmiste	100 ton/día
Número de trabajadores proceso productivo	8
Número de turnos	2
Número de horas por cada turno	12

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

4.2.1. Descripción de la empresa, instalaciones, equipos de la empresa

Las diversas instalaciones con las que cuenta la empresa Siexpal S.A., se detallan a continuación en la tabla 5-4, de las áreas donde se lleva a cabo el proceso de transformación de la materia prima:

Tabla 5-4: Descripción de las instalaciones en la empresa

Descripción de la empresa, instalaciones, equipos y actividades	
<p>Vías de acceso y estacionamiento: La propiedad donde funciona la extractora está ubicada en un predio propio de la empresa. El acceso principal es la Av. Colorados del Búa a 0.4 km del redondel del Libertador Bolívar, el ingreso está a mano izquierda por una puerta metálica de color verde.</p>	
<p>Estacionamiento administrativo y de visitas: se dispone de un parqueadero para el personal administrativo y frente a la cancha de futbol el parqueadero de visitas, las vías de circulación interior son lastradas, la zona de maniobras para los vehículos que ingresan es espaciosas con un radio de giro ancho para cualquier vehículo.</p>	
<p>Cerramiento: La planta industrial se encuentra totalmente cerrada por un muro de dos metros de alto, además los espacios libres se encuentran arborizados especialmente con ficus.</p>	
<p>Consumo y abastecimiento de energía: La energía eléctrica es tomada de la red pública, considerando la energía consumida por los equipos y maquinarias de la industria, más el consumo en áreas de uso del personal de la empresa y oficinas administrativas, el consumo es de aproximadamente 203.900 (KW/mes).</p>	
<p>Consumo de combustible: Existe una sección para el tanque de almacenamiento de combustible, ubicada en la parte derecha de la planta este tanque tiene un cubeto de contención impermeable de hormigón, el diésel que se consume es aproximadamente 10.000 galones al año.</p>	

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

4.2.2. *Productos elaborados en la empresa Siexpal S.A.*

La empresa SIEXPAL S.A. genera productos y subproductos de la transformación de la nuez de palmiste, los mismos que son: aceite de palmiste, pasta de palmiste, fibra y cuesco de estos la fibra y el cuesco son residuos de la transformación de la nuez de palmiste utilizado como relleno en las vías y materia prima para combustible en calderos entre otros, sin embargo el aceite de palmiste y la pasta de palmiste son productos obtenidos durante el proceso de extracción, en la selección del producto a ser estudiado se consideró el proceso que tiene una demanda elevada, mayor número de procesos, operaciones , trasportes los mismos que se detallan en la tabla 6-4, a continuación, para los principales procesos desarrollados, como palmistería, secado, prensado, filtrado de aceite y almacenamiento de aceite:

Tabla 6-4: Selección del producto.

Procesos desarrollados	Palmistería	Secado	Prensado	Martillado de pasta	Filtrado de aceite	Almacenamiento de aceite
Aceite de palmiste	x	x	x		x	x
Pasta de palmiste	x	x	x	x		
Fibra	x					
Cuesco	x					

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La Tabla 6-4 , está basada en los principales procesos desarrollados dentro de la actividad productiva , considerando un proceso de producción en serie, con la mayor parte de actividades automatizadas en la actualidad, no obstante, existe el paro de una máquina dentro del sistema.

4.3. Identificación de los puestos de trabajo

4.3.1. *Área de recepción y almacenamiento*

Es el primer paso en la cadena del proceso, la materia prima se la compra a las distintas extractoras de aceite rojo, las mismas que hacen el primer proceso a la fruta de la palma, extrayendo el aceite rojo, de este proceso queda la nuez de palmiste que es la materia prima que se maneja para la extracción del aceite y la pasta de palmiste. Esta materia se transporta en camiones desde las extractoras hasta los patios de almacenamiento.

La empresa cuenta con 3 sectores de almacenamiento con una capacidad de 8.000 toneladas de palmiste. Al momento del ingreso la materia prima tiene una humedad que fluctúa entre 15 y 18 %, pudiendo ser mayor en la temporada de invierno, por esta razón es necesario que la humedad baje hasta un nivel en el cual la almendra se separe del cuesco que generalmente es por debajo de un 12 % de humedad. Esto es necesario para iniciar el proceso de ruptura ya que, si se rompen las nueces antes de que se desprendan de la cáscara, las pérdidas pueden aumentar, lo que influenciaría en el rendimiento final.



Figura 3-4: Área de almacenamiento

Fuente: Empresa Siexpal S.A., 2024.

4.3.2. Área de proceso de palmistería

El proceso del palmiste se inicia con la separación de la almendra de la cáscara, para ello existe una tolva que tiene una capacidad de almacenamiento de 30 toneladas, en este proceso la materia prima pasa al pulidor para filtrar las impurezas que puedan encontrarse en las semillas como piedras, palos, elementos extraños, polvo e impurezas, y se obtiene nueces limpias los cuales pasan por sinfines hasta los clasificadores, que separan las nueces en distintos tamaños para poder pasar por las respectivas rompedoras calibradas de manera específica para cada tamaño, de esta manera se clasifica la materia prima para poder ser rota y separada de la cascarilla.

El proceso de separación o limpieza de la almendra tiene dos etapas, la primera consiste en separar las cáscaras más livianas de las almendras enteras a través de la succión de aire generado por dos turbinas, la segunda etapa consiste en pasar las almendras rotas con cuesco del mismo peso, por un hidro-ciclón, de tal manera que las almendras por su densidad se separan y pasan a un tanque de almacenamiento de almendra húmeda y el cuesco es enviado a otro sitio exterior designado para fibra y cuesco.



Figura 4-4: Área de proceso de palmistería

Fuente: Empresa Siexpal S.A., 2023.

4.3.3. Área de proceso de secado

Para poder optimizar el proceso de secado y obtener un buen rendimiento de aceite palmiste es necesario que la humedad de la nuez de palmiste debe estar entre 2,5 y 3 %, por tal motivo para poder secar o bajar la humedad de la almendra se la envía a unas secadoras, donde se la somete a temperaturas de 80 a 90 grados celsius durante unas 24 horas para llegar a la humedad óptima.



Figura 5-4: Área de proceso de secado

Fuente: Empresa Siexpal S.A., 2023.

4.3.4. Área de proceso de prensado

Una vez que se obtiene en las secadoras almendras con humedad de 2,5 a 3 %, estas se distribuyen a las 4 prensas funcionales, no obstante, es importante señalar que en los años previos a la pandemia del COVID 19, funcionaban 5 prensas en la actualidad existe un desperfecto con una de ellas.

Por torsión mecánica, extraen el aceite por la parte inferior y el residuo sólido es la pasta o torta de palmiste, sale por la parte frontal de la prensa, de esta manera se obtiene aceite sin purificar, es decir que contiene todavía cierto porcentaje de lodo, y la torta de palmiste materia muy irregular, por lo que los dos productos necesitan de otro proceso.



Figura 6-4: Área de proceso de prensado

Fuente: Empresa Siexpal S.A., 2023.

4.3.5. Área de proceso de filtrado de aceite

El aceite sale de las prensas y a través de un canal se lo conduce a un tanque con capacidad para almacenar 2 toneladas, y se bombea hasta una máquina compuesta de varias placas, donde se pone unas telas de hilo y con presión de aire y una bomba se pasa a través de estas telas donde se queda todo el lodo y el aceite sale totalmente limpio, que se almacena en otro tanque pequeño que también tiene capacidad para 2 toneladas.

Esta máquina compuesta de 30 placas se denomina prensa filtro, requiere de una limpieza permanente, debido a que las telas se llenan de pasta y cada vez que se tapan hay que sacar las telas y limpiar para volver nuevamente a iniciar el proceso de filtrado.



Figura 7-4: Área de proceso de filtrado de aceite

Fuente: Empresa Siexpal S.A., 2023.

4.3.6. Área de almacenamiento de aceites

Luego de filtrar el aceite se va almacenando en los tanques hechos para este fin. La empresa cuenta con una capacidad para almacenar 650 toneladas de aceite. Este producto permanece líquido cuando está por encima de los 30 grados. A temperaturas más bajas se solidifica, para su traslado a la industria o exportaciones requiere ser calentado para volverlo líquido y poder manipularlo, ya que en estado sólido no se puede cargar ni descargar.



Figura 8-4: Área de proceso de almacenamiento de aceites

Fuente: Empresa Siexpal S.A., 2023.

4.4. VSM inicial

Para determinar el estado actual del proceso productivo se utilizó la herramienta Value Stream Mapping (VSM), para la identificación de todas las actividades necesarias e innecesarias desarrolladas en cada actividad, de esta forma este es un componente que incrementa el valor para el cliente a través de la eliminación del desperdicio en cada fase del proyecto, optimizando los métodos de fabricación, razón por la cual para determinar los indicadores de productividad de la empresa se utilizó esta herramienta.

4.4.1. Selección del producto evaluado

La elección del producto que se evaluó estuvo conformada por la demanda y a la mayor cantidad de procesos y operaciones, que se realizan dentro del sistema de transformación de la materia prima, en este caso se consideró el aceite de palmiste para el análisis, no obstante este producto una vez transformado en aceite se convierte en materia prima para el desarrollo de nuevos subproductos, razón por la cual si se realiza una mejora en el proceso principal, las mejoras y beneficios se verán reflejados para la pasta de palmiste porque comparte un proceso similar de transformación.

4.4.2. Cálculo del takt time

- **Tiempo disponible**

Es la cantidad de tiempo en el cual la empresa debe producir aceite de palmiste, para calcular este tiempo se debe restar los paros planeados como el tiempo asignado para las necesidades biológicas, refrigerio, preparaciones antes de la jornada de trabajo, en la tabla 2-4 se muestran los parámetros establecidos en la planta donde se realiza el proceso:

Tabla 7-4: Tiempos de parada para 1 turno de trabajo en Siexpal S.A.

Descripción	Tiempo (Horas)	Tiempo (minutos)
Paradas programadas (para las necesidades biológicas).	0.08333	5
Preparación para salida de la jornada laboral.	0.08333	5
Refrigerio	0.416667	25
Preparación para la entrada a la jornada laboral.	0.08333	5
TOTAL	0.666667	40

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Para el cálculo del takt time, es importante considerar las siguientes variables, las mismas que fueron recolectadas en la empresa, tomando los tiempos que los empleados realizaban determinadas actividades como lo detallado en la tabla anterior, sin embargo la información de la demanda mensual que la empresa comercializa así como las horas de trabajo , los turnos de trabajo, el número de días laborables en el mes se detalló en la tabla 7-4, esta información se extrajo de la información brindada por el departamento administrativo de la institución como se detalla a continuación:

Tabla 8-4: Datos situación inicial

Datos para el cálculo del takt time- situación inicial	
Días Disponibles	20
Turnos Disponibles	2
Tiempo de jornada de trabajo (horas)	50
Horas disponibles al mes	600
Minutos disponibles al mes	36000
Demanda Mensual	2000 toneladas
Tiempo disponible de receso (min)	1600

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 8-4 muestra los datos necesarios para calcular el takt time, en el mismo que se ha considerado 5 días laborables, cada jornada de trabajo consta de dos turnos de 12 horas cada uno de ellos, el tiempo de jornada de trabajo mensual, el factor de tiempo disponible por día de trabajo corresponde a los minutos disponibles al mes menos el tiempo disponible de receso:

Tiempo disponible por día de trabajo = 36000 –1600= 34400 **minutos**.

Takt time: se define como el tiempo a la que se debe terminar la ejecución de un producto con el objetivo de satisfacer la demanda del cliente, de esta manera el tiempo takt calculado se muestra a continuación:

$$TT = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{demanda mensual}}$$

$$TT = \frac{34400 \text{ min}}{2000 \text{ toneladas}}$$

$$TT = 17.2 \text{ min/ton.}$$

El takt time de la situación actual es de 17.2 min/ ton, es decir cada 17.2 min Siexpal, procesa una tonelada de aceite de nuez, este tiempo es el necesario para producir una demanda de 2000 toneladas mensuales, considerando un rendimiento del 16% de aceite de palmiste y 22% de la pasta de palmiste.

4.4.3. Mapa del estado inicial VSM

Para el desarrollo del estado inicial, se extrajo información del departamento administrativo de la empresa y se constató la información mediante el registro del tiempo de las actividades que se llevan a cabo, contando también con la ayuda de los empleados involucrados con algunos procesos, para la obtención de información.

A continuación, en la figura 9-4, se muestra el mapeo del proceso en la cual se describe las principales actividades ejecutadas durante el proceso de extracción del aceite de palmiste, la demanda diaria de aceite, los proveedores, clientes, tiempo de valor añadido, tiempo que no añade valor, tiempo de ciclo, turnos, operarios, cantidad de máquinas, disponibilidad, tiempo de cambio de operación y almacenamientos.

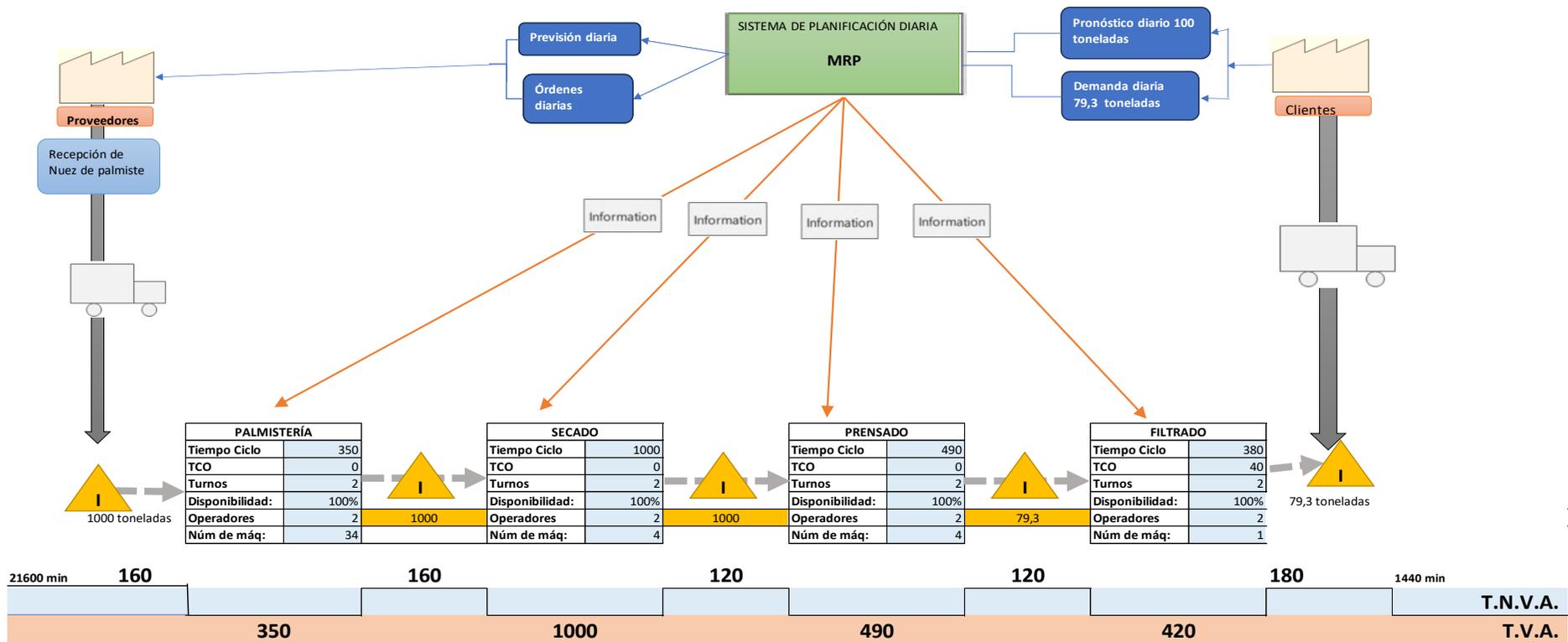


Figura 9-4: VSM inicial.

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Tiempo de valor añadido (TVA) = 2260 min = 37,6667 horas

Tiempo que no añade valor (TNVA) = 23780 min = 396,3333 horas

El VSM inicial muestra el tiempo de valor añadido el cual corresponde a 37,6667 horas y el tiempo que no añade valor corresponde a 396.3333 horas.

4.5. Diagrama de flujo del proceso tipo material

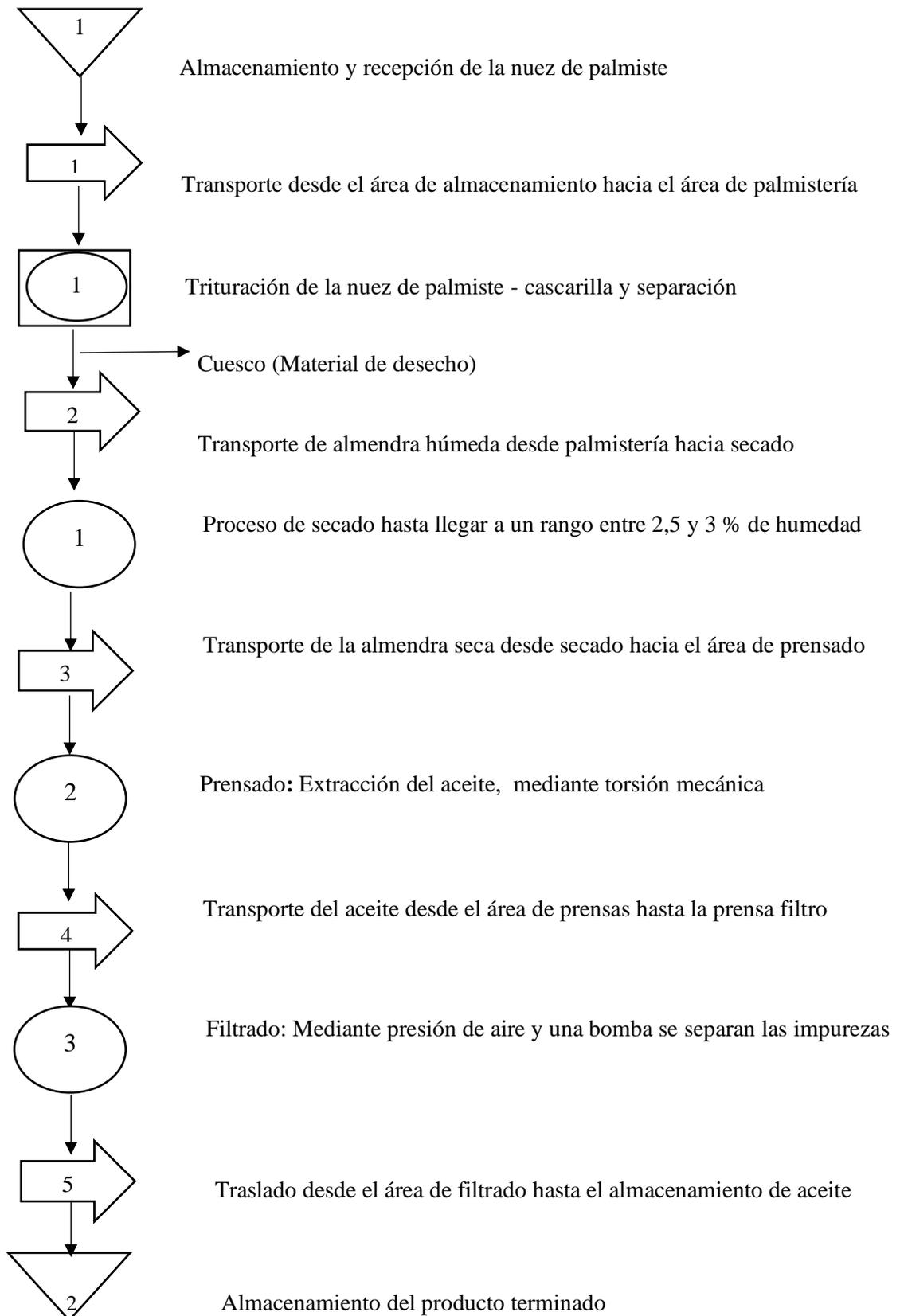


Figura 10-4: Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

El análisis de las principales actividades que son ejecutadas en la extracción de aceite está constituido por los procesos de operación, transporte, inspección, operaciones combinadas y almacenamiento, realizado durante el transcurso de la cadena productiva, se evaluó el flujo del producto y no en el personal encargado de ejecutar cada proceso.

El inicio del proceso productivo empieza con el almacenamiento y recepción de la materia prima en, por lo cual la empresa cuenta con 3 sectores de almacenamiento en los cuales se puede llegar a almacenar hasta 8.000 toneladas de nuez de palmiste y finaliza con el almacenamiento del aceite de palmiste en los tanques hechos para este fin. La empresa cuenta con una capacidad para almacenar 650 toneladas de aceite para su posterior comercialización a otras empresas.

La figura 10-4, se muestra los distintos procesos a lo cual es sometido la nuez de palmiste para la obtención del aceite considerando: almacenamientos, transportes, operaciones combinadas que influyen en el recorrido.

La tabla 9-4, muestra el cuadro resumen del diagrama flujo del proceso tipo material con las diversas operaciones realizadas dentro de la actividad de extracción de aceite.

Tabla 9-4: Resumen del diagrama de flujo

RESUMEN DEL DIAGRAMA FLUJO DEL PROCESO TIPO MATERIAL	
Operación	3
Transporte	5
Almacenaje	2
Actividad combinada	1

Realizado por: Obregón Ginna, 20234.

4.6. Diagrama de análisis del proceso:

Es una representación gráfica de los procesos que son ejecutados en la empresa Siexpal S.A., considerando factores como los transportes, operaciones, almacenajes, tiempos de cada actividad, distancia recorrida por el producto en , el orden y sus interrelaciones, los mismos que se muestran detallados en la figura 11-4:

DIAGRAMA DEL PROCESO TIPO MATERIAL										
MÉTODO ACTUAL:			X							
MÉTODO PROPUESTO:										
SUJETO DEL DIAGRAMA:			ACEITE DE PALMISTE				DIAGRAMA N°:		1	
DEPARTAMENTO:			PRODUCCIÓN				HECHO POR:		Obregón Ginna	
							HOJA N° 1 DE 1			
N° DE ACTIVIDAD	DISTANCIA EN METROS	TIEMPO EN MINUTOS	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
1									Almacenamiento y recepción de la materia prima (nuez de palmiste)	
1	50	160							Traslado desde el área de almacenamiento hasta el área de triturado y separación de la nuez	
1		350							Trituración de la nuez de palmiste y cascarilla, posterior separación (palmistería) utilizando una turbina e hidrolavadoras obteniendo: almendra húmeda y cuesco.	
2	30	160							Transporte de la almendra húmeda desde el área de palmistería (triturado y separación) hacia el área de secado	
1		1000							Proceso de secado hasta llegar a un rango entre 2,5 y 3 % de humedad	
3	10	120							Transporte de la almendra seca desde el área de secado hacia el área de prensado	
2		490							prensado mediante la extracción del aceite con impurezas (Lodos, piedras etc) a través de torsión mecánica , utilizando 4 prensas funcionales.	
4	10	120							Transporte del aceite con impurezas desde el área de prensado hasta el área de filtrado del aceite.	
3		420							Filtrado del aceite mediante la presión de aire y una bomba se separan las impurezas	
5	40	180							Transporte del aceite limpio desde el área de filtrado, hasta los tanques de almacenamiento de aceite	
2									Almacenamiento del producto terminado en tanques con una capacidad de 650 toneladas.	
Total	140	3000								

Figura 11-4: Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La figura 11-4, muestra el diagrama de proceso tipo material con sus respectivas actividades desarrolladas de igual forma con el tiempo empleado para cada actividad y la distancia en metros de cada actividad.

La tabla 10-4, hace referencia al cuadro resumen de operaciones con un total de 11 operaciones ejecutadas durante el proceso de extracción del aceite, 3 operaciones realizadas, 5 transportes, 2 almacenamientos y una operación combinada con un tiempo total de proceso de 3000 minutos y una distancia recorrida de 140 metros.

Tabla 10-4: Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.

Tabla de resumen - Método actual				
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	
Operación		3	2260	
Transporte		5	740	140
Inspeccion		0		
Demora		0		
Almacenaje		2		
Op. Combinada		1		
Total		11	3000	140

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Los factores que incrementan el proceso productivo encontrado corresponden a los elevados tiempos en la actividad de prensado con 490 minutos debido al daño existente en una prensa, por tanto, la capacidad productiva de la misma se reduce afectando directamente a la demanda mensual de aceite.

- **Cálculo de la productividad inicial:**

$$Productividad = \frac{Produccion}{Horas trabajadas}$$

$$Productividad = \frac{79,37 \text{ toneladas de aceite}}{50 \text{ horas}}$$

$$Productividad = 1.59 \text{ Toneladas/hora.}$$

El cálculo de la productividad inicial para la extracción de aceite arroja que en la actualidad se producen 1.59 toneladas/hora de aceite de palmiste.

4.7. Situación inicial componentes del mantenimiento productivo total (TPM)

Para evaluar el desempeño de los equipos y maquinarias, con el objetivo de lograr una mejora significativa dentro del proceso productivo total en Siexpal S.A., se evaluó el mantenimiento autónomo, mantenimiento planeado, seguridad y salud ocupacional, mantenimiento de calidad, mejora enfocada, gestión temprana, educación y entrenamiento, razón por lo cual se consideró el proceso de interacción entre personas y máquinas, para lograr un equilibrio en la empresa en referencia a: mano de obra, materiales, equipos, métodos, medio ambiente, con el objetivo de

mejorar el proceso productivo obtenido cero accidentes, cero pérdidas, por este motivo se inició con la determinación de la situación inicial sobre la aplicación de la metodología 5'S, ya que son partes fundamentales pues sin la aplicación de las 5S's no se puede aplicar la herramienta TPM. Auditoría inicial para conocer el desempeño inicial de la empresa en temas de la aplicación de la metodología 5'S. A continuación, en la tabla 11-4 se muestra la auditoría inicial en referencia a los aspectos de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Tabla 11-4: Auditoría inicial 5'S

AUDITORÍA INICIAL 5'S		
Realizado por:	Obregón Ginna	
Institución:	SIEXPAL S.A.	
Área auditada:	Planta de producción	
Fecha:	20/07/2023	
CRITERIOS DE VALORACIÓN		
0=Muy deficiente 1=Deficiente 2=Regular 3=Bueno 4=Muy bueno 5=Excelente		
SEIRI - CLASIFICAR		
Descripción	Calificación	Sugerencias para el próximo nivel de mejora
¿Existe materias primas o residuos no necesarios en el entorno de trabajo?	3	Realizar una clasificación de las herramientas utilizadas en el área de almacenamiento
¿Existe material innecesario que dificulta la visibilidad del área de trabajo?	2	Asignar un lugar adecuado para las herramientas de limpieza
¿Existe una adecuada demarcación de todos los elementos innecesarios existentes en la planta de producción?	3	Implementar mayor rotulación informativa de la maquinaria
TOTAL	8	
SEITON - ORGANIZAR		
¿Existe delimitación clara en los pasillos y áreas de almacenamiento?	2	Remarcar la pintura en las áreas poco visibles
¿Existe rotulaciones fácilmente identificables de las precauciones con las máquinas?	2	Se debe colocar más señalética de seguridad sobre las máquinas
¿Hay materiales y/o herramientas fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?	2	Asignar un área específica para las herramientas pequeñas
TOTAL	6	
SEISO - LIMPIAR		
¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	2	Debido a la actividad de extracción de impurezas debe existir limpieza permanente

¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	2	Se debe programar un horario rotativo para programar la limpieza
¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza juntamente con el mantenimiento de la planta?	2	Se debe definir el cronograma acorde las necesidades
TOTAL	6	
SEIKETSU - ESTANDARIZAR		
¿Existen procedimientos estandarizados para los procesos?	0	Levantar procedimientos seguros
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?	3	Se debe brindar capacitaciones permanentes a los trabajadores
¿Existe control visual?	1	Se debe mejorar este aspecto
TOTAL	4	
SHITSUKE - DISCIPLINA		
¿Se realizan los informes de auditoría correctamente y a su debido tiempo?	2	No existen levantamientos de auditorías
¿Se aplica la cultura de las 5'S, ¿se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?	0	Se debe aplicar con mayor frecuencia esta metodología
¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	4	Se debe dar seguimiento al uso adecuado del uniforme de trabajo
TOTAL	6	
SUMA		Porcentaje
Puntos posibles	75	Puntos obtenidos
		30
		40,00%

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 12-4 muestra el impacto en referencia al impacto de la aplicación de las 5'S

Tabla 12-4: Nivel de impacto de las 5S.

Nivel 5S	Porcentaje
Insatisfactorio	0-30
Por debajo del promedio	31-50
Promedio	51-70
Muy bueno	71-90
Excelente	91-100

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla mostrada hace referencia al resultado final de la auditoría inicial, respecto al cumplimiento de la aplicación de las 5'S para las áreas clasificación, orden, limpieza, estandarizar y disciplina obteniendo como resultado global un valor de 40% lo cual corresponde a un nivel por

debajo el promedio, razón por lo cual se requiere mejorar estos aspectos, mediante la estandarización de los procesos a través de procedimientos de trabajo.

4.7.1. Resultados individuales auditoría inicial – pilares del 5'S

El resultado global de cumplimiento de la metodología 5'S es de 40% sin embargo es importante evaluar el porcentaje de cumplimiento individual para cada pilar que compone esta herramienta, razón por lo cual los resultados encontrados de manera individual corresponden a los rangos inferiores al 50% es decir está por debajo del promedio debido a factores como una inadecuada limpieza, falta señalética de seguridad en el área de trabajo, falta de procedimientos estandarizados entre otros, la figura 12-4 muestra el porcentaje de cumplimiento individual para cada pilar.

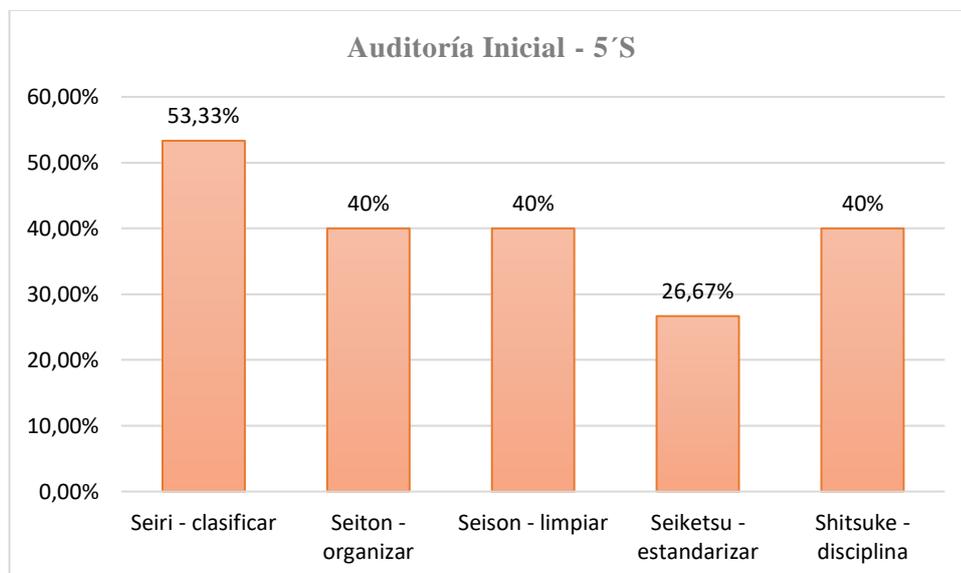


Gráfico 1-4: Pilares individuales 5

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

4.8. Análisis Modal de fallos y efectos (A.M.F.E):

El A.M.F.E o también conocido como análisis modal de fallos y efectos hace parte de la metodología Lean Manufacturing y se enmarca directamente dentro del mantenimiento productivo total, con el objetivo de identificar las causas y efectos de las fallas existentes dentro del sistema productivo en Siexpal S.A., para evitar la ocurrencia de los mismos y generar mayor capacidad de producción, considerando que en el área de prensado actualmente se encuentran activas 4 máquinas sin embargo existe una máquina que posee un desperfecto generando una disminución en la capacidad de producción.

En el capítulo siguiente se desarrolló un mantenimiento productivo total como parte de la implementación el cual se basó en el análisis modal de fallos y efectos, por ello los pasos a seguir para la implementación de esta herramienta lean son:

- 1.- Conformación de un equipo TPM
- 2.- Establecimiento de una línea base de rendimiento
- 3.- Establecer objetivos de mejora
- 4.- Planificación y ejecución de actividades TPM
- 5.- Medición y seguimiento
- 6.- Estandarización del proceso y documentación
- 7.- Integración continua
- 8.- Celebración y reconocimiento

Permitiendo maximizar la eficiencia de los equipos y reducir las pérdidas en la producción a través de la participación de todos los miembros del equipo.

4.9. Evaluación entre las pérdidas económicas y el nivel de producción – situación inicial

La viabilidad de la propuesta a través de una prueba piloto en la empresa Siexpal S.A como parte de la aplicación del proceso, está relacionada al impacto en ventas y el nivel de producción.

A continuación se extrae información del estado financiero de la empresa acorde la última actualización correspondiente al año 2022 sobre la actividad económica de la misma, en este aspecto es importante indicar que la empresa vio afectada su margen de ganancia (pérdida) neta como consecuencia de la pandemia originada por el covid, provocando paralizaciones en las actividades de operación de la empresa, la falta de mantenimiento durante los meses de paralización ocasionando deterioro en las máquinas, la figura 13-4 se muestra un registro del resumen financiero de la empresa.

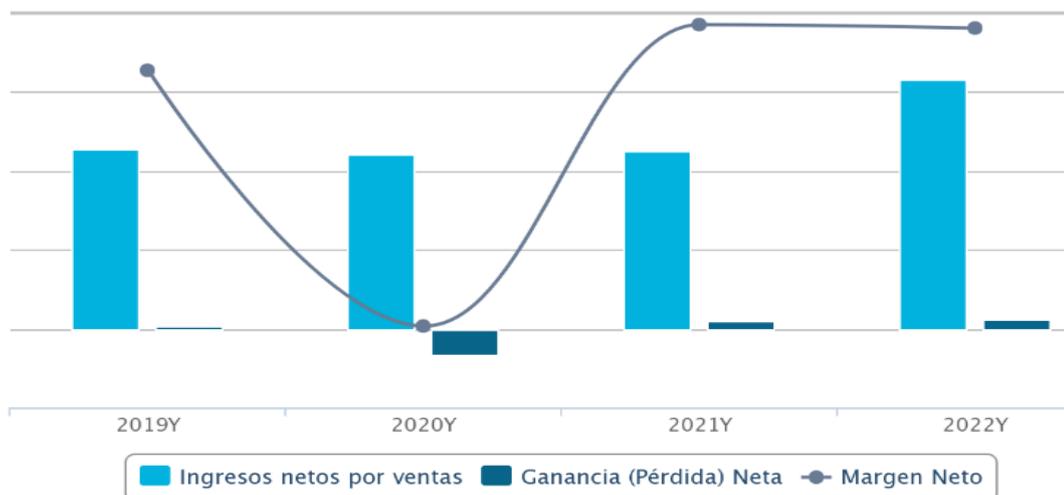


Gráfico 2-4: resumen financiero Siexpal S.A.

Fuente: (Coelho Fabián, 2011)

La capacidad de producción en el período post pandemia decreció debido a problemas con la inactividad de dos máquinas partes del proceso productivo, por ende, existe una disminución en referencia a las ventas mensuales que realiza la empresa, a causa de disminución de la productividad, en la figura 13-4, se muestra los valores reflejados durante los años 2018 y 2022 respectivamente con respecto al promedio en ventas mensuales:

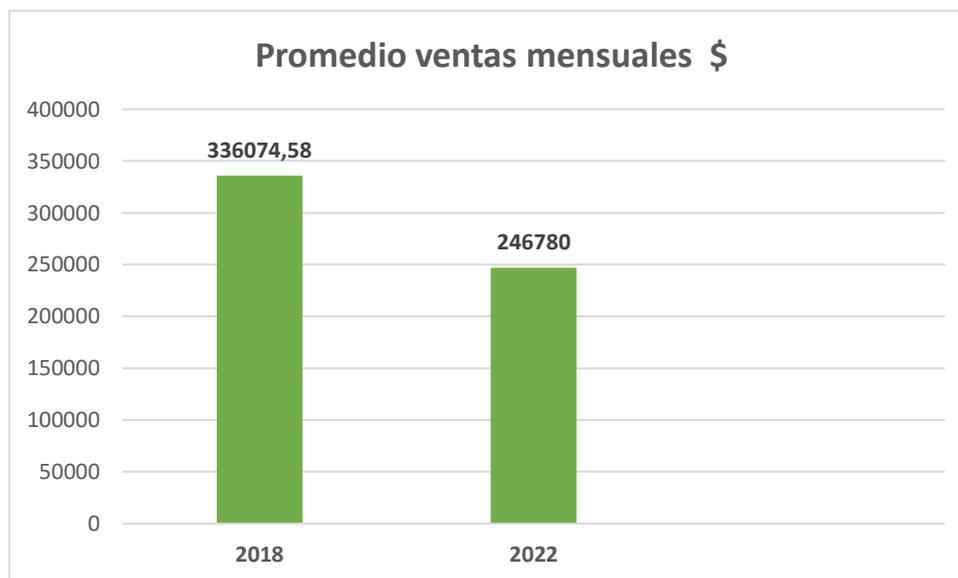


Gráfico 3-4: resumen financiero Siexpal S.A.

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

El promedio de ventas mensuales en la empresa disminuyó debido al decremento de producción por los factores mencionados anteriormente sin embargo, en el año de la pandemia se presentó una escasez de materia prima de la nuez de palmiste razón por lo cual se redujo los proveedores de este fruto, llegando a existir días de inactividad total en la planta debido al desabastecimiento creado razón por lo cual en la actualidad no se cuenta con igual número de proveedores de nuez de palmiste por tanto existe un reajuste a la capacidad de producción en referencia al período pre pandemia, de igual manera la capacidad de producción está considerada en base a la producción de aceite de palmiste y los demás subproductos como son: fibra, cuesco y pasta de palmiste que esta actividad genera.

4.10. Cuadro resumen KPI'S inicial mantenimiento productivo total (TPM)

La tabla 13-4, muestra los principales indicadores componentes del mantenimiento productivo total analizados para mejorar el proceso productivo de Siexpal S.A., de entre estos se establece la productividad, seguridad, calidad, costos.

Tabla 13-4: Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.

Ítems	KPI'S	Valor	Meta objetivo / recomendación
1	Productividad	1,59 toneladas/ hora	Maximizar la productividad
2	Seguridad	40 %	Mejorar la seguridad
3	Calidad	A.M.F.E. (área de prensas y secadoras)	Garantizar la calidad
4	Inversión	50.000\$	Ahorro de costos (maquinaria)

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

5.1. Diagramas de procesos- situación propuesta

Una vez determinado la situación inicial, conociendo los principales problemas a los que se enfrenta el sistema de producción, se propone un nuevo diagrama de procesos, el mismo que optimice las variables de tiempos y recursos existentes dentro de la empresa, razón por la cual se reduce los tiempos empleados para la operación de secado mediante la implementación de una secadora rotativa la cual incrementa la capacidad de producción en el área de secado, de igual manera existe una reducción del factor tiempo empleado en la operación de prensado porque se habilitó una prensadora adicional para este fin, en esta propuesta se obtuvo una reducción de tiempo de 120 minutos.

DIAGRAMA DEL PROCESO TIPO MATERIAL										
MÉTODO ACTUAL:									DIAGRAMA N°:	1
MÉTODO PROPUESTO:			x						HECHO POR:	Obregón Ginna
SUJETO DEL DIAGRAMA:			ACEITE DE PALMISTE							HOJA N° 1 DE 1
DEPARTAMENTO:			PRODUCCIÓN							
N° DE ACTIVIDAD	DISTANCIA EN METROS	TIEMPO EN MINUTOS	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
										
1									Almacenamiento y recepción de la materia prima (nuez de palmiste)	
1	50	160							Traslado desde el área de almacenamiento hasta el área de triturado y separación de la nuez	
1		350							Trituración de la nuez de palmiste y cascarilla, posterior separación (palmistería) utilizando una turbina e hidrolavadoras obteniendo: almendra húmeda y cuesco.	
2	30	160							Transporte de la almendra húmeda desde el área de palmistería (triturado y separación) hacia el área de secado	
1		900							Proceso de secado hasta llegar a un rango entre 2,5 y 3 % de humedad	
3	10	120							Transporte de la almendra seca desde el área de secado hacia el área de prensado	
2		470							prensado mediante la extracción del aceite con impurezas (Lodos, piedras etc) a través de torsión mecánica , utilizando 4 prensas funcionales.	
4	10	120							Transporte del aceite con impurezas desde el área de prensado hasta el área de filtrado del aceite.	
3		420							Filtrado del aceite mediante la presión de aire y una bomba se separan las impurezas	
5	40	180							Transporte del aceite limpio desde el área de filtrado, hasta los tanques de almacenamiento de aceite	
2									Almacenamiento del producto terminado en tanques con una capacidad de 650 toneladas.	
Total	140	2880								

Figura 1-5: Diagrama de procesos - actual.

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La figura 1-5 hace referencia al diagrama de proceso propuesto en el cual se plantea una reducción de tiempos en las actividades de 120 minutos no obstante, debido a la inhabilitación de algunas máquinas en la planta, como parte de la solución a la problemática mediante las herramientas Lean Manufacturing, se propuso un mantenimiento de los equipos que se encuentran inoperantes, mediante la estandarización de procesos y manuales de operaciones, mejorando de esta manera la capacidad de producción y la disminución de tiempos no obstante no se considera una reducción de la distancia durante la transformación de la materia prima, permaneciendo una distancia invariable del proceso.

Tabla 1-5: Resumen diagrama de flujo propuesto del proceso- extracción de aceite.

Tabla de resumen - Método propuesto			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
Operación		3	2140
Transporte		5	740
Inspeccion		0	
Demora		0	
Almacenaje		2	
Op. Combinada		1	
Total		11	2880
			140

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 1-5 muestra el resumen de las actividades realizadas como parte del diagrama de operaciones propuesto, en esta tabla existe un tiempo total de operación de 2880 minutos con una distancia recorrida de 140 metros , y se ejecutan 11 actividades, es importante señalar que no fue factible realizar una redistribución de planta debido al proceso de producción lineal que se maneja en la empresa y se ejecutan operaciones altamente automatizadas, implicaría costos muy elevados para las nuevas instalaciones, en este aspecto la propuesta de una redistribución al diseño integral del proceso requiere un reingeniería completa del proceso porque al ser procesos que la mayor parte de veces dependen de interconexiones y sincronizaciones precisas entre máquinas y equipos el cambio de la disposición de las mismas se interrumpiría la cadena de producción y afectaría directamente la eficiencia del proceso.

5.2. Indicadores para el desarrollo del VSM propuesto

Una vez considerado todos los aspectos que pueden ser mejorados en el sistema productivo y realizado un diagrama de análisis previo se analizó los distintos indicadores que son necesarios para el V.S.M propuesto y se detalla a continuación:

5.2.1. Tiempo disponible y takt time

En la empresa se establecieron parámetros adecuados para los tiempos utilizados por el personal acorde el criterio de jornadas de 12 horas laborables, razón por la cual los tiempos establecidos se muestran en la tabla 2-5 para la jornada de 1 turno de trabajo:

Tabla 2-5: Tiempos de parada para 1 turno de trabajo en Siexpal S.A.

Descripción	Tiempo (Horas)	Tiempo (minutos)
Paradas programadas (para las necesidades biológicas).	0.08333	5
Preparación para salida de la jornada laboral.	0.08333	5
Refrigerio	0.416667	25
Preparación para la entrada a la jornada laboral.	0.08333	5
TOTAL	0.666667	40

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 3-5 muestra los datos necesarios para el cálculo del takt time en la empresa, los cuales hacen referencia a los cambios propuestos en el diagrama de operaciones

Tabla 3-5: Datos cálculo takt time propuesta

Datos para el cálculo del takt time- situación inicial	
Días Disponibles	20
Turnos Disponibles	2
Tiempo de jornada de trabajo (horas)	48
Horas disponibles al mes	576
Minutos disponibles al mes	34560
Demanda Mensual	2000 toneladas
Tiempo disponible de receso (min)	1600

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La propuesta de mejora realizada a través del uso de la herramienta VSM, permitió la disminución de tiempos en las operaciones, con la propuesta de mantenimiento de las maquinarias que están inhabilitadas en la actualidad, obteniendo una reducción de tiempo total de proceso de 50 horas a 48 horas de proceso, es preciso señalar que se analizó el estudio de la metodología para 79.37 toneladas de aceite de palmiste en una jornada laboral, con estos indicadores se calculó el takt time obteniendo la siguiente información:

$$TT = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Número de unidades producidas}}$$

$$TT = \frac{32960 \text{ min}}{79,37 \text{ toneladas de aceite}}$$

$$TT = 16.48 \text{ min/ton.}$$

El takt time propuesto es de 16.48 min la empresa producirá una tonelada de aceite de palmiste, por tal motivo este tiempo es el que debe manejar la empresa para satisfacer la demanda del cliente y mejorar la productividad del proceso.

5.3. Cálculo de la productividad propuesta

$$Productividad = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas trabajadas}}$$
$$Productividad = \frac{79,37 \text{ toneladas de aceite}}{48 \text{ horas}}$$
$$\mathbf{Productividad = 1.65 \text{ Toneladas /hora.}}$$

El cálculo de la productividad propuesta para la extracción de aceite arroja que la empresa produce 1.65 toneladas/hora de aceite de palmiste.

5.3.1. Cálculo de la mejora de la productividad

Productividad situación inicial = **1.59** toneladas /hora.

Productividad situación propuesta = **1.65** toneladas/hora.

Mejora de la productividad = Productividad propuesta - Productividad situación inicial

$$\mathbf{Mejora de la productividad = (1.65 - 1.59) \text{ toneladas/hora.}}$$

$$\mathbf{Mejora de la productividad = 0.06 \text{ toneladas/hora.}}$$

El resultado de la propuesta realizada generó como resultado un incremento en la productividad de 0.06 toneladas/ hora, es importante mencionar que el incremento es bajo no obstante en la actualidad Siexpal redujo su capacidad de producción debido a la crisis que atravesó durante la pandemia, sin embargo, la capacidad de producción en la actualidad cubre la demanda local no obstante debido a la reducción de proveedores de materia prima no cubre la demanda internacional para exportación.

5.3.2. Mapa propuesto VSM

El desarrollo del VSM propuesto comprende la mejora en reducción de tiempos tanto de aquellas actividades que agregan valor de igual manera de las actividades que no agregan valor, la disponibilidad de las máquinas y se considera la funcionalidad de todas ellas, a continuación, se describe en la figura 2-5:

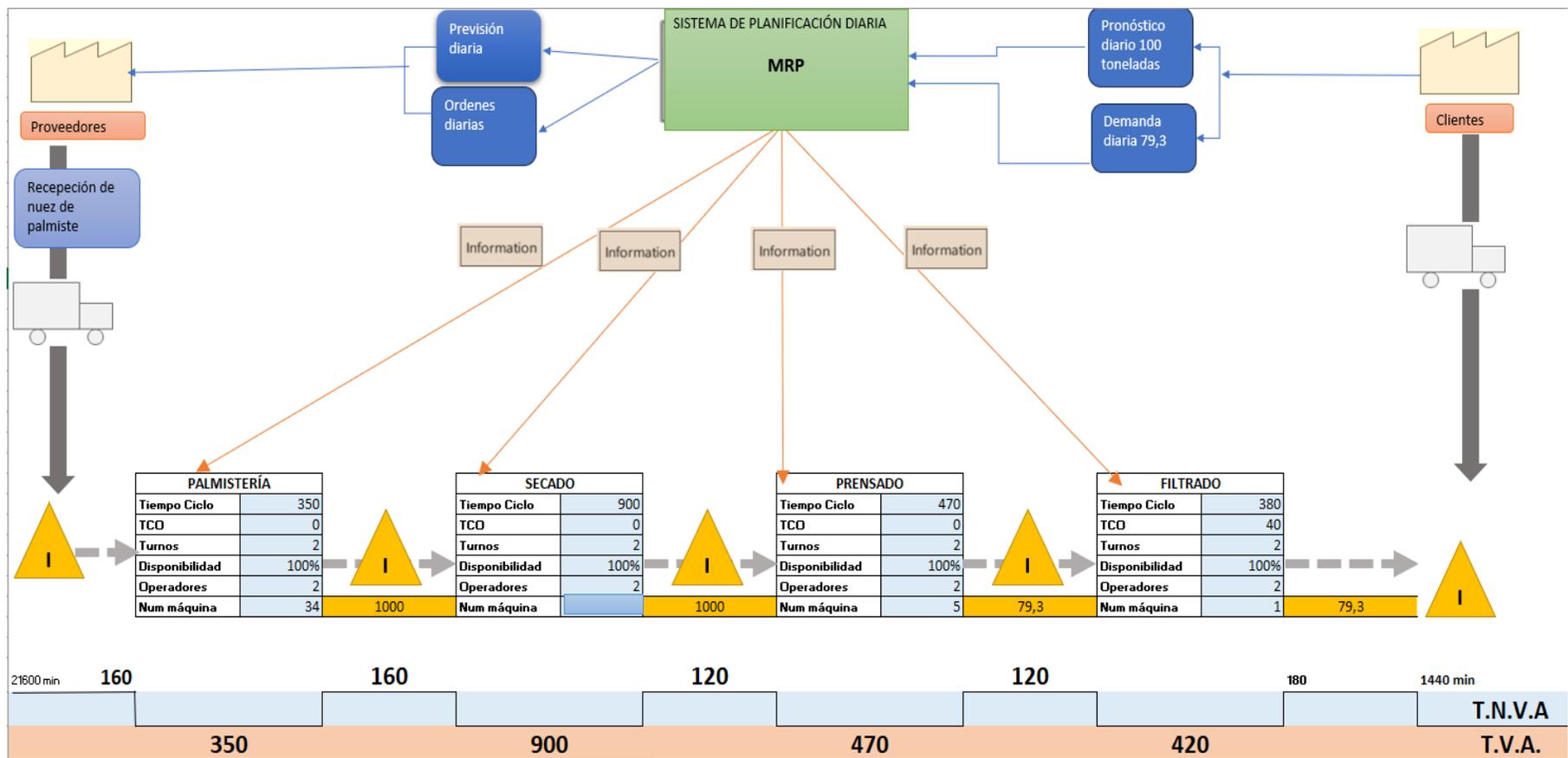


Figura 2-5: VSM actual

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Tiempo de valor añadido (TVA) = 2140 min = 35,6667 horas

Tiempo que no añade valor (TNVA) = 23780 min = 396,3333 horas

EL VSM inicial con respecto al VSM final muestra una reducción en tiempos específicamente de las actividades que añaden valor, con una disminución de un tiempo de 2 horas específicamente en el área de secado y prensado, no obstante, como se trata de un proceso altamente automatizado los tiempos empleados en las actividades que no añaden valor referidos a los transportes permanecen inalterables

5.4. Implementación de la herramienta Lean 5'S

Una vez determinado los desperdicios lean (transportes, movimientos innecesarios y tiempos) ocasionados por la falta de orden y limpieza, se ha llegado a la conclusión que la mejor herramienta para eliminar estos desperdicios es la aplicación de las 5'S.

5.4.1. Desarrollo de la metodología 5'S

Determinado los niveles de aplicación de la metodología 5'S en Siexpal S.A. se procedió a la mejora de los diversos pilares que forman parte de esta herramienta, el objetivo de esta implementación permitió desarrollar la organización, estandarización y disciplina en la empresa, para ello fue necesario una socialización dirigida al personal del área de producción de la empresa extractora de aceite , como se muestra en la figura 3-5 donde se llevó a cabo una charla sobre la importancia de aplicación de esta herramienta:



Figura 3-5: Socialización de la metodología

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La charla impartida al personal abordó los temas de organización, orden, limpieza, clasificación y estandarización en tal virtud se realizó un tríptico informativo ver **ANEXO A** , que fue facilitado al personal como parte del registro documental que los trabajadores deben poseer . A

continuación, en la figura 4-5 se muestra el tríptico informativo que fue socializado, el mismo que contiene información básica de cada pilar y los beneficios de implementar este sistema:



Figura 4-5: Socialización de la metodología

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

5.4.2. Implementación Seiri (clasificar)

La etapa de clasificación (seiri), tiene por objetivo categorizar los elementos necesarios de los innecesarios que se encuentran presentes en las instalaciones, este pilar tiene por finalidad eliminar todos aquellos componentes no necesarios que no tienen una ubicación establecida dentro del área de trabajo, por este motivo se recomienda ubicar en el área asignada para cada material acorde la naturaleza de estos, uso, medidas de seguridad para agilizar el área dispuesta para el trabajo sin la presencia de elementos poco útiles.

La clasificación de los elementos fue realizada mediante el criterio de utilidad de los instrumentos para cada área de trabajo como recepción, palmistería, secado, prensado, filtrado y almacenamiento, por ello se preguntó a los operarios de cada área sobre la utilidad de un material o el descarte de este mediante el traslado a otra área donde pueda ser almacenado adecuadamente, por este motivo se consideró el siguiente diagrama con los criterios de clasificación pertinentes como se ejemplifica en la figura 5-5:

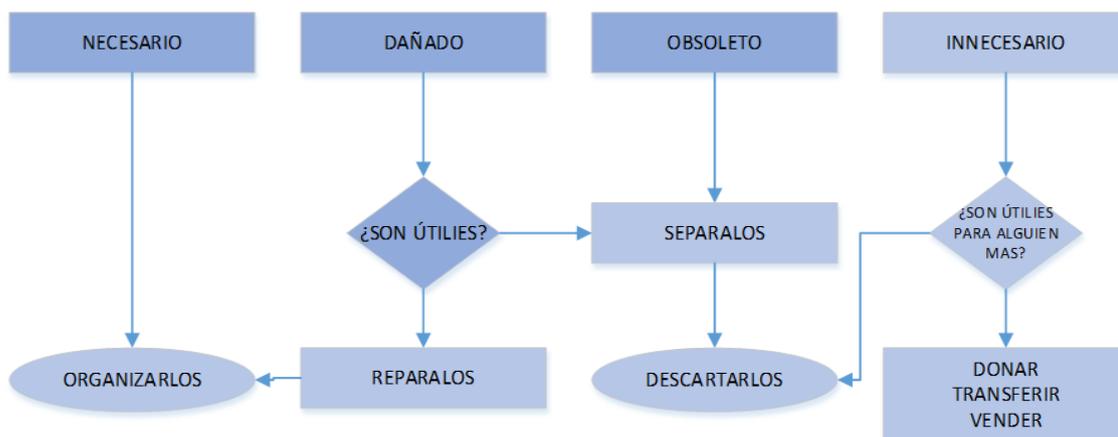


Figura 5-5: criterio de selección – clasificación

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La figura 5-5 muestra el criterio de selección que fue seguido para la clasificación de los materiales necesarios de los no necesarios, sin embargo, como parte de la implementación de este pilar se elaboró un registro en una hoja de cálculo el mismo que fue socializado y entregado al área de producción con el objetivo de llevar un procedimiento estandarizado para la clasificación como se detalla a continuación en la tabla 4-5 el registro consta de los siguientes ítems:

Tabla 4-5: Formato seiri- clasificación

ÁREA / UBICACIÓN:		RESPONSABLE:	
FECHA DE EVALUACIÓN:		NÚMERO DE PROCESO:	
Item	Elemento Innecesario	Cantidad	Acción correctiva
1			
2			
3			

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

El formato implementado para la clasificación de elementos debe ser llenado teniendo en consideración el número de ítems que se dispone por área de trabajo, el nombre de los elementos evaluados de igual manera la cantidad de los elementos con los que cuenta cada área y finalmente se debe detallar la acción correctiva que debe seguirse bien sea esta de: eliminación, traslado, inspección u otro.

Una vez levantada la información documental a través del formato descrito anteriormente fue necesario la implementación de un registro in situ que sea fácilmente visible a los trabajadores de las diferentes áreas por ese motivo se elaboró una tarjeta roja utilizada para este propósito de seleccionar los elementos innecesarios aportando visibilidad a los trabajadores e información a

ejecutarse con ese determinado material, por este motivo cuando los empleados divisan una tarjeta roja colocada en un cierto elemento generan una cultura de orden y traslado al lugar que le corresponde dicho material, a continuación en la figura 6-5 se muestra la tarjeta elaborada:

SIEXPAL S.A.
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE

TARJETA ROJA

Fecha: N°

Subproceso:

Área:

Artículo:

Cantidad:

Razon de retiro:

Destino:

Transferir

Eliminar

Inspeccionar

Otro

Comentario:

Figura 6-5: tarjeta roja- seiri

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

5.4.3. Elementos Innecesarios

Los elementos innecesarios corresponden a todos aquellos componentes que si bien no corresponde a la materia prima para la transformación del aceite de palmiste, se consideran parte del proceso, por tal motivo no siempre se debe eliminar y desechar como parte de la cadena de suministro, sino se debe ubicarlos en el espacio y área delimitada para su almacenamiento, los accesorios considerados como innecesarios corresponden en su mayor parte a los artículos utilizados para la limpieza de las distintas áreas existentes, así como materiales utilizados para la recolección de desechos.

Los elementos innecesarios que no estaban delimitados ni ordenados dentro de un área establecida fueron:

Tabla 5-5: Elementos innecesarios

ÁREA / UBICACIÓN:	Producción	RESPONSABLE:	Jefe de área
FECHA DE EVALUACIÓN:	05/08/2023	NÚMERO DE PROCESO:	1
Item	Elemento Innecesario	Cantidad	Acción correctiva
1	Escobas	5	Reubicación área limpieza
2	Palas manuales	5	Traslado al área de limpieza
3	tacho basura	3	Delimitación del área
4	Recogedores de basura	2	Traslado al área de limpieza
5	Carretillas manuales	6	Traslado al área de bodega

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 5-5 muestra el registro de elementos innecesarios que deben ser reubicados dentro de las instalaciones de la empresa.

5.4.4. Elementos Necesarios

Los elementos necesarios corresponden a todos aquellos componentes importantes sin los cuales es posible iniciar la actividad no obstante la inutilización de alguno de estos componentes repercutiría directamente en la seguridad de los trabajadores ocasionando problemas graves de salud, enfermedades profesionales y disminuyendo la calidad del proceso.

Dentro de los elementos identificados como necesarios pero que es preciso una clasificación y reubicación se lista a continuación los materiales que fueron identificados como necesarios, los mismos que se detallan en la tabla 6-5 y las medidas de corrección que deben seguirse:

Tabla 6-5: Elementos necesarios

ÁREA / UBICACIÓN:	Producción	RESPONSABLE:	Jefe de área
FECHA DE EVALUACIÓN:	05/08/2023	NÚMERO DE PROCESO:	1
Item	Elemento Necesario	Cantidad	Acción correctiva
1	Zapatos de trabajo	11	utilización diaria
2	Guantes	11	utilización diaria
3	Overol de trabajo	11	utilización diaria
4	orejeras	11	utilización diaria
5	elementos para la limpieza del área	6	Traslado al área de limpieza

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

5.4.5. Implementación de seiton (organizar)

Cuando los elementos necesarios han sido identificados fue importante ordenarlos en el puesto y área que les corresponde, la aplicación de este pilar determinó la delimitación para cada elemento, a través de la aplicación de seiton se ha logrado la reducción de transportes innecesarios y una

disminución de tiempos para localizar los objetos de limpieza, del mismo modo se benefició la presentación de las instalaciones asignando un lugar adecuado para los botes de basura existentes. La implementación de este pilar permitió una identificación de los elementos necesarios e indispensables para el trabajo, estableciendo un lugar adecuado asignado para cada objeto, en este sentido se visualizó tarjetas de ubicación para cada elemento, así como las acciones a tomar. La implementación de este pilar fue en el levantamiento de un formato donde se lleve un registro de cada área de trabajo em el cual se detalle los elementos necesarios para cada área, así como también el número de ítems que conforman la misma, en la tabla 7-5 se ejemplifica el formato seiton levantado.

Tabla 7-5: Elementos necesarios

ELEMENTOS NECESARIOS POR ÁREA DE TRABAJO- PALMISTERÍA			
N°	Área de trabajo	Elemento necesario	Cantidad
1	Área de Palmistería	escobas	2
		Botes de basura	1
		fundas de basura	1
		palas manuales	5
		recogedores de basura	4

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

5.4.6. Implementación de seiso (limpiar)

El pilar seiso implementado tuvo por objetivo mantener limpio todas las áreas de trabajo existentes en la empresa, así como las instalaciones de oficinas y planta en general , por tal motivo es responsabilidad de todo el personal de la planta mantener nítido el área de trabajo, este pilar es muy importante dentro de la cultura lean porque mejora el desempeño de las actividades identificando aquellos espacios donde se almacena suciedad ya sea en máquinas o en oficinas y posteriormente eliminándolas dando como resultado un lugar ordenado y armónico para el trabajo, porque el lugar de trabajo influye en la ejecución de la actividad laboral.

La aplicación de este pilar estuvo conformada por la implementación de una tarjeta amarilla la cual tiene por objetivo la identificación de las fuentes de suciedad y proponer soluciones a esta problemática, por este motivo se delegó a cada líder de las áreas existentes la utilización de estas tarjetas con el objetivo que los trabajadores puedan divisar la misma y realicen las medidas correctivas que se indican en la tarjeta a fin de eliminar la fuente que origina la falta de limpieza del lugar, a continuación en la figura 7-5 se muestra la tarjeta amarilla misma que fue implementada en el área de producción y en esta se describe las fuentes del problema y la acción correctiva que debe aplicarse acorde el cada área:

SIEXPAL S.A. SISTEMA DE ENTRENAMIENTO Y AGENTES DE PLANTAS		TARJETA AMARILLA	
Fecha:	<input type="text"/>	N°	<input type="text"/>
Subproceso:	<input type="text"/>		
Área:	<input type="text"/>		
Fuente:	Polvo Agua Aire Aceite Pintura Sustancias nocivas Acciones del personal Condiciones de las instalaciones Otros:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Descripción del problema:	<input type="text"/>		
Acción correctiva	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		

Figura 7-5: tarjeta amarilla- seiso

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tarjeta descrita anteriormente tiene por objetivo fundamental establecer la importancia de la limpieza de igual manera instaurar este hábito beneficioso para la organización, en tal virtud en la charla de socialización de la metodología 5'S se orientó a los empleados asistentes a la misma, sobre la importancia de la organización de las actividades laborales, de este modo los empleados asumieron la responsabilidad de ejecutar actividades de limpieza para esta actividad se propuso un lapso de 5 minutos previos al inicio de las actividades y 5 minutos al finalizar la jornada laboral, a fin que los trabajadores ejecuten las tareas de limpieza en su área de trabajo respectiva, disponiendo de un ambiente laboral limpio y seguro instaurando de esta manera una cultura de mejoramiento continuo dentro de la empresa.

Para llevar a cabo una adecuada estandarización de los procesos de limpieza, se levantó un cronograma de planificación para la realización de esta actividad.

Tabla 8-5: Cronograma de planificación

Actividad	Objetivos:	Responsables	Herramientas:	Fecha de ejecución:
Definición roles y funciones	Definir roles de los participantes	Tesista (Ing. Ginna Obregón)	Capacitación	13-10-2023 (20 min)
Campaña de limpieza	Realizar la limpieza en los puestos de trabajo.	Personal de las dependencias administrativas de producción	Instrumentos de limpieza	A partir del 13-10-2023 (actividad diaria en cada turno de trabajo) (10 min)
Verificación y concientización de la herramienta	Evaluar el estado de la limpieza.	Líder del área respectiva	Control visual	A partir del 13-10-2023 (actividad diaria en cada turno de trabajo) (10 min)

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 8-5 muestra el cronograma establecido para efectuar los procesos de limpieza dentro del área de producción y área administrativa, estableciendo rutinas que deben ser ejecutadas previo al inicio de actividades, así como también al finalizar los procesos laborales. El cronograma detallado fue socializado y entregado al departamento de producción de la empresa a fin de contar con constancia de la información documentada sobre este pilar de mejora continua.

5.4.7. Implementación de seiketsu (estandarizar)

El objetivo de implementar el pilar seiketsu es decir la estandarización es conservar la organización , orden y limpieza implementado en los tres pilares anteriormente descritos, este apartado correspondió a la evaluación de las actividades que se realizaban anteriormente sin procedimientos establecidos para proponer formatos estandarizados que se apliquen dentro de los pilares de la metodología, en este aspecto se realizó un manual de procesos y procedimientos para aplicar la metodología 5´S , el cual se adjunta en el ANEXO B el mismo que recoge los procedimientos adecuados que deben seguirse en la empresa con el objetivo de establecer procedimientos normados y seguros.

El contenido del manual de proceso y procedimientos realizado consta de aspectos como: la introducción a la metodología, propósito del documento, ámbito, audiencia objetivo, información general del proceso, objetivo, justificación, alcance, participantes del proceso, evento de inicio y fin, pre condiciones y post condiciones, especificación del proceso, descripción general, la implementación de la metodología, pasos para la implementación de esta y un glosario general de términos, como parte de la estandarización del proceso se entregó esta información documentada al departamento de producción a efectos que la empresa cuente con registros de estandarización de procesos y ejecuten las evaluaciones pertinentes guiados en el manual levantado.

La figura 8-5 muestra un esquema de la elaboración del manual de procesos y procedimientos para aplicar la metodología 5'S el mismo que fue socializado y entregado con el área departamental correspondiente:

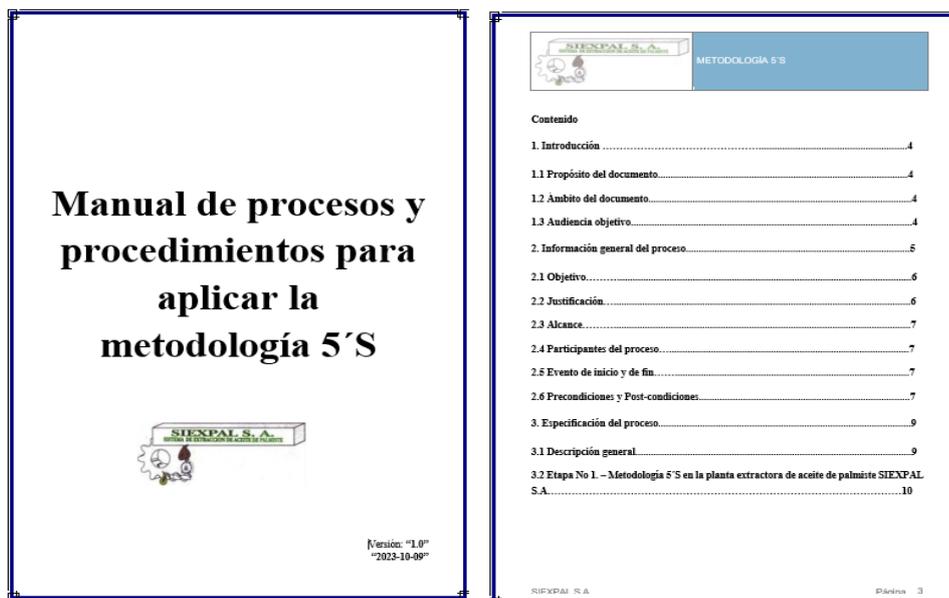


Figura 8-5: Manual de procesos 5'S

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

5.4.8. Implementación de shitsuke (disciplina)

La implementación del pilar shitsuke constituye un aspecto importante dentro de la herramienta Lean Manufacturing porque una vez implementado los pilares de orden, limpieza, clasificación y estandarización fue importante la socialización hacia los trabajadores para generar una cultura de mejora a través de la autodisciplina que deben generar los trabajadores como parte del desempeño en las actividades que son realizadas por ellos en la planta de producción.

Las recomendaciones que se sugieren para la aplicación continua de esta herramienta se considera fomentar charlas continuas para motivar al personal, de igual manera la alta gerencia debe proporcionar los recursos necesarios a los empleados para que puedan realizar todas sus funciones de la manera más adecuada, por tal motivo es importante definir cada rol y actividad que debe desempeñar los trabajadores. El resultado obtenido de la implementación de esta mejora permitió una mejora en la aplicación de la metodología 5´S.

En la tabla 9-5 se muestra el cronograma establecido para la implementación de los pilares del 5´S , los recursos empleados, métodos, técnicas y la mejora efectuada en cada etapa como se muestra a continuación:

Tabla 9-5: Cronograma de implementación

Actividades	Objetivos	Recursos	Métodos	Técnicas	Mejora / frecuencia
Clasificación	Mantener el orden alcanzado en la implementación	Humanos	Control visual	Aplicación de tarjetas rojas	Existe una adecuada clasificación de los objetos necesarios de los innecesarios utilizados en el proceso productivo, y debe efectuado diariamente esta acción
Organización	Implementar estándares de limpieza y la aplicación de estos	Materiales	Visual, charlas	Limpiar y registros de esta actividad	La mejora se refleja en la implementación de registros en esta área y la predisposición del personal a ejecutar las labores de organización de las herramientas, debe ser ejecutada en cada turno de trabajo.
Limpieza	Determinar los aspectos de mejora para este pilar	Humanos	Control visual	Tarjeta amarilla	La implementación de la tarjeta amarilla permitió tomar acciones de mejora mediante medidas de corrección rápidas y visibles a todo el personal, razón por lo cual debe realizarse diariamente.
estandarización	Realizar auditorías periódicamente para determinar los avances logrados.	Humanos	Procedimiento	Manual de procesos	Se lleva un registro de información documentada sobre la estandarización de la metodología a través de una socialización con el área administrativa y personal. Se debe actualizar anualmente la información
Disciplina	Realizar evaluaciones periódicas	Humanos	Información documental	Auditoría final	La auditoría final mostró una mejora de los procesos en el tema de aplicación de esta herramienta, por ende, un mejor desempeño de la organización, se debe realizar auditorías de cumplimiento semestralmente para evaluar los procesos.

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

5.5. Auditoría final de la metodología 5'S

La aplicación de los pilares que conforman la herramienta 5'S permitió la mejora de los procedimientos efectuados como parte del proceso productivo, razón por la cual para evaluar la mejora fue necesario aplicar una auditoría final con el objetivo de cuantificar el nivel de mejora en los diferentes aspectos evaluados, la tabla 10-5 muestra la auditoría final realizada y la ponderación final sobre el porcentaje obtenido una vez evaluado e implementado los diversos registros y procedimientos:

Tabla 10-5: Auditoría final 5'S

AUDITORÍA FINAL 5'S		
Realizado por:	Obregón Ginna	
Institución:	SIEXPAL S.A.	
Área auditada:	Planta de producción	
Fecha:	11/10/2023	
CRITERIOS DE VALORACIÓN		
0=Muy deficiente 1=Deficiente 2=Regular 3=Bueno 4=Muy bueno 5=Excelente		
SEIRI - CLASIFICAR		
Descripción	Calificación	Sugerencias para el próximo nivel de mejora
¿Existe materias primas o residuos no necesarios en el entorno de trabajo?	5	Se estableció una clasificación de las herramientas necesarias
¿Existe material innecesario que dificulta la visibilidad del área de trabajo?	5	Se llevó a cabo un registro de las herramientas
¿Existe una adecuada demarcación de todos los elementos innecesarios existentes en la planta de producción?	4	La demarcación fue realizada a través de la utilización de las tarjetas rojas
TOTAL	14	
SEITON - ORGANIZAR		
¿Existe delimitación clara en los pasillos y áreas de almacenamiento?	2	Remarcar la pintura en las áreas poco visibles
¿Existe rotulaciones fácilmente identificables de las precauciones con las máquinas?	2	Se debe colocar más señalética de seguridad sobre las máquinas
¿Hay materiales y/o herramientas fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?	5	Ya no se evidencia materiales fuera de lugar
TOTAL	9	
SEISO - LIMPIAR		
¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	5	Se implementó tarjetas amarillas para realizar tareas inmediatas con las máquinas
¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	5	Los empleados son conscientes de efectuar limpieza a sus áreas de trabajo

¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza juntamente con el mantenimiento de la planta?	5	Se implementó un cronograma para este fin al inicio y final de las actividades
TOTAL	15	
SEIKETSU - ESTANDARIZAR		
¿Existen procedimientos estandarizados para los procesos?	5	Se levantó un manual de procedimientos para la implementación
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?	4	Se capacitó al personal administrativo y de producción
¿Existe control visual?	3	Mejóro el control visual mediante los procedimientos y tarjetas
TOTAL	12	
SHITSUKE - DISCIPLINA		
¿Se realizan los informes de auditoría correctamente y a su debido tiempo?	2	Se debe ejecutar más auditorías
¿Se aplica la cultura de las 5'S, ¿se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?	3	Se implementó los principios de mejora no obstante debe ser periódico la capacitación
¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	4	Se debe dar seguimiento al uso adecuado del uniforme
TOTAL	9	
SUMA		Porcentaje
Puntos posibles	75	Puntos obtenidos
		59
		78,67%

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 10-5 corresponde a las preguntas efectuadas en la auditoría final, el puntaje total de esta corresponde a 75 puntos sin embargo los puntos obtenidos fueron 59 puntos, correspondiendo a un porcentaje de cumplimiento del 78,67% .

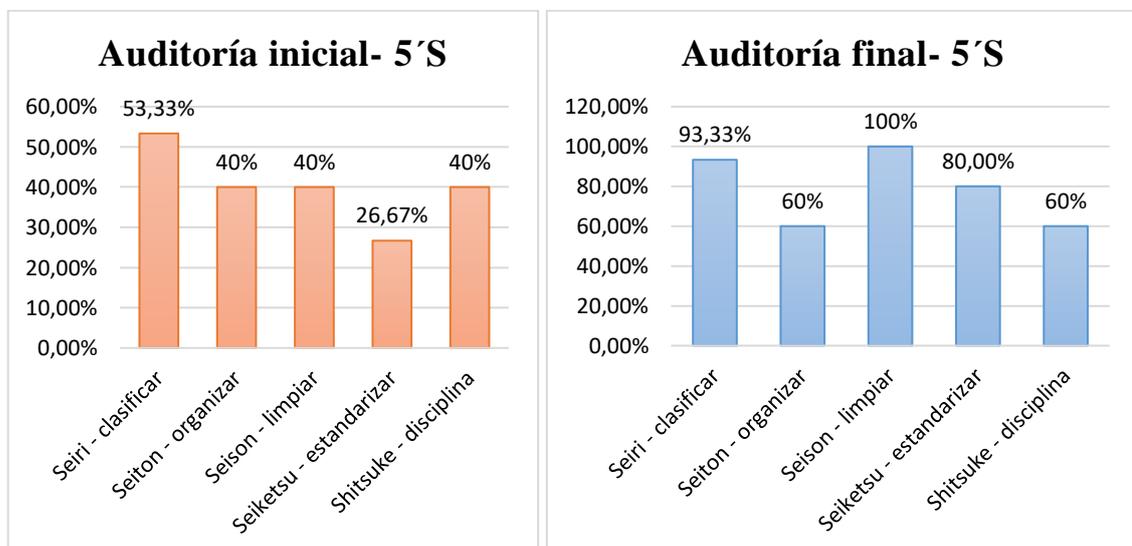


Gráfico 1-5: Histograma resumen nivel de actuación - 5'S

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La figura 9-5 mostrada hace referencia al porcentaje de cumplimiento de cada pilar componente de las 5's posterior a la implementación, para seiri (clasificar) se obtuvo una mejora de 40 %, para seiton (organizar) se obtuvo una mejora de 20 %, para seison (limpiar) se obtuvo una mejora de 60 %, para seiketsu (estandarizar) se obtuvo una mejora de 53,33 %, finalmente para shitsuke (disciplina) se obtuvo una mejora de 20 %.

5.5.1. Mejora de productividad

La mejora de la productividad se ve reflejado en los principales indicadores del proceso como se muestra a continuación:

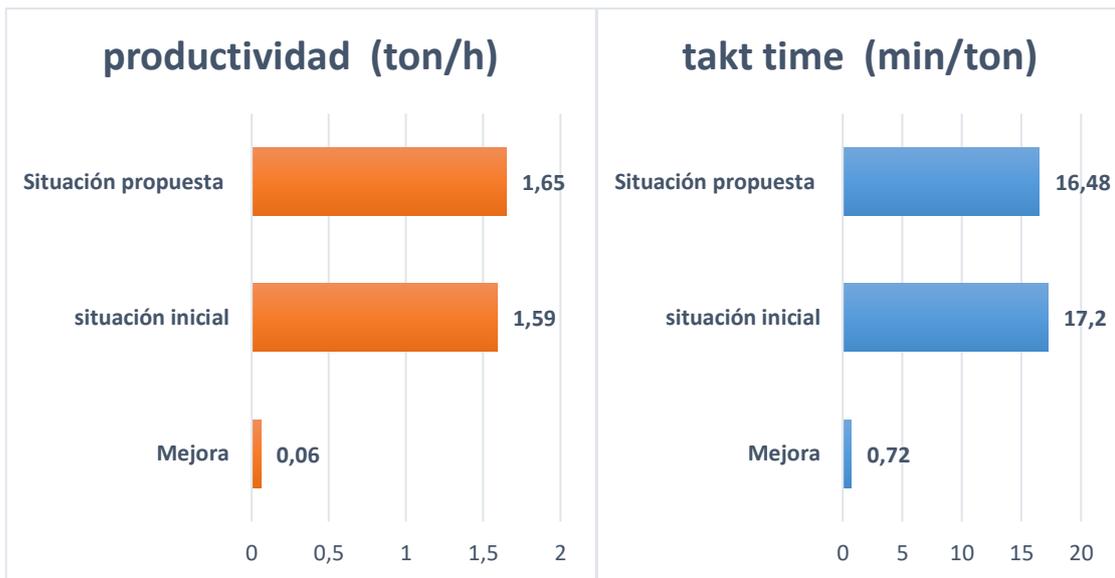


Gráfico 2-5: Indicadores de productivos

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La figura 10-5 muestra la mejora de la productividad con un incremento de esta en 0.06 (ton/h) permitiendo mejorar el proceso aprovechando los recursos existentes, de igual manera el tiempo medio entre el inicio del proceso de una tonelada de aceite de palmiste y el inicio del siguiente proceso se verifica una disminución en los tiempos obteniendo una mejora de 0,72 (min/ ton)

5.5.2. Impacto global - 5'S

El nivel global de impacto de la metodología 5'S corresponde a **muy bueno** con un porcentaje de 78,67% mismo que se encuentra en un nivel óptimo de cumplimiento, en la tabla 11-5 se muestra el nivel de cumplimiento global:

Tabla 11-5: Porcentaje de impacto de las 5S.

Nivel 5S	Porcentaje
Insatisfactorio	0-30
Por debajo del promedio	31-50
Promedio	51-70
Muy bueno	71-90
Excelente	91-100

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Impacto global: 78, 67 % de cumplimiento metodología 5'S.

5.6. Implementación TPM – Siexpal S.A.

El Mantenimiento Productivo Total – TPM tiene por objetivo maximizar la eficiencia de los equipos y reducir las pérdidas en la producción a través de la participación de todos los miembros del equipo, razón por la cual se implementó todas las herramientas lean descritas anteriormente con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa, en este aspecto se desarrolló la implementación, la cual está conformada por los siguientes pasos que se detallan a continuación:

Paso 1: Conformación de un equipo TPM

En esta etapa se delegó la responsabilidad directa con el supervisor del departamento de mantenimiento de la empresa, con el objetivo de llevar a cabo la coordinación de las actividades de reposición/ reparación de la maquinaria paralizada en la empresa, razón por la cual se formó un equipo multifuncional: supervisores de las diferentes áreas / almacenamiento, palmistería, secado, prensado, filtrado y el supervisor de producción de la empresa.



Figura 9-5: Conformación e inspección al área de prensas

Fuente: Empresa Siexpal S.A, 2024.

La figura 11-5 muestra la conformación del equipo del área de mantenimiento, los cuales realizaron una evaluación de mantenimiento a cada una de las prensas y la reparación de una maquinaria dañada.

Paso 2: Establecimiento de una línea de rendimiento - indicadores

En este aspecto se recopiló datos de rendimiento actuales, de manera específica se constató el indicador de productividad para el cual luego de la corrección de la maquinaria que estuvo inactiva, se registra diariamente el histórico de productividad en la empresa arrojando como resultado los siguientes valores:

Tabla 12-5: Histórico de registros

Productividad	Situación actual (toneladas / hora)
1	1,65
2	1,60
3	1,68
4	1,63
5	1,60
6	1,61
7	1,62
8	1,66
9	1,64
10	1,64

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 12-5 hace referencia al histórico de productividad de la situación actual luego de la mejora realizada, en este punto se estableció fechas para el mantenimiento de la maquinaria, llegando a una fecha establecida de 1 vez por mes, en el cual el departamento de mantenimiento dará seguimiento a estos indicadores.

Paso 3: Establecimiento de objetivos de mejora

En este punto se implementó el establecimiento de metas de mejora para cada área priorizando las áreas de mejora, recomendando acciones correctivas que se va a hacer, quien lo realizará y cuando será realizado, como se detalla en la tabla 13-5:

Tabla 13-5: Acciones correctivas recomendadas

Acciones correctivas recomendadas		
Qué se ejecuta	Quien lo realiza	Cuando se realizará
Indicadores de eficiencia de la máquina	Supervisor área secado	Una vez al mes
Mantenimiento autónomo a la maquina	Supervisor área prensado	Evaluación semestral
Historial de fallas	Responsable del área de mantenimiento	Evaluaciones periódicas

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Determinando estas áreas donde se realizó una mejora significativa a las máquinas.

Paso 4: Planificación y ejecución de actividades TPM

En este punto se implementó la herramienta Análisis de Modo y Efecto de Falla (FMEA) para identificar las principales causas de las pérdidas, desarrollado en el ANEXO C.

La implementación de soluciones está enfocada en abordar las causas fundamentales que ocasionan las pérdidas en el proceso y la manera como estas afectan a la producción , razón por lo cual el personal fue capacitado para la mejora de los procesos, el control visual fue clave para determinar el % de implementación, en el área de las secadoras rotativas se habilitó la máquina dañada y se mejoró también la estandarización de procesos, así como el orden y limpieza, del área porque producto de la actividad se genera polvo y este afecta a la superficie y alrededores de la maquinaria, en la figura 12-5 se muestra se observa la generación de polvo antes de la implementación en el área de secado y posteriormente se observa el área de secado aplicado la estandarización de procesos y la habilitación de la maquinaria .



Figura 10-5: Habilitación de la secadora y estandarización de procesos

Fuente: Empresa Siexpal S.A, 2024.

Paso 5: Medición y seguimiento

En esta etapa la medición y seguimiento fue generado tomando en consideración la implementación de los pilares de las 5'S a través de una mejora continua del proceso por este motivo se centra en el fomento de la cultura de mejora adquirida por los trabajadores de la empresa, porque anteriormente no se disponía de procedimientos documentados, importancia de aplicar metodologías de mejora, no obstante, en la actualidad la planta dispone de estas herramientas lean.

Paso 6: Estandarización y documentación

En este paso para dar cumplimiento a la estandarización de procesos se implementó información documentada mediante manual de procesos y procedimientos para aplicar la metodología 5'S, el cual se adjunta en el ANEXO B, del mismo modo parte del TPM realizado consistió en la implementación del análisis modal de fallo ANEXO C.

Paso 7: Mejoramiento continuo

El mejoramiento continuo en la empresa se fomenta a través de una cultura de mejora constante en la que todos los miembros del equipo se sientan responsables de la eficiencia de los equipos, a través de reuniones regulares de revisión, inspección diaria de equipos en la planta para prevenir incidentes referidos a la paralización o daño en la maquinaria y también para verificar el cumplimiento de la metodología 5'S, como se muestra en la figura 13-5:



Figura 11-5: Inspección diaria a la maquinaria

Fuente: Empresa Siexpal S.A, 2024.

Paso 8: Reconocimiento

Se reconoce los logros obtenidos en cada área, mediante incentivos económicos para motivar a los empleados a participar activamente en el proceso TPM y evitar cometer errores en el proceso

porque el Mantenimiento Productivo Total es un enfoque que requiere tiempo y esfuerzo, pero puede llevar a mejoras significativas en la eficiencia operativa y la rentabilidad de una organización, la implementación exitosa de TPM depende de la colaboración y el compromiso de todo el equipo.

5.7. Propuesta piloto para mejorar la productividad utilizando análisis de fallos y efectos

Una vez implementado los pilares de la metodología 5'S , se realizó una propuesta piloto de mejora considerando la principal causa de disminución de la producción la cual afecta al desempeño de las máquinas que forman parte del sistema de proceso, específicamente el problema generado corresponde a la inhabilitación de la prensa y secadora, razón por la cual la herramienta idónea la cual forma parte de la filosofía Lean Manufacturing para proponer una mejora corresponde al Análisis modo de fallos y efectos (AMEF), a través de esta herramienta se evaluó las soluciones de la inhabilitación de estas máquinas.

5.7.1. Matriz causa - efecto

La aplicación de la matriz causa- efecto permitió identificar la jerarquización y el orden de prioridad para las principales soluciones propuestas con respecto a la inhabilitación de la maquinaria en el área de prensado y secado, asociado con factores que se ven influidos directamente por estas variables, para el análisis de esta matriz se utilizó ponderaciones con valoración :9 (alta), 3 (media), 1 (baja), 0 (no correlación), en este aspecto los factores que se ven influenciados directamente y a los cuales se debe ponderar bajo los criterios anteriormente citados corresponden a la productividad, capacidad de producción, metodología 5'S y eficiencia del proceso, porque cada propuesta de mejora influye en estos indicadores del proceso.

Determinado los indicadores del proceso se definen las variables de entrada las mismas que corresponden a soluciones propuestas para evitar que se repita nuevamente la paralización de las máquinas, el desarrollo de la matriz consiste en evaluar individualmente cada propuesta de mejora y ponderar los factores mencionados anteriormente, una vez completada la matriz se tienen valores totales de peso, la tabla 14-5 muestra la matriz causa efecto levantada:

Tabla 14-5: Matriz causa – efecto

Project:		Mantenimiento correctivo (área de secado y prensado)				
		correlación:	9: Alta	3: Media	1: Baja	0: No Correlación
			1	2	3	4
		Importance to Customer (1-10)	1	1	1	1
		Variables de Salida (Ys) →	Productividad	Capacidad	5s	Eficiencia
Pasos Proceso		Variables de Entrada (Xs) ↓				
1		Levantar indicadores de eficiencia de la maquina / historial de fallas	9	9	9	9
2		crear un plan de mantenimiento preventivo	9	9	3	3
3		crear un plan de mantenimiento correctivo	9	9	9	3
4		aplicar un plan de mantenimiento autónomo	3	3	9	9
5		Aplicar ingeniería de materiales a las partes defectuosas de la maquina	3	3	3	3
		Weighted Score (Y)	33	33	33	27
		Rank	1	1	1	4

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 14-5 muestra la matriz utilizada de igual manera los componentes de esta y los puntajes que fueron estimados, a continuación, se obtiene el valor de la puntuación ponderada (x) el porcentaje de cada ponderación y el nivel de actuación o conocido también como rango, este último item determina la prioridad que debe brindarse para resolver el problema generado, iniciando desde la puntuación más alta hasta la menor.

Tabla 15-5: Matriz causa – efecto parte 2

Puntuación ponderada(x)	Porcentaje	Rango
36	28,6%	1
24	19,0%	3
30	23,8%	2
24	19,0%	3
12	9,5%	5

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Interpretación: El plan de acción para mitigar las causas de la inactividad de la prensa y la secadora en el proceso productivo de Siexpal S.A. la implementación de soluciones deben iniciar por el levantamiento de indicadores de eficiencia de la máquina mediante la recopilación del historial de fallo de la misma manera se debe crear un plan de mantenimiento correctivo,

posteriormente se debe realizar un mantenimiento preventivo, seguido de la aplicación de un mantenimiento autónomo e ingeniería de materiales a las partes afectadas.

5.7.2. Matriz AMFE

Una vez determinado las posibles soluciones al problema presentado se implementó la matriz Análisis modo de fallos y efectos del proceso (AMEF), estudiando todos los fallos que se presentan en el sistema y determinando acciones para tener en cuenta como medida de soluciones posibles ante el problema ocurrido, por tal motivo se evaluó a la maquinaria defectuosa y a las estrategias de mantenimiento que deben ser aplicadas.

Los pasos para realizar la matriz AMFE seguidos fueron los siguientes:

- Revisión del proceso global en busca de desperfectos en el sistema
- Identificación de los daños a evaluarse
- Detallar el potencial modo de fallo de la máquina
- Detallar el potencial efecto de fallo
- Determinar la severidad (SEV) de cada fallo con una ponderación de rango entre 0 y 10
- Determinar las causas potenciales
- Determinar la ocurrencia (OCC) de las causas con una ponderación de rango entre 0 y 10
- Determinar de los medios de control
- Asignar el número de prioridad de riesgo (DET)
- Determinar las acciones correctivas recomendadas a través de los factores que se realizará, quien será el responsable de cada acción y cuando será realizado

Una vez realizado los pasos anteriormente descritos es necesario tomar medidas acordes el número de prioridad de riesgo encontrado. Iniciando con los puntajes más altos para cada categoría, de este modo se consiguen evitar fallos que puedan suceder en el proceso de transformación. A continuación, la figura 15-5 describe la metodología aplicada para el análisis de modo y fallas .

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)											
Process: Proceso de extracción de aceite		Process owner: Siexpal S.A.			Project ID: 1			Project title: Habilitación			
Process Step (Or product part)	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls (prevention/detection)	DET	RPN	Recommended Corrective Action		
									What?	Who?	When?
Proceso de secado	Inhabilitación de una máquina secadora	Incremento en el tiempo de operación del proceso de secado	8	-No existe un mantenimiento preventivo de la maquinaria	8	- Registro del historial de fallas de la máquina. - Ficha técnica de la máquina	10	640	levantar indicadores de eficiencia de la maquinaria (horas trabajo)	supervisor del área de secado	próximo mes
	Daño de la maquinaria por paralización	Disminución de la capacidad de secado	6	- No se cuenta con manual de procedimientos. - Personal con falta de capacitación.	6	- Capacitación a los operarios del área de secado, sobre el funcionamiento de la maquinaria	6	216	crear el plan de mantenimiento preventivo y correctivo a corde las recomendaciones del fabricante de la máquina	responsable del área de mantenimiento de la empresa	evaluación semestral
Proceso de prensado	Inhabilitación de una prensa	Incremento en el tiempo de operación y disminución de la capacidad del proceso	7	- falta de un mantenimiento predictivo	8	- Ficha tecnica de la maquina	9	504	- aplicar mantenimiento autónomo a la máquina	supervisor del área de prensado	evaluación semestral
	Daño de la maquinaria por paralización	elevados costos de paralización	8	- No se dispone del historico de fallas. - Personal con falta de capacitación.	8	- Capacitación a los operarios del área de prensado, sobre el funcionamiento de la maquinaria	10	640	aplicar ingeniería de materiales a la maquinaria dañada y realizar un mantenimiento correctivo	responsable del área de mantenimiento de la empresa	próximo mes

Figura 12-5: Matriz AMFE

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Interpretación: La maquinaria evaluada en la matriz corresponde al proceso de secado siendo una secadora la que se encuentra inhabilitada por tal motivo como plan piloto para solventar este defecto que presenta la máquina se deben tomar en cuenta el levantamiento de indicadores de eficiencia de la maquinaria (horas / trabajo) de la maquinaria mediante un registro del historial de fallas del equipo, de igual manera es importante el levantamiento de la ficha técnica de la misma, el responsable del área de secado es la persona encargada de ejecutar este proceso en el menor tiempo posible.

- Par el área de prensado la misma que dispone de una maquinaria en las mismas condiciones es importante aplicar ingeniería de materiales a la maquinaria dañada y realizar un mantenimiento de tipo correctivo , a través del responsable del área de mantenimiento en el periodo de tiempo más cercano posible para mitigar el problema generado.

El desarrollo de la matriz se encuentra adjunta en el ANEXO C.

5.7.3. Costos de inversión sobre la maquinaria

Como parte de la filosofía del mantenimiento productivo total, una vez identificado los problemas y generado soluciones se realizó un análisis de costos en referencia a la adquisición de nueva maquinaria de igual manera el periodo de recuperación de la inversión. El valor total de reemplazo

de la maquinaria obsoleta por una prensa y secadora nueva es de 50,000\$ considerando las siguientes características técnicas de las máquinas las mismas que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 16-5: Inversión maquinaria

Nombre de la maquinaria	Características	Inversión	Payback
Secadora rotativa	Turbina 7 hp Capacidad: 15 ton Caja reductora flendor 5 hp	*30,000\$	Payback=30,000\$/ *3553,632\$ Payback= 8,44
Prensa Impeler	Capacidad: 15 ton Motor: 60 hp Caja reductora: 21000 N/m	*20,000\$	Payback=20,000\$/*3553,632\$ Payback = 5,628

*Valor referencial depende el proveedor de maquinaria.

* Valor referencial de las ventas netas mensuales en la empresa

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

La tabla 15-5 muestra la inversión que debe realizar la empresa al comprar un equipo nuevo tanto la secadora como la prensa en base a un estudio de mercado y cotizaciones realizadas en base a las características de los equipos la inversión corresponde a 30000\$ y 20000\$ respectivamente, no obstante el indicador payback el cual hace referencia al periodo de recuperación de la inversión corresponde a 8,44 y 5,628 meses respectivamente para la recuperación de la inversión efectuada, por tanto al ser un tiempo un poco mayor a un año de recuperación de capital es factible la compra de los mismos, así se recupera la capacidad del proceso .

5.8. Cuadro resumen KPI'S propuesto mantenimiento productivo total (TPM)

La tabla 16-5, muestra los principales indicadores componentes del mantenimiento productivo total analizados y la mejora obtenida

Tabla 17-5: Diagrama de flujo del proceso- extracción de aceite.

Ítems	KPI'S	Valor	Meta objetivo / recomendación
1	Productividad	1,65 toneladas/ hora	Se incrementó
2	Seguridad	78,67 %	Se mejoró
3	Calidad	A.M.F.E. (área de prensas y secadoras)	Entrega de procedimientos estandarizados para esta actividad
4	Costos/pérdidas	50.000\$	Proyecto factible con 8,44 y 5,628 meses de período de recuperación

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

5.9. Validación estadística de la hipótesis

El método utilizado para la validación estadística de la hipótesis en referencia a la optimización de la productividad en la empresa Siexpal S.A corresponde a la prueba estadística T pareada analizando los resultados de la variable productividad de la situación inicial y los resultados luego de la implementación es decir la situación propuesta, con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas o no entre los indicadores iniciales y propuestos.

Variable dependiente

- Productividad

Variable independiente

- Herramientas Lean Manufacturing.

El desarrollo de esta prueba estadística corresponde a los registros documentados sobre productividad meses antes de la aplicación de la metodología y los registros posteriores a la implementación. A continuación, la tabla 14-5 muestra los registros obtenidos:

Tabla 18-5: Histórico de registros

Productividad	Situación inicial (toneladas / hora)	Situación actual (toneladas / hora)
1	1,59	1,65
2	1,55	1,60
3	1,56	1,68
4	1,57	1,63
5	1,57	1,60
6	1,59	1,61
7	1,55	1,62
8	1,58	1,66
9	1,56	1,64
10	1,59	1,64

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Desarrollo:

Hipótesis Nula: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no optimiza la productividad en la extracción de aceite de palmiste, es decir no existe diferencia significativa en las medias.

Ho: $UA=0$

Hipótesis alternativa: La implementación de herramientas Lean Manufacturing optimiza la productividad en la extracción de aceite de palmiste, es decir existe diferencia significativa en las medias.

Hi: $UA \neq 0$

HOJA DE TRABAJO 1

IC y Prueba T pareada: productividad final; productividad inicial

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
productividad final	10	1,63300	0,02627	0,00831
productividad inicial	10	1,57100	0,01595	0,00504

Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para la diferencia_μ
0,06200	0,02821	0,00892	(0,04182; 0,08218)

Prueba

Hipótesis nula H_0 : diferencia_μ = 0

Hipótesis alterna H_1 : diferencia_μ ≠ 0

Valor T	Valor p
6,95	0,000

Figura 13-5: Prueba t pareada – minitab

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

Interpretación de resultados: Los valores comparados en referencia a la productividad inicial y final fueron cotejados mediante la prueba estadística t pareada con el objetivo de establecer comparaciones entre la media de la muestra, con un nivel de confianza de los datos igual al 95% obteniendo como resultado significancia estadística entre las medias debido al valor positivo T es decir cuanto mayor es la magnitud de t mayor es la evidencia de rechazo de la hipótesis nula porque existe significancia estadística, razón por la cual se acepta la hipótesis alternativa demostrando estadísticamente que la implementación de herramientas Lean Manufacturing optimiza la productividad en la extracción de aceite de palmiste, es decir existe incremento de la productividad y se mejora el proceso.

CONCLUSIONES

- La identificación de la situación actual del proceso de producción de aceite de palmiste de la empresa Siexpal S.A a través de una inspección in situ a la planta, registro de tiempos, diagramas de procesos, VSM (inicial), auditoría de cumplimiento de los pilares 5'S, arrojó los siguientes indicadores del proceso: productividad 1,59 (ton/ hora), takt time 17,2 (min/ton), nivel de cumplimiento 5'S del 40%, número de máquinas inoperativas 2, capacidad del proceso actual 2000 ton.
- La optimización de los procesos ejecutados en la empresa Siexpal S.A utilizando las herramientas Lean Manufacturing , permitió la reducción de los tiempos en el proceso, para ello se implementó los pilares 5'S mediante la utilización de tarjetas rojas y amarillas cuya finalidad es llevar un control visual del área de trabajo e implementar las acciones descritas en las tarjetas, de igual manera se levantó registros para la clasificación de los elementos necesarios e innecesarios presentes en cada área de trabajo.
- La implementación de las herramientas Lean Manufacturing generó como resultado en la auditoría final un porcentaje de cumplimiento del 78,67% correspondiendo a un impacto global muy bueno, en referencia a la productividad se obtuvo 1.65 (ton/ hora) mejorando 0.06 (ton/hora), el indicador takt time mejoró pasando de 17,2 (min/ton) a 16,48 (min/ton) es decir agilizando los tiempos del proceso, para la estandarización de los procesos se implementó el manual de procesos y procedimientos para aplicar la metodología 5'S, el mantenimiento productivo total y el análisis modal de fallos y efectos.
- Se evaluó la viabilidad de la propuesta a través de una prueba piloto en la empresa Siexpal S.A la cual consistió como parte del mantenimiento productivo total la aplicación del análisis modal de fallos y efectos el cual plantea la reparación/ adquisición de una secadora rotativa y una prensa impeler acorde parámetros técnicos con los que trabajan en la planta el costo de inversión puede ser recuperado en un muy corto tiempo de 8,44 y 5,628 meses de producción de esta forma se implementó este registro documentado a través de esta matriz y teniendo en cuenta estas consideraciones es factible la reparación/ mantenimiento de maquinaria.

RECOMENDACIONES

- Debe emplearse un mantenimiento autónomo por parte de los trabajadores de cada área de la empresa con el objetivo de evitar fallos de maquinaria, a través de una capacitación sobre los conceptos y principios básicos de funcionamiento de la maquinaria con el objetivo de detectar fallas tempranas y remitir la información al jefe de mantenimiento de la empresa.
- La filosofía de mejora continua en la empresa debe efectuarse a través de capacitaciones al personal administrativo y de planta de la empresa mediante la realización de auditorías anuales para evaluar la situación de la empresa.
- La aplicación de las herramientas Lean Manufacturing debe emplearse en el proceso productivo, así como en las relaciones interpersonales en la empresa con el objetivo de generar un ambiente apto para el trabajo y la mejora del desempeño del personal por ello es necesario ejecutar las recomendaciones brindadas en el manual de procedimientos de la metodología 5´S desarrollado.

GLOSARIO

Control de calidad: El control de calidad consiste en el desarrollo, diseño, elaboración, comercialización de productos y prestación de servicios con el menor coste posible y una utilidad óptima, que los clientes pagarán con satisfacción (Ishikawa Kauro, 1989, p.2)

Círculos de calidad: son pequeños equipos de trabajo conformados por los empleados de una organización y que dedican parte de su tiempo en la identificación y resolución de problemas. Es una manera de aplicar el enfoque japonés de la gestión de la calidad total, la cual consiste en la cooperación entre los trabajadores y el trabajo en equipo, estos son esenciales para lograr mejoras en la calidad. (López Lemos, 2016)

Lead time: es el tiempo que transcurre desde que se solicita un pedido hasta que llega al cliente. Está relacionado, por tanto, con el nivel de servicio o el nivel de calidad logística y puede hacer referencia al suministro o entrega del producto, así como también al ciclo de compra o al abastecimiento. (Solé Carlos, 2023)

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, F., *El proyecto de investigación (Introducción a la metodología científica)*. 6. S.l.: Episteme. ISBN 980-07-8529-9.

BIESUZ, V. & E, B., Tópicos de inferencia estadística: el método inductivo y el problema del tamaño de la muestra. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia* [en línea], vol. 7, no. 7, [consulta: 1 diciembre 2020]. ISSN 2071-081X. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-081X2014000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

CARRO, R. & GONZÁLEZ GÓMEZ, D.A., Diseño y medición de puestos de trabajo. *Núlan. Deposited Documents* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Centro de Documentación. [consulta: 19 junio 2021]. Núlan. Deposited Documents, 1609. Disponible en: <https://ideas.repec.org/p/nmp/nuland/1609.html>.

ESCAIDA VILLALOBOS, I., JARA VALDÉS, P. & LETZKUS PALAVECINO, M., Mejora de procesos productivos mediante lean manufacturing. [en línea], [consulta: 16 julio 2023]. ISSN 0716-0356. Disponible en: <https://repositorio.utem.cl/handle/30081993/992>.

GONZÁLES CÁRDENAS, A.G., La agroindustria de la palma de aceite en América. *Palmas* [en línea], vol. 37, [consulta: 14 julio 2023]. ISSN 2744-8266. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11938>.

GUTIERREZ PULIDO & SALAZAR, ROMAN, *Control estadístico de Calidad y Seis Sigma* [en línea]. Guanajuato: Mc Graw Hill. vol. 2. ISBN 978-970-10-6912-7. Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/ermenteses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>.

HEIZER, J. & RENDER, B., *Principios de administración de operaciones*. S.l.: Pearson Educación. ISBN 978-970-26-0525-6.

HERNÁNDEZ, J.C.H. & VIZÁN, A.V., *Lean manufacturing. Concepto , técnicas e implantación* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 9 marzo 2023]. ISBN 978-84-15061-40-3. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/78202/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>.

KUMAR, K.S., El aceite de palma en el mercado global y sus oportunidades en Estados Unidos. *Palmas* [en línea], vol. 37, [consulta: 14 julio 2023]. ISSN 2744-8266. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11953>.

LÓPEZ LEMOS, P.L., *Herramientas para la mejora de la Calidad*. S.l.: FEMETAL. ISBN 978-84-16671-60-1.

MATÍAS, J.C.H. & IDOIBE, A.V., *Lean manufacturing. Concepto , técnicas e implantación*. [en línea], [consulta: 16 noviembre 2020]. Disponible en:

<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>.

MEYERS FRED, *Estudio de tiempos y movimientos*. 2. Mexico: Pearson. ISBN 968-444-468-0.

MUÑOZ GUEVARA, J.A., ZAPATA URQUIJO, C.A. & MEDINA VARELA, P.D., *Lean Manufacturing: Modelos y herramientas* [en línea]. S.l.: Universidad Tecnológica de Pereira - UTP. [consulta: 21 septiembre 2023]. ISBN 978-958-722-636-2. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11059/13986>.

PROKOPENKO, J., *La gestión de la productividad*. Primera. Ginebra: s.n. ISBN 92-2-305901-1.

SIEXPAL S.A., SIEXPAL S.A. [en línea]. [consulta: 16 julio 2023]. Disponible en: <https://www.siexpal.com/>.

THE COUNCIL FOR SIX SIGMA CERTIFICATION, *Six Sigma: A Complete Step-by-Step Guide: A Complete Training & Reference Guide for White Belts, Yellow Belts, Green Belts, and Black Belts: 9781732592650: The Council for Six Sigma Certification: Libros* [en línea]. 13. S.l.: s.n. [consulta: 29 noviembre 2021]. ISBN 978-1-73259-265-0. Disponible en: <https://www.amazon.com/-/es/Council-Six-Sigma-Certification/dp/1732592659>.

VERD CRESPI, J., Recursos para las CTMA: la matriz de Leopold, un instrumento para analizar noticias de prensa de temática ambiental. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* [en línea], vol. 8, no. 3, [consulta: 17 octubre 2023]. ISSN 1132-9157. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2897557>.

VIVAR, R.M., CAMPDESUÑER, R.P., RODRÍGUEZ, A.S., et. al. *Productividad y organización en el trabajo* [en línea]. S.l.: Editorial Universitaria UTE. [consulta: 16 julio 2023]. ISBN 978-9942-84-305-0. Disponible en: <https://ulibros.com/productividad-y-organizacion-en-el-trabajo-ua9z5.html>.

ANEXOS

ANEXO A: TRÍPTICO INFORMATIVO SOCIALIZADO SOBRE LA HERRAMIENTA 5S.

Beneficios

Orden, Limpieza y Disciplina

Las 5s nos ayudan entre otras cosas a:

- Mantener sitios libres de objetos inservibles o en exceso.
- Disminuir el desperdicio.
- Mejorar el nivel de seguridad personal.
- Tener todas las cosas organizadas, lo que contribuye a la eficiencia.
- Mantener un nivel óptimo de limpieza en todas las instalaciones.
- Desarrollar hábitos personales saludables.
- Fortalecer nuestro nivel de autocontrol.

Las "5S"

¿Qué son las 5s?

El método de las 5S es una **técnica de gestión** que se basa en cinco principios para lograr lugares de trabajo mejor organizados, más limpios, más ordenados y en definitiva, más productivos.

Origen del nombre 5s

El nombre del método viene dado por la inicial de los cinco principios y, si bien no hay consenso acerca de quién fue su creador, se considera a Kaoru Ishikawa (Ingeniero Químico japonés).

¿En qué consiste la metodología de las 5s?

Cada principio forma parte de una etapa, que tiene su objetivo particular; aunque todas se integran a la perfección, que es donde reside la eficacia del método.

¡Comencemos a conocerlas!

SEIRI – Clasificar – Mantener lo necesario.

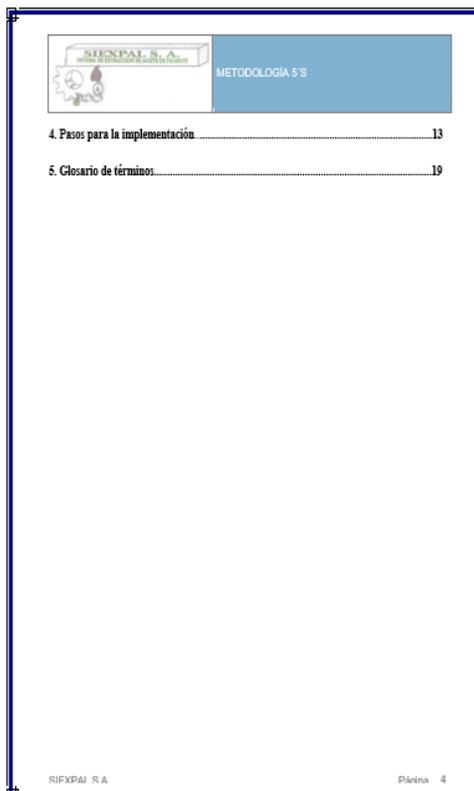
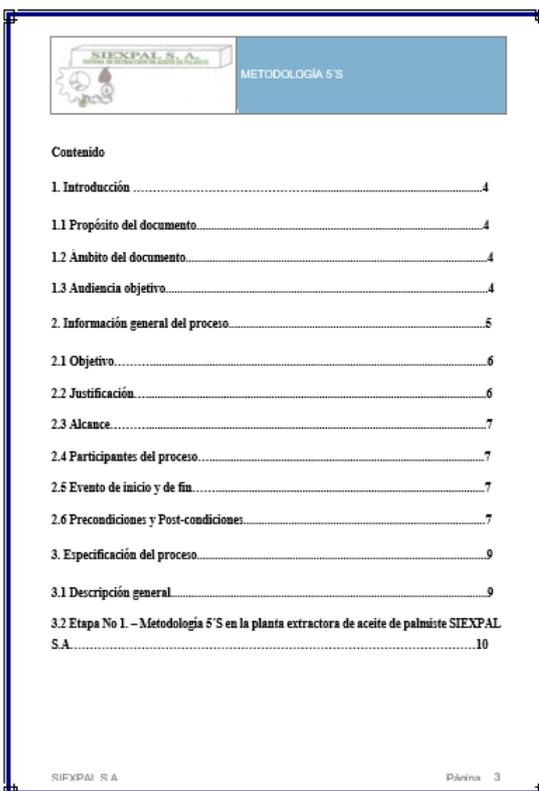
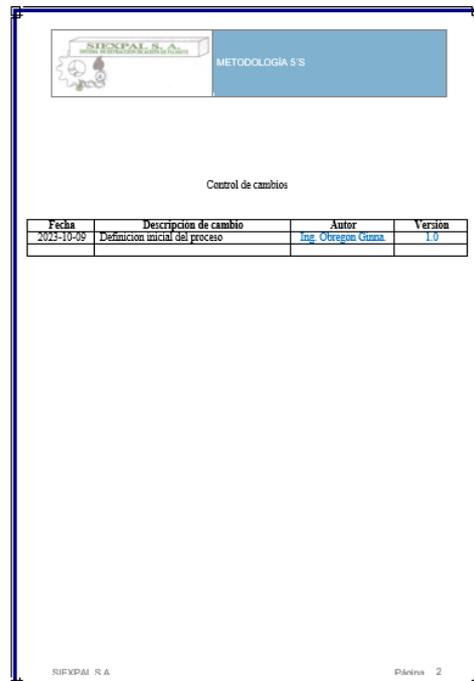
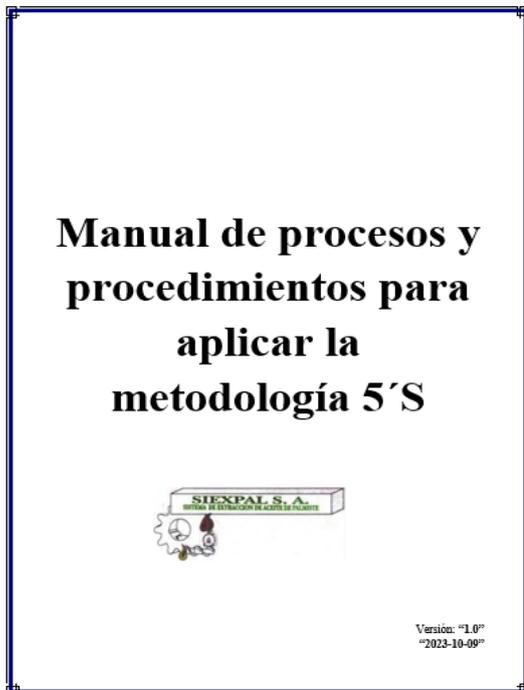
SEITON – Organización - Mantener todo en orden

SEISO – Limpiar – Mantener todo en limpio.

SEIKETSU – Estandarización (Bienestar personal) – Es el estado en el que permite a los individuos desarrollar de manera segura, eficaz y cómoda su trabajo.

SHITSUKE – Disciplina – Actuar en equipo.

ANEXO B: MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS PARA APLICAR LA METODOLOGÍA 5'S



SIEXPAL S.A. METODOLOGÍA 5'S

1. Introducción

1.1 Propósito del documento

El propósito de este documento de especificación es describir el proceso de "METODOLOGÍA 5'S", con la finalidad de que los diferentes elementos que lo conforman sean completamente definidos para garantizar su entendimiento y correcta ejecución.

1.2 Ambito del documento

Este documento se limita a describir únicamente al proceso de extracción de aceite de palmiste de la empresa "SIEXPAL S.A." incluyendo su modelo y la especificación de sus diferentes atributos.

1.3 Audiencia objetivo

A la audiencia objetivo de este documento se centra en los diferentes participantes del proceso de "extracción de aceite de palmiste de la empresa SIEXPAL S.A." para ayudarles a entender y desempeñar las actividades que realizan, así como a los operarios de la planta de producción.

SIEXPAL S.A. Página 5

SIEXPAL S.A. METODOLOGÍA 5'S

2. Información general del proceso

A continuación, se detalla mediante el diagrama de proceso las actividades que realizan los operarios dentro del proceso de extracción de aceite de palmiste de la empresa

Tabla 1-1: Diagrama de proceso extracción de aceite

NOMBRE DEL PROCESO		DIAGRAMA DEL PROCESO TIPO METAL		CÓDIGO DEL PROCESO		FECHA DEL PROCESO		AUTOR DEL PROCESO	
SIEXPAL S.A.		SIEXPAL S.A.		SIEXPAL S.A.		SIEXPAL S.A.		SIEXPAL S.A.	
NO. DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	INDICADOR DE ACTIVIDAD	INDICADOR DE ACTIVIDAD	INDICADOR DE ACTIVIDAD	INDICADOR DE ACTIVIDAD	INDICADOR DE ACTIVIDAD	INDICADOR DE ACTIVIDAD	INDICADOR DE ACTIVIDAD
1	Recepción de materia prima	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio
2	Clasificación de la materia prima	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio
3	Secado de la materia prima	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio
4	Prensado de la materia prima	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio
5	Filtrado de la materia prima	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio
6	Almacenamiento de la materia prima	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio
7	Finalización del proceso	Fin	Fin	Fin	Fin	Fin	Fin	Fin	Fin

Realizado por: Obregón Gama, 2023

2.1 Objetivo

"Aplicar la metodología 5'S en la empresa de extracción de aceite de palmiste SIEXPAL S.A."

SIEXPAL S.A. Página 6

SIEXPAL S.A. METODOLOGÍA 5'S

2.2 Justificación

La aplicación de la metodología 5S en una empresa extractora de aceite de palma es de suma importancia debido a los beneficios significativos que puede aportar a la eficiencia operativa, la calidad del producto, la seguridad en el lugar de trabajo y la sostenibilidad, ya que la metodología 5S ayuda a eliminar desperdicios y actividades innecesarias en los procesos de extracción de aceite de palma, lo que conduce a una producción más eficiente, porque un entorno de trabajo limpio y ordenado reduce la probabilidad de contaminación cruzada y mejora la calidad del aceite de palma producido, por lo tanto la limpieza y la organización reducen los riesgos de accidentes laborales y lesiones en el lugar de trabajo, con la aplicación de esta metodología se establece una mentalidad de responsabilidad y cuidado por el entorno de trabajo y la empresa SIEXPAL S.A. será más competitiva en el mercado debido a una producción más eficiente y de alta calidad.

2.3 Alcance

La inexistencia de una metodología 5'S en la empresa SIEXPAL S.A. de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas admite el desarrollo de factores que provocan ineficiencia en el sistema productivo, accidentabilidad laboral, imposibilitando así el correcto desempeño de las tareas asignadas a cada empleado, acorde el trabajo que realizan dentro de la empresa por tal motivo es importante la implementación de estándares de limpieza y mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa, de igual manera es importante el uso de señales visuales para marcar áreas de almacenamiento, equipos y rutas de flujo de trabajo, con la finalidad que la aplicación de esta metodología fomente una cultura de mejora continua en la empresa.

2.4 Participantes del proceso

Los trabajadores del área de extracción de aceite de palmiste.

SIEXPAL S.A. Página 7

SIEXPAL S.A. METODOLOGÍA 5'S

2.5 Evento de inicio y de fin |

La planta cuenta con varias secciones de trabajo, las cuales se detallan a continuación en la tabla 2-1 las mismas que son:

Tabla 2-1: áreas de la empresa

Area:	Subdivisión:
Procesamiento de palmiste	- Área de recepción (INICIO)
	-Área de palmistería
	-Área de secado
	-Área de prensado
	-Área de filtrado
	-Área de almacenamiento (FIN)

Realizado por: Obregón Gama, 2023

2.6 Precondiciones y Postcondiciones

En las áreas de recepción , palmistería, secado, prensado, filtrado y almacenamiento de aceite es preciso mejorar las condiciones de limpieza, clasificación, orden, estandarización y disciplina porque existen elementos que se pueden mejorar dentro de la planta de extracción por tanto, se tiene:

Precondición: Deficiencia en la aplicación de la metodología 5'S en la empresa SIEXPAL S.A.

Postcondición: Mejora de la eficiencia en la aplicación de la metodología 5'S en la empresa SIEXPAL S.A.

3. Especificación del proceso

SIEXPAL S.A. Página 8

METODOLOGÍA 5'S

3.1 Descripción general

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO Y PUESTOS DE TRABAJO	
<p>Área de recepción y almacenamiento: Es el primer paso en la cadena del proceso, la materia prima se la compra a las distintas extractoras de aceite rojo, las mismas que hacen el primer proceso a la fruta de la palma, extrayendo el aceite rojo, de este proceso queda la maza de palmiste que es la materia prima que se maneja para la extracción del aceite y la pasta de palmiste. Esta materia se transporta en camiones desde las extractoras hasta los patios de almacenamiento.</p> <p>La empresa cuenta con 3 sectores de almacenamiento con una capacidad de 8.000 toneladas de palmiste. Al momento del ingreso la materia prima tiene una humedad que fluctúa entre 15 y 18 %, pudiendo ser mayor en la temporada de invierno, por esta razón es necesario que la humedad baje hasta un nivel en el cual la almendra se separe del casaco que generalmente es por debajo de un 12 % de humedad. Esto es necesario para iniciar el proceso de ruptura ya que, si se rompien las maces antes de que se desprendan de la cáscara, las pérdidas pueden aumentar, lo que influiría en el rendimiento final.</p>	
<p>Área de palmistería: El proceso de separación e limpieza de la almendra tiene dos etapas, la primera consiste en separar las cáscaras más livianas de las almendras enteras a través de la succión de aire generada por dos turbinas, la segunda etapa consiste en pasar las almendras rotas con casaco del mismo peso, por un hidros,</p>	

SIFXPAL S.A. Página 9

METODOLOGÍA 5'S

<p>ción, de tal manera que las almendras por su densidad se separan y pasan a un tanque de almacenamiento de almendra húmeda y el casaco es enviado a otro sitio exterior designado para fibra y casaco.</p>	
<p>Área de secado: Para poder optimizar el proceso de secado y obtener un buen rendimiento de aceite palmiste es necesario que la humedad de la maza de palmiste debe estar entre 2.5 y 3 %, por tal motivo para poder bajar la humedad de la almendra se la envía a unas secadoras, donde se la somete a temperaturas de 80 a 90 grados $^{\circ}\text{C}$ durante unas 24 horas para llegar a la humedad óptima.</p>	
<p>Área de prensado: Una vez que se obtiene en las secadoras almendras con humedad de 2.5 a 3 %, estas se distribuyen a las 4 prensas funcionales, no obstante, es importante señalar que en los años previos a la pandemia del COVID 19, funcionaban 5 prensas en la actualidad existe un desperfecto con una de ellas.</p> <p>Por torsión mecánica, extraen el aceite por la parte inferior y el residuo sólido es la pasta o torta de palmiste, sale por la parte frontal de la prensa, de esta manera se obtiene aceite sin purificar, es decir que contiene todavía cierto porcentaje de lodo, y la torta de palmiste materia</p>	

SIFXPAL S.A. Página 10

METODOLOGÍA 5'S

<p>may irregular, por lo que los dos productos necesitan de otro proceso.</p>	
<p>Área de filtrado: El aceite sale de las prensas y a través de un canal se lo conduce a un tanque con capacidad para almacenar 2 toneladas, y se bombea hasta una máquina compuesta de varias placas, donde se pone unas telas de hilo y con presión de aire y una bomba se pasa a través de estas telas donde se queda todo el lodo y el aceite sale totalmente limpio, que se almacena en otro tanque pequeño que también tiene capacidad para 2 toneladas.</p> <p>Esta máquina compuesta de 30 placas se denomina prensa filtro, requiere de una limpieza permanente, debido a que las telas se llenan de pasta y cada vez que se tapan hay que sacar las telas y limpiar para volver nuevamente a iniciar el proceso de filtrado.</p>	
<p>Área de almacenamiento: Luego de filtrar el aceite se va almacenando en los tanques hechos para este fin. La empresa cuenta con una capacidad para almacenar 630 toneladas de aceite. Este producto permanece líquido cuando está por encima de los 30 grados. A temperaturas más bajas se solidifica, para su traslado a la industria o exportaciones requiere ser calentado para volverlo líquido y poder manipularlo, ya que en estado sólido no se puede cargar ni descargar.</p>	

SIFXPAL S.A. Página 11

METODOLOGÍA 5'S

3.2 Etapa No 1. – Metodología 5'S en la planta extractora de aceite de palmiste SIFXPAL S.A.

1. Seiri (Clasificación)

- Identificar todas las áreas de la planta donde se almacenan y manejan los materiales relacionados con la extracción de aceite de palmiste, como las áreas de recepción de frutos, áreas de procesamiento y almacenamiento de aceite.
- Clasificar y etiquetar los materiales y equipos en estas áreas, separando lo esencial de lo no esencial.
- Eliminar equipos, herramientas o materiales no esenciales para liberar espacio y reducir la congestión.

2. Seiton (Orden)

- Organizar los elementos esenciales de manera eficiente y lógica. Por ejemplo, organizar las herramientas y equipos de procesamiento para minimizar el tiempo de búsqueda y optimizar el flujo de trabajo.
- Etiquetar y marcar claramente las áreas de almacenamiento y los puntos de referencia.
- Implementar un sistema de gestión visual para que los empleados puedan identificar rápidamente lo que necesitan.

3. Seiso (Limpieza)

- Establecer un programa de limpieza regular en todas las áreas de la planta.
- Capacitar a los empleados para mantener un entorno de trabajo limpio y ordenado.
- Inspeccionar y limpiar regularmente las máquinas y equipos para evitar la acumulación de suciedad y residuos.

4. Seiketsu (Normalización)

- Implementar estándares y procedimientos claros para mantener las prácticas de las 3S anteriores.
- Capacitar a los empleados en la adhesión a estos estándares.
- Establecer un sistema de auditoría regular para mantener la disciplina 5S.

SIFXPAL S.A. Página 12

5. Shitsuka (Disciplina)

- Fomentar una cultura de compromiso y responsabilidad entre los empleados para seguir las prácticas 5S.
- Reconocer y premiar el cumplimiento de las normas de 5S.
- Realizar auditorías periódicas y revisiones para garantizar la sostenibilidad de las prácticas de 5S.

Es importante destacar que la implementación exitosa de la metodología 5S requerirá un compromiso a largo plazo y la participación de todos los empleados en la planta. Además, la adaptación específica a una planta extractora de aceite de palma variará según las necesidades y condiciones de la planta en particular.

A continuación, se detalla un modelo de auditoría que debe seguirse para verificar el nivel de cumplimiento de la organización y de los empleados frente a la metodología propuesta, considerando las siguientes escalas de desempeño, las preguntas aquí desarrolladas corresponden a la realidad de la empresa y su oportunidad de mejora para cada aspecto.

Tabla 3-1: formato auditoría 5 S.

AUDITORIA INICIAL 5 S		
Realizado por:	Oleguín Girona	
Institución:	SIEXPAL S.A.	
Área auditada:	Planta de producción	
Fecha:	20/07/2023	
CRITERIOS DE VALORACIÓN		
0= Muy deficiente 1= Deficiente 2= Regular 3= Bueno 4= Muy bueno 5= Excelente		
SEIRI - CLASIFICAR		
Descripción	Categoría	Sugerencias para el próximo nivel de mejora
¿Existen matrices primas o residuos no necesarios en el entorno de trabajo?	3	Realizar una clasificación de los berran lentos utilizados en el área de almacenamiento.
¿Existe material innecesario o que dificulta la visibilidad del área de trabajo?	2	Asignar un lugar adecuado para las herramientas de limpieza.
¿Existe una adecuada demarcación de todos los elementos innecesarios existentes en la planta de producción?	3	Implementar mayor rotulación informativa de la maquinaria.
TOTAL	8	
SEITON - ORGANIZAR		
¿Existe delimitación de áreas en los pasillos y áreas de almacenamiento?	2	Remarcar la pintura en las áreas poco visibles.
¿Existe rotulación fácilmente identificable de las precauciones con las máquinas?	2	Se debe colocar más señalética de seguridad sobre las máquinas.
¿Hay material e/ o herramientas fuera de su lugar o caren de lugar asignado?	2	Asignar un área específica para las herramientas pequeñas.
TOTAL	6	
SEISO - LIMPIAR		
¿Hay gomas de los máquinas o gomas sucias? ¿Pueden encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	2	Debido a la actividad de extracción de impurezas debe existir limpieza permanente.
¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sus ser dicho?	2	Se debe programar un horario rotativo para programar la limpieza.
¿Se realiza periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	2	Se debe definir el cronograma acorde las necesidades.
TOTAL	6	

SEIKETSU - ESTANDARIZAR		
¿Existen procedimientos estandarizados para los procesos?	0	Levantar procedimientos seguros.
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?	3	Se debe brindar capacitaciones permanentes a los trabajadores.
¿Existe Control visual?	3	Se debe mejorar este aspecto.
TOTAL	6	
SHITSUKE - DISCIPLINA		
¿Se realizan los informes de auditoría correctamente y a su debido tiempo?	2	No existen levantamientos de auditorías.
¿Se aplica la cultura de los 3 N, (se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza)?	0	Se debe aplicar con mayor frecuencia esta metodología.
¿Se utiliza o mantiene correctamente así como el material de protección diario para la actividad que se le corresponde?	4	Se debe dar seguimiento al uso adecuado del uniforme.
TOTAL	6	
Puntos posibles	25	Puntos obtenidos
		30
		40,00%

Realizado por: Oleguín Girona, 2023

Tabla 4-1: nivel de impacto de las 5S.

Nivel 5S	Porcentaje
Insatisfacción	0-30
Por debajo del promedio	31-50
Promedio	51-70
Muy bueno	71-90
Excelente	91-100

Realizado por: Oleguín Girona, 2023

Consideraciones generales y método de valoración 5S:

- La valoración de cada pregunta es de 5 puntos con 5 criterios de valoración los mismos que van desde muy deficiente a excelente, cada pregunta puede ser modificada acorde la situación

del área a evaluar en la empresa **Siexpal S.A.**, pudiendo ser aplicada al área de producción como al área administrativa, con el objetivo de mejorar el desempeño de la empresa y el personal.

- Una vez realizada la auditoría para cada aspecto de la metodología 5 S considere el nivel de satisfacción acorde el porcentaje de satisfacción descrito en la tabla 4-1, como el ejemplo anterior muestra un porcentaje de cumplimiento del 40% el cual corresponde al rango por debajo del promedio, razón por la cual es importante aplicar la metodología 5 S como parte de la mejora continua en **Siexpal S.A.**

4. Pasos para la implementación del manual de la metodología 5S en SIEXPAL S.A.

La implementación de un manual de la metodología 5S en **Siexpal S.A.**, una extractora de aceite de palma puede mejorar significativamente la eficiencia operativa, la calidad del producto y la seguridad en el lugar de trabajo.

Recomendaciones generales:

Paso 1: Creación de un Equipo 5S

- Designar un equipo encargado de liderar la implementación de la metodología 5S en **Siexpal S.A.** Este equipo debe estar compuesto por miembros de diferentes departamentos para garantizar una perspectiva integral.

Paso 2: Evaluación Inicial (Seiri - Clasificación)

- Realizar un inventario completo de todos los equipos, materiales y áreas de trabajo en la planta extractora de aceite de palma.

- Clasificar los elementos no esenciales y no necesarios para las operaciones.

- Decidir que elementos no esenciales deben ser eliminados o reubicados.

Paso 3: Organización (Seiton - Orden)

- Diseñar un nuevo diseño para el espacio de trabajo que permita un flujo de trabajo eficiente y una disposición lógica de los equipos y materiales.

- Etiquetar y delimitar claramente todas las áreas de almacenamiento y las ubicaciones de los elementos esenciales.

- Asegurarse de que todos los equipos y herramientas tengan un lugar designado y sean fácilmente accesibles para los trabajadores.



Paso 4: Limpieza (Seiso - Limpieza)

- Establecer un programa de limpieza regular para todas las áreas de la planta.
- Capacitar a los empleados para llevar a cabo actividades de limpieza y mantener sus áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Realizar inspecciones periódicas para asegurarte de que se mantenga la limpieza en todo momento.

Paso 5: Normalización (Seiketsu - Normalización)

- Documentar todos los procedimientos y estándares relacionados con las actividades de las 3S anteriores (clasificación, organización y limpieza).
 - Capacitar a los empleados en estos procedimientos y asegurarte de que los comprendan y los sigan.
- Establecer un sistema de seguimiento y auditoría para mantener la disciplina 5S.

Paso 6: Disciplina (Shitsuke - Disciplina)

- Fomentar una cultura de compromiso y responsabilidad entre los empleados para seguir las prácticas de las 5S.
- Reconocer y recompensar el cumplimiento de las normas de 5S.
- Realizar auditorías regulares y revisiones para garantizar la sostenibilidad de las prácticas 5S.

Paso 7: Mejora Continua

- La implementación de las 5S es un proceso continuo. Sifxpal S.A. debe promover la mejora continua en la organización, alentando a los empleados a sugerir mejoras y realizar ajustes en los procedimientos y en la disposición del lugar de trabajo.
- La implementación exitosa de la metodología 5S requerirá un compromiso a largo plazo y la participación de todos los niveles de la organización.



5. Glosario de términos

Mantenimiento y auditoría continua: Programa de mantenimiento preventivo para garantizar que las mejoras de las 5S se mantengan a lo largo del tiempo. Realización de auditorías regulares para evaluar el cumplimiento de las normas de 5S y realizar ajustes necesarios.

Estandarización: Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera organizada y ordenada, sistematizar o estandarizar un proceso asegura unos efectos perdurables. (Hernández & Vizán 2013, p.34)

Tiempo de respuesta: Es el tiempo total que un cliente tiene que esperar para recibir un producto desde el momento que cursó la orden de compra. (Castro, 2019, p. 43)

ANEXO C: ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTO DE FALLAS (AMEF)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)																
Process: Proceso de extracción de aceite		Process owner: Siexpal S.A.			Project ID: 1			Project title: Habilitación de maquinaria SIEXPAL S.A. 2023.								
Process Step (Or product part)	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls (prevention/detection)	DET	RPN	Recommended Corrective Action			Corrective Action				
									What?	Who?	When?	Action Taken	SEV	OCC	DET	RPN
Proceso de secado	Inhabilitación de una máquina secadora	Incremento en el tiempo de operación del proceso de secado	8	-No existe un mantenimiento preventivo de la maquinaria	8	- Registro del historial de fallas de la máquina. - Ficha técnica de la máquina	10	640	levantar indicadores de eficiencia de la maquinaria (horas trabajo)	supervisor del área de secado	próximo mes					
	Daño de la maquinaria por paralización	Disminución de la capacidad de secado	6	- No se cuenta con manual de procedimientos - Personal con falta de	6	- Capacitación a los operarios del área de secado, sobre el funcionamiento de la maquinaria	6	216	crear el plan de mantenimiento preventivo y correctivo a cordel las recomendaciones del fabricante de la	responsable del área de mantenimiento de la empresa	evaluación semestral					
Proceso de prensado	Inhabilitación de una prensa	Incremento en el tiempo de operación y disminución de la capacidad del proceso	7	- falta de un mantenimiento predictivo	8	- Ficha tecnica de la maquina	9	504	- aplicar mantenimiento autónomo a la máquina	supervisor del área de prensado	evaluación semestral					
	Daño de la maquinaria por paralización	elevados costos de paralización	8	- No se dispone del historico de fallas. - Personal con falta de capacitación.	8	- Capacitación a los operarios del área de prensado, sobre el funcionamiento	10	640	aplicar ingeniería de materiales a la maquinaria dañada y realizar un mantenimiento correctivo	responsable del área de mantenimiento de la empresa	próximo mes					



Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

ANEXO D: MATRIZ CAUSA – EFECTO

Matriz Causa - Efecto

Project: Mantenimiento correctivo (área de secado y prensado) Correlacion: 9: Alta 3: Media 1: Baja 0: No Correlación



		1	2	3	4	5	6				
Importance to Customer (1-10)		1	1	1	1						
Variables de Salida (Ys) →		Productividad	Capacidad	5s	Eficiencia						
Pasos	Variables de Entrada (Xs) ↓							Puntuación	%	Rango	potencial o eliminado
Proceso								Ponderada (X)			
1	Levantar indicadores de eficiencia de la maquina / historial de fallas	9	9	9	9			36	28,6%	1	
2	crear un plan de mantenimiento preventivo	9	9	3	3			24	19,0%	3	
3	crear un plan de mantenimiento correctivo	9	9	9	3			30	23,8%	2	
4	aplicar un plan de mantenimiento autónomo	3	3	9	9			24	19,0%	3	
5	Aplicar Ingeniería de materiales a las partes defectuosas de la maquina	3	3	3	3			12	9,5%	5	
Weighted Score (Y)		33	33	33	27			126			
Rank		1	1	1	4						

Conclusiones

El plan de acción para mitigar las causas de la inoperancia de la prensa y la secadora en el proceso productivo de Siexpal S.A., debe empezar por el levantamiento de indicadores de eficiencia de la maquina mediante la recopilación del historial de fallo, de la misma manera crear un plan de mantenimiento correctivo, seguido de un mantenimiento preventivo, aplicar un mantenimiento autónomo e ingeniería de materiales a las partes defectuosas .

Realizado por: Obregón Ginna, 2024.

ANEXO E: TRABAJO DE CAMPO – SIEXPAL S.A.

IMPLEMENTACIÓN TARJETAS

