



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de las herramientas lean manufacturing para aumentar la
productividad del molino Synutre, Paiján, 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Quezada Gutierrez, Paolo Johang (orcid.org/0000-0001-9524-5200)

Rodriguez Campos, Wiler Jhakson (orcid.org/0000-0002-9308-5685)

ASESOR:

Mtro. Beltrán Canessa, Pedro Oswaldo (orcid.org/0000-0002-8883-8494)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy hoy en día. Ellos me inculcaron sólidos valores y principios, me brindaron una constante motivación para perseguir mis aspiraciones. Por lo tanto, les debo este logro a ustedes.

Rodriguez Campos, Wiler Jhakson

Primeramente, a mi padre Sandro Luis Quezada Inca por brindarme su Apoyo y confiar en mí. A mi bisabuela Luz Aurora y a mí madre por cuidarme. A mi familia, amigos por escucharme y acompañarme siempre en los momentos de alegría, enojo y tristeza.

Quezada Gutierrez, Paolo Johang

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a dios por encaminarnos a lo largo de nuestra carrera, brindándonos salud y fuerza en los momentos difíciles.

Agradecemos al Sr. Carlos Alberto Guarniz Valera gerente general de la empresa molino Synutre, igualmente agradecemos o a la Universidad Cesar Vallejo por brindarnos todo el conocimiento aprendido en el transcurso de nuestra carrera profesional.

Nuestra gratitud a nuestro asesor Mtro. Pedro Oswaldo Beltrán Canessa por el acompañamiento en el desarrollo de nuestra tesis y proporcionarnos las bases fundamentales para nuestro trabajo.

Finalmente agradecemos a todas las personas que participaron de alguna manera para culminar el desarrollo de nuestro trabajo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BELTRAN CANESSA PEDRO OSWALDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad del molino Synutre, Paiján, 2023.", cuyos autores son QUEZADA GUTIERREZ PAOLO JOHANG, RODRIGUEZ CAMPOS WILER JHAKSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 15 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BELTRAN CANESSA PEDRO OSWALDO DNI: 17939348 ORCID: 0000-0002-8883-8494	Firmado electrónicamente por: PBELTRANC el 15- 07-2023 22:37:08

Código documento Trilce: TRI - 0593819





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, QUEZADA GUTIERREZ PAOLO JOHANG, RODRIGUEZ CAMPOS WILER JHAKSON estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad del molino Synutre, Paiján, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
QUEZADA GUTIERREZ PAOLO JOHANG DNI: 73535697 ORCID: 0000-0001-9524-5200	Firmado electrónicamente por: PQUEZADAG el 27-07- 2023 12:46:51
RODRIGUEZ CAMPOS WILER JHAKSON DNI: 75285827 ORCID: 0000-0002-9308-5685	Firmado electrónicamente por: WJRODRIGUEZC el 27-07-2023 12:49:09

Código documento Trilce: INV - 1311822

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de Investigación	12
3.2. Variables y Operacionalización.....	13
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	13
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES.....	44

REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
Tabla 2: Productividad mano de obra y maquinaria de maíz molido	19
Tabla 3: Productividad mano de obra y maquinaria de alimento engorde	19
Tabla 4: Productividad mano de obra y maquinaria de alimento crecimiento	20
Tabla 5: Productividad multifactorial del molino Synutre - Pre test	20
Tabla 6: Valor de influencia de las causas que disminuyen la productividad.....	21
Tabla 7: Plan de acción y herramientas lean a aplicar	22
Tabla 8: Cumplimiento inicial de la metodología 5s	23
Tabla 9: Clasificación de objetos	24
Tabla 10: Frecuencia de uso y ubicaciones de los elementos en el área de producción del molino Synutre	25
Tabla 11: Limpiezas ejecutadas en el área de producción	26
Tabla 12: Resumen de auditoria final	27
Tabla 13: Cumplimiento final de la metodología 5s	28
Tabla 14: Calificación inicial del molino y la mezcladora	29
Tabla 15: Resumen de las fallas de las maquinarias - febrero	30
Tabla 16: Disponibilidad de la maquinaria pre test	30
Tabla 17: Resumen de las fallas de la maquinaria - junio	31
Tabla 18: Disponibilidad de la maquinaria post test.....	32
Tabla 19: Productividad post test mano de obra y maquinaria de maíz molido ...	33
Tabla 20: Productividad post tes de mano de obra y maquinaria de alimento engorde	33
Tabla 21: Productividad post test de mano de obra y maquinaria de alimento crecimiento	34
Tabla 22: Productividad multifactorial del molino Synutre - post test.....	34
Tabla 23: Matriz de operacionalización de variables	53
Tabla 24: Producción detallada del Molino Synutre, 2023.....	55
Tabla 25: Hoja de observación del cuestionario aplicado a los trabajadores	56
Tabla 26: Matriz de método de factores ponderados.....	57
Tabla 27: Horas máquina y horas hombre para producción de maíz molido – Pre test	57

Tabla 28: Horas máquina y horas hombre para producción de engorde – Pre test	58
Tabla 29: Horas máquina y horas hombre para producción de crecimiento – Pre test	58
Tabla 30: Productividad Mano de obra de maíz molido – Pre test.....	58
Tabla 31: Productividad mano de obra de alimento engorde – Pre test	59
Tabla 32: Productividad mano de obra de alimento crecimiento - Pre test.....	59
Tabla 33: Productividad maquinaria de maíz molido - Pre test.....	59
Tabla 34: Productividad maquinaria de alimento engorde - Pre test	60
Tabla 35: Productividad maquinaria de alimento crecimiento - Pre test	60
Tabla 36: Ingreso por ventas febrero.....	60
Tabla 37: Costos de producción febrero.....	61
Tabla 38: Productividad multifactorial - Pre test.....	61
Tabla 39: Cálculo tiempo disponible y tiempo ciclo	62
Tabla 40: Calculo de la demanda	62
Tabla 41: Calculo de lead time	62
Tabla 42: Calculo de valor agregado	62
Tabla 43: Calculo de takt time del VSM.....	62
Tabla 44: Auditoria 5s pre test.....	63
Tabla 45: Clasificación de elementos en el área de producción.....	64
Tabla 46: Evaluación clasificación.....	65
Tabla 47: Aplicación del orden de objetos en el área de producción.....	65
Tabla 48: Evaluación orden	66
Tabla 49: Evaluación limpieza	66
Tabla 50: Evaluación estandarización	67
Tabla 51: Evaluación disciplina pre test.....	67
Tabla 52: Auditoria 5s post test	68
Tabla 53: Registro de objetos clasificados con tarjeta roja.....	69
Tabla 54: Cronograma de capacitaciones	70
Tabla 55: Tabla de calificación TPM del molino.....	70
Tabla 56: Tabla de calificación TPM de la mezcladora.....	71
Tabla 57: Hoja de razones de la baja calificación del molino	72
Tabla 58: Hoja de la baja calificación de la mezcladora	72

Tabla 59: Récord de oportunidades TPM - Molino	73
Tabla 60: Récord de oportunidades TPM - Mezcladora	74
Tabla 61: Establecimiento de estándares y control visual - maquinaria molino...	75
Tabla 62: Establecimiento de estándares y control visual - maquinaria mezcladora	75
Tabla 63: Registro del tiempo de fallas del molino - febrero.....	76
Tabla 64: Registro del tiempo de fallas de la mezcladora - febrero.....	76
Tabla 65: Signos para la detección de averías en la maquinaria molino	77
Tabla 66: Signos para la detección de averías en la maquina mezcladora	77
Tabla 67: Evaluación MTBF pre test.....	78
Tabla 68: Evaluación MTTR pre test	78
Tabla 69: Disponibilidad pre test de las maquinarias del Molino Synutre	79
Tabla 70: Plan de mejora para el molino	79
Tabla 71: Plan de mejora para la mezcladora	80
Tabla 72: Registro diario para el mantenimiento preventivo del molino.....	80
Tabla 73: Registro diario para el mantenimiento preventivo para la mezcladora.	81
Tabla 74: Mantenimiento planeado para la maquinaria molino.....	81
Tabla 75: Mantenimiento planeado para mezcladora	82
Tabla 76: Registro de tiempo de fallas del molino - junio	83
Tabla 77: Registro de tiempo de fallas de la mezcladora - junio.....	83
Tabla 78: Evaluación MTBF post test.....	84
Tabla 79: Evaluación MTTR post test.....	84
Tabla 80: Disponibilidad post test de las maquinarias del molino Synutre	85
Tabla 81: Productividad mano de obra de maíz molido - post test	85
Tabla 82: Productividad mano de obra de engorde - post test	85
Tabla 83: Productividad mano de obra de alimento crecimiento - post test.....	86
Tabla 84: Productividad maquinaria de maíz molido - post test.....	86
Tabla 85: Productividad maquinaria de alimento engorde - post test.....	86
Tabla 86: Productividad maquinaria de alimento crecimiento - post test.....	87
Tabla 87: Ingreso por ventas - junio	87
Tabla 88: Costo de producción - junio	88
Tabla 89: Productividad multifactorial - post test	88

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Tipo de investigación.....	12
Figura 2: Tendencia de la productividad multifactorial inicial del mes de febrero	20
Figura 3: Value Stream Mapping actual	22
Figura 4: Comparación del cumplimiento inicial y final de la metodología 5s en el área de producción del molino Synutre	28
Figura 5: Comparación de fallas iniciales y finales para ambas maquinas	31
Figura 6: Comparación de la disponibilidad inicial y final de las dos maquinarias del molino Synutre	32
Figura 7: Tendencia semanal de la productividad multifactorial final del mes de junio.....	35
Figura 8: Comparación de la productividad mano de obra inicial y final de los tres alimentos.....	35
Figura 9: Comparación de la productividad maquinaria inicial y final de los tres alimentos.....	36
Figura 10: Comparación de la productividad multifactorial inicial y final por semana de cada mes.....	36
Figura 11: Diagrama de Ishikawa del Molino Synutre 2023	89
Figura 12: Diagrama de Pareto	89
Figura 13: Modelo de tarjeta roja.....	90
Figura 14: Diagrama de flujo para seleccionar los objetos en el área de producción del molino Synutre.....	90
Figura 15: Mezcladora y molino ubicados en el área de producción.....	91
Figura 16: Proceso para ordenar en el área de producción	91
Figura 17: Uso de las tarjetas rojas en el área de producción del molino Synutre	92
Figura 18: Antes de la aplicación seiton - ordenar	92
Figura 19: Después de la aplicación seiton - Ordenar.....	93
Figura 20: Antes de la aplicación seiso - Limpieza.....	93
Figura 21: Después de la aplicación seiso - Limpieza.....	93
Figura 22: Capacitación 5s.....	94
Figura 23: Capacitación TPM.....	94

Figura 24: Limpieza y mantenimiento de las maquinas.....	94
Figura 25: Capacitaciones por zoom.....	95
Figura 26: Cronograma de limpieza	95

RESUMEN

La presente investigación realizó la “Aplicación de las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad del molino Synutre, Paján, 2023”, tuvo como objetivo general aplicar las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad en el molino Synutre. La investigación es de tipo aplicada con diseño pre – experimental, asimismo se utilizó como muestra para el pre test el mes de febrero y para el post test el mes de junio. Primeramente, para descubrir las causas de baja productividad, se aplicaron las herramientas como el diagrama de causa – efecto, Matriz Vester, Pareto y VSM. Se aplicaron las herramientas 5S y TPM, la población estuvo conformado por todos los procesos de producción. Como resultado, para la productividad mano de obra en maíz molido paso de 1.152 a 1.598 sacos/hh; para engorde paso de 1.339 a 1.722 sacos/hh y para crecimiento paso de 1.290 a 1.696 sacos/hh. Para la productividad maquinaria en maíz molido paso de 2.305 a 3.189 sacos/h. máquina, para crecimiento de 1.290 a 1.696 sacos/h. maquina y para engorde de 1.339 a 1.722 sacos/ h. maquina. Para la productividad multifactorial paso de 1.11 a 1.50, incrementándose en 35.14%.

Palabras clave: Lean manufacturing, Productividad, 5s y TPM.

ABSTRACT

The present research conducted the "Application of lean manufacturing tools to increase the productivity of the Synutre mill, Paján, 2023", with the overall objective of applying lean manufacturing tools to enhance productivity in the Synutre mill. The research is of an applied nature with a pre-experimental design, and the month of February was used as the pre-test sample, while the month of June was used as the post-test sample. Initially, to identify the causes of low productivity, tools such as the cause-effect diagram, Vester matrix, Pareto chart, and VSM were applied. The 5S and TPM tools were implemented, and the population consisted of all production processes. As a result, for labor productivity in ground corn, it increased from 1,152 to 1,598 sacks/hh; for fattening, it increased from 1,339 to 1,722 sacks/hh, and for growth, it increased from 1,290 to 1,696 sacks/hh. For machinery productivity in ground corn, it increased from 2,305 to 3,189 sacks/h. machine, for growth from 1,290 to 1,696 sacks/h. machine, and for fattening from 1,339 to 1,722 sacks/h. machine. The multifactorial productivity increased from 1.11 to 1.50, representing a 35.14% increase.

Keywords: Lean manufacturing, Productivity, 5S, and TPM.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mercado global de alimentos para aves de corral está dividido con participantes en diferentes países. El mercado bajo estudio tiene características únicas; por un lado, está la escasez de empresas manufactureras importantes y, por otro lado, un mercado altamente desorganizado con gran parte de participantes regionales y una pequeña participación en el mercado. El enfoque de las empresas líderes es adquirir fábricas de piensos e instalaciones pequeñas para expandir su negocio tanto nacional como internacional (Mordor Intelligence 2022). Los piensos es el insumo más significativo para la producción avícola, que vendría a ser el alimento para las aves, por ello la disponibilidad de piensos deben ser de un precio razonable y de alta calidad ya que es crucial para el desarrollo de la industria avícola. Lo más importante para las aves de corral es el agua, pero también necesitan un suministro constante de proteínas, minerales, aminoácidos esenciales, vitaminas y energía (FAO 2022).

Es probable que la demanda de comida para aves aumente con el incremento de la producción de proteínas animales, en particular de ingredientes ricos en proteínas y energía. Según la encuesta de alimentación 2019 de AllTech, América del Sur cuenta con unos 3 715 molinos, produciendo 120,2 millones de Toneladas Métricas al año (Mordor Intelligence 2022). En lo que son las aves ponedoras, sufrió una pequeña reducción del tonelaje de producción de alimento para aves, disminuyendo un 1.4% a nivel global. Numerosas naciones tuvieron problemas ya que las materias primas incrementaron sus costos, que coincidieron con los bajos precios de los huevos en el mercado minoritario (Alltech 2022).

Po esta razón, las empresas tienen que reponerse y aumentar su productividad, conduciendo a un mejor beneficio financiero, agrandar la fabricación de artículos y de servicios, mejorar las condiciones de trabajo y volverse más competitiva en su sector (OIT 2020). Diferentes tipos de empresas han utilizado las técnicas y modelos Lean Manufacturing a lo largo de las últimas décadas,

ya que esta metodología arroja resultados satisfactorios cuando se aplica a cualquier tipo de entorno industrial o de servicios (Rojas y Gisbert 2017).

Empresas manufactureras han podido aumentar su productividad haciendo uso de la metodología Lean Manufacturing. Para lo cual, como resultado, se afirma que establecer Lean Manufacturing claramente beneficia a las organizaciones industriales y nunca ha habido un caso documentado de un desarrollo negativo en una organización que adoptó las herramientas Lean [trad.] (Maware, Okwu y Adetunji 2022).

En el Perú, hay un aumento en la fabricación de comida balanceada, particularmente para el sector avícola de más del 91%. Las estadísticas muestran que las materias primas utilizadas para producir alimentos balanceados, incluidos el trigo, la harina de pescado y el sorgo, se utilizan con menos frecuencia. Como resultado, problemas como estos afectan a las empresas y no les permiten desarrollarse ni crecer para poder competir con los rivales (MIDAGRI 2017).

En enero de 2022, se vio un aumento de la crianza de aves en distintos departamentos, como Lima con un 5,45%, La Libertad con 5,25%, Arequipa con 6,95%, que dieron el 80,80% general de la producción de aves en las avícolas. Lo cual está relacionado al incremento de las peticiones para la producir alimento para las aves de las distintas empresas avícola del país (INEI 2022).

El molino Synutre, es una sociedad dedicada a producir alimentos balanceados para aves; alimentos tipo crecimiento, engorde y maíz chancado. Dentro de la empresa se distinguió una secuencia de causas que provocan demoras en el proceso productivo de alimento balanceado. Las demoras observadas en las distintas actividades que se realiza son originadas por varias razones como: desorden y escasez de aseo en el área de trabajo, demora en la distinción de insumos a usar, falta de programa de mantenimiento y demás ([Ver anexo](#)).

Entonces, El molino Synutre planifica lograr un crecimiento sostenido, otorgando productos de calidad para sus clientes futuros. Por consiguiente, después de lo antes mencionado surge el problema ¿En qué medida la

aplicación de Lean Manufacturing aumentará la productividad del molino Synutre, Paiján - 2023?

De este modo, según (Alvarez 2020) se debe justificar la relevancia de la investigación en base a tres componentes, que es teórica, práctica y metodológica. Por ello se justifica teóricamente, ya que analiza el estudio de lean manufacturing y se pone en práctica, para saber cuál es el estado de la productividad del molino y con ello proponer nuevas mejoras. También se ha demostrado desde la perspectiva práctica, ya que al aplicar distintos métodos de la metodología lean en el molino, permite la resolución de problemas y ofrece soluciones para ellas, dar estrategias de ejecución en los procesos para aumentar la productividad, disminuir los tiempos en los procesos y eliminar el desperdicio. Finalmente, se ha comprobado metodológicamente, ya que se medirá la productividad previa y posteriormente al aplicar las herramientas de la metodología lean manufacturing, utilizando aplicaciones y herramientas de medición para las variables en estudio y mostrar el aumento de la productividad, con el fin de proporcionar a los futuros investigadores un conocimiento fiable y válido.

Dentro de este estudio, el objetivo general es Aplicar las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad en el molino Synutre, Paiján – 2023, y los objetivos específicos: evaluar el estado actual de la productividad en el molino Synutre, deducir los problemas de producción dentro de sus operaciones, aplicar las herramientas lean manufacturing y evaluar la productividad luego de la aplicación lean manufacturing. Por último, se finaliza con la hipótesis: Al aplicar las herramientas Lean manufacturing aumentará la productividad en el molino Synutre, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Con el fin de lograr una comprensión más clara y completa de la investigación, se buscó información de estudios anteriores sobre lean manufacturing y productividad.

De acuerdo con (Jara 2022) en su investigación titulada “Herramientas de manufactura esbelta para la mejora de la productividad en la planta faenadora de la empresa grupo casa grande división pura pechuga”, tuvo como objetivo proponer las herramientas Lean para aumentar la producción del faenado mediante la disminución de residuos. Utilizó una metodología que incluyó el levantamiento de información con herramientas de ingeniería industrial, la obtención de tiempos estándar y un análisis de desperdicios con VSM (Value Stream Mapping). Propuso implementar 5S y la herramienta SMED (Single Minute Exchange of Die) para mejorar el orden y limpieza y reducir tiempos de preparación de procesos. Además, el autor estableció una propuesta de estandarización que reduciría el tiempo de procesamiento de un pollo en un 11,90%. Como resultado, logró una mayor eficiencia y rentabilidad del proceso al mejorar la productividad y reducir desperdicios. Concluye que la ejecución de manufactura esbelta es una estrategia efectiva para mejorar la productividad y reducir desperdicios en procesos productivos. Aporte: En esta investigación, observamos que si se aplican correctamente las herramientas lean se logran los resultados esperados, así mismo esto nos servirá para lograr la mejora de la productividad.

Según el estudio de (Mosquera 2020) llamada “Manufactura esbelta para el mejoramiento en la planta de producción de la empresa bioalimentar compañía limitada”, tuvo como objetivo realizar una mejora de rendimiento en su proceso de producción mediante la metodología de Manufactura Esbelta. Para lograrlo, se emplearon el Mapa de Flujo de Valor, el Diagrama Ishikawa y una matriz Lean para detectar los desperdicios y áreas de mejora. Después del análisis, el autor determinó que el cambio de utillaje en la máquina molino de martillos era el principal obstáculo en el proceso, lo que generaba esperas y desperdicios en la producción. Propuso la aplicación de herramientas como las 5’s, el SMED para mejorar la organización y limpieza de la planta y disminuir los periodos de

cambio de utillaje. Como resultado, logro mejorar el tiempo de ciclo en 0,071 min/und. y se logró aumentar la capacidad de producción. Por último, concluye que la metodología de Manufactura Esbelta y las herramientas seleccionadas permitieron a Bioalimentar Compañía Limitada optimizar su proceso de producción y disminuir los desperdicios. Aporte: De esta manera demostramos como la metodología 5S ayuda de manera efectiva a lograr cambios positivos en donde el investigador quiera aplicarlo.

Para el ámbito nacional, el estudio de (Fernandez 2020) denominado “Aplicación de las herramientas de lean manufacturing y su efecto en la productividad del Molino Agroindustria Jequetepeque S.R.L Ciudad de Dios 2020” planteo como objetivo evaluar el efecto de las técnicas Lean Manufacturing. La metodología utilizada por el autor fue cuantitativa y un enfoque explicativo y un diseño pre experimental que contempló una evaluación del área de producción para detectar problemas relacionados con la baja productividad, así como la implementación de herramientas de mejora como la metodología de 5s, TPM (total productive maintenance) y Kaizen. El autor empleo diferentes métodos para la captura de información, como análisis, observación y cuestionarios. Como resultados hubo un incremento del 21,55 kg por trabajador en la productividad de MO, así como la elevación del 17,47% en la productividad de MP. Para finalizar se concluye que la implementación de técnicas de Lean puede resultar en un efecto positivo en la productividad de la compañía. Aporte: En la siguiente obra señalaremos que las aplicaciones 5s y TPM son muy eficientes para lograr cambios positivos para la problemática de la empresa.

De acuerdo con (Chuquitucto y Salazar 2018) en su tesis de nombre “Aplicación de la herramienta lean manufacturing para aumentar la productividad en el área de producción del Molino Puro Norte SAC, 2018”, tuvieron como objetivo dar un incremento a la eficiencia en producción mediante la implementación de diversas técnicas de manufactura esbelta, específicamente 5's, TPM y Kaizen. Los autores emplearon la metodología de enfoque de diseño preexperimental pretest y post test, con el fin de manipular la “Variable independiente” y mejorar la “Variable dependiente”. Luego identificaron los obstáculos que afectaban el

desempeño productivo, se aplicaron las herramientas seleccionadas, lo cual dio como resultado un aumento significativo del 21.55 kg/trab. en la productividad de MO y de 17.46% en la productividad de MP. Concluyendo que practicar las técnicas lean manufacturing fue eficaz en mejorar la producción y abordar los problemas identificados en dicha área. Aporte: Se demuestra la importancia de llevar a cabo un correcto uso de las herramientas lean para el aumento de la producción.

Según (Solis 2021) en su investigación “Implementación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas del área de maestranza en Crommets” la cual tiene como objetivo incrementar la disponibilidad de las máquinas, establecer un plan de mantenimiento, disminuir la necesidad de mantenimientos correctivos y mejorar el orden y la limpieza en las áreas de trabajo a través del uso de la herramienta TPM. Sus resultados muestran que la implementación del TPM tuvo un efecto positivo mejorando la preservación de las máquinas, condujo a una mejora en la disponibilidad mecánica de 90% a 97%. Dando como conclusión, que se recomienda la adopción del TPM como una estrategia eficaz para mejorar el proceso productivo de la compañía. Aporte: En esta investigación se demuestra que a través de una gestión planeada y orientada el TPM presenta ventajas para la mejora.

En el ámbito local según la investigación de (Meza y Rodriguez 2021), que lleva por nombre “Aplicación de la Metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Lavacas E.I.R.L., distrito de Moche 2021” se plantearon como objetivo mejorar el rendimiento productivo en la empresa mencionada mediante la implementación de herramientas lean. Su metodología se llevó a cabo una investigación preexperimental aplicada, utilizando los siete procesos de producción como población y seleccionando los tres procesos más críticos como muestra; utilizando herramientas como 5s y SMED. Los autores concluyeron que la metodología de las 5S, se logró un incremento significativo en el nivel de conciencia de los trabajadores acerca de la importancia, pasando del 14% al 91%. SMED redujo los tiempos en de 147.9 min. a 95 min y por último la productividad multifactorial aumento en 26%.

Aporte: Se verifica que después que se aplican las herramientas lean existe una mejora positiva para la empresa, demostrando así confianza para realizar esta aplicación en nuestra investigación.

En otra investigación de (Cerna y Huaca 2022), de nombre “Aplicación de la metodología 5s para mejorar la productividad de la empresa Sermental S.A.C.”, se planteó como objetivo evaluar el impacto de la adopción de la metodología 5S en el incremento de la eficiencia operativa de la empresa, la metodología es de tipo aplicada con un diseño pre experimental., utilizando instrumentos como Check list y hojas de registro de producción. Su implementación dio como resultado un ligero aumento del 0.02% en la productividad, mientras que por otro lado se registra un incremento significativo del 31% en la evaluación a la metodología 5S. Concluyendo así los autores que la propuesta es aceptable y efectiva para mejorar la productividad de la empresa a estudio. Aporte: En la investigación se demuestra que 5s es una aplicación efectiva dando resultados óptimos para beneficio de la empresa, indicando que al realizar una buena aplicación tendremos óptimos beneficios.

En otra investigación de (Hernandez y Rios 2022), titulada “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2022”, Tuvo como objetivo aplicar las estrategias de “lean manufacturing” con el objetivo de potenciar la eficacia y rendimiento en LT Multiservices SAC. La investigación se llevó a cabo utilizando una metodología de enfoque aplicado y un diseño pre experimental, se analizaron todas las etapas involucradas en la producción de aguacate en la empresa. Se utilizaron diversas técnicas como la observación y el análisis mediante documentos. Al aplicar la estrategia de TPM, los autores lograron aumentar la eficiencia general al 86.01%. Además, mejoró el cumplimiento de los estándares de las 5s, incrementando su nivel del 48% al 85%. Por otra parte, mediante la implementación de la metodología SMED, redujo significativamente el tiempo de preparación, generando un ahorro de 1.22 horas diarias que se destinaron a actividades productivas. En resumen, los autores concluyen que la aplicación de las herramientas de lean manufacturing tuvo un impacto positivo en la productividad de la empresa LT, logrando un incremento

del 16% en este aspecto clave. Aporte: De esta manera esperamos que después de la aplicación de herramientas lean los cuellos de botella sean eliminados para mejorar de la empresa.

Según la tesis de (Rojas y Villareal 2022), titulada “Aplicación de TPM para mejorar la productividad en el área de producción de bolsas plásticas de la empresa Ciaplast Gutierrez S.A.C., Lima 2022”, tuvo el objetivo de realizar una mejora en la producción de la empresa aplicando TPM. Siendo su metodología de tipo aplicada con diseño pre-experimental. Sus resultados evidencian un aumento significativo en la productividad de la maquinaria, pasando de 26.80 bolsas por minuto de máquina a 50.70 bolsas, lo que representa un incremento del 88%. Con respecto a la eficiencia en el uso de la materia prima, se experimentó un aumento de 61 bolsas por cantidad de materia prima utilizada a 89 bolsas, lo que supone un incremento del 45%. Además, la productividad multifactorial se incrementó de 1.4591 a 1.995, lo que implica un crecimiento del 36%. Por lo tanto, los autores concluyen implementación del TPM mejoró de manera significativa La eficiencia en el departamento de fabricación de bolsas de plástico de la compañía. Aporte: Esperamos que la productividad después del uso de herramientas TPM sea significativa en la empresa, puesto que se observan resultados positivos en la investigación.

Entonces, todas las investigaciones anteriormente mencionadas ayudan a este proyecto, puesto que señalan las distintas ventajas de llevar a cabo el uso de herramientas Lean manufacturing, para el incremento de la productividad, espacios de trabajos más ordenados, aseados, etc.

Los estudios de investigación definen a Manufactura esbelta como una herramienta poderosa para identificar cosas que no aportan valor a ningún proceso y tratar de reducirlas o eliminarlas para aumentar la producción o el beneficio [trad.] (Palange y Dhattrak 2021). Lean manufacturing es una herramienta vital si lo que se busca es eliminar desperdicios en una fabricación, siendo efectiva siempre y cuando se seleccione la herramienta correcta, ingenio en los datos recopilados, mentalidad positiva de las personas que participen en ello, para aceptar el cambio en el método de trabajo [trad.] (Kolla, Minufekr y Plapper 2019). Una herramienta fundamental en lean manufacturing es el Value

Stream Mapping (VSM), este se basa en una representación gráfica de elementos que conforman el producto. Esta representación permite identificar y visualizar claramente las áreas donde se encuentra el valor añadido y aquellas donde hay desperdicio (Socconini 2019).

5s es una herramienta que determina cómo se aplican los principios de organización y limpieza en los ambientes de trabajo para reducir el desperdicio; sus definiciones son consistentes con las iniciales en japones de las cuales son 5 las palabras que se inician con la inicial S, las cuales en primer lugar esta Seiri (Clasificar), en segundo esta Seiton (Organizar), seguida de Seiso (Limpiar), después Seiketsu (Estandarizar) y por ultimo Shitsuke (Mantener) (Salgado y Salgado 2019).

Los programas 5S se han utilizado a nivel global con el fin de generar una mejor la calidad de la producción y, al mismo tiempo, mejorar la moral y la seguridad del personal. Debido a su simplicidad, la técnica 5S se puede aplicar a la mayoría de las circunstancias del lugar de trabajo en un lapso breve de tiempo. Luego de ejecutar el uso de 5S en una organización se toma el antes y el después [trad.] (Yudha et al. 2018). Si embargo, Uno de los aspectos más difíciles de la metodología 5S es el alto grado de subjetividad en el proceso de auditoría, cuyo objetivo es evaluar y analizar los resultados de 5S y ofrecer una retroinformación vital para el mejoramiento continuo que es el objetivo final de esta misma [trad.] (Ranjith, Ganesh y Rajendran 2021).

La primera S, seiri que significa seleccionar y busca desaparecer objetos como materiales o equipos innecesarios que no tienen valor; la segunda S, seiton que significa ordenar, la cual consta de escoger los elementos no organizados y ponerlos donde encajen de mejor manera; la tercera S, es seiso que significa limpieza, el cual consta de limpiar el área de trabajo, eliminando y restableciendo el espacio; luego se tiene la cuarta S que es seiketsu y significa estandarizar, en la cual implica crear una serie de pautas para así mantener el área de trabajo organizado y limpio; y por ultimo esta la quinta S shitsuke que significa mantener, la cual es fundamental para sostener lo implementado, requiriendo de cambios proactivos en las costumbres de los trabajadores en toda la empresa [trad.] (Shahriar et al. 2022).

Otra de las herramientas Lean manufacturing vendría a ser mantenimiento productivo total (TPM), esta asegura que el equipo de fabricación esté en excelente forma y que esté trabajando con los alineamientos de calidad en el tiempo de ciclo correcto, exigiendo así que cada máquina este apta para comenzar a realizar su trabajo en cualquier momento [trad.] (Rajadell 2021). Las investigaciones de TPM reafirman que este sistema contiene una disciplina laboral participativa, con el propósito de mejorar los aparatos y máquinas efectivamente mediante la reducción de errores y fallas indeseables [trad.] (Canahua 2021). La evaluación de TPM comprende determinar si una organización cumplió con la estrategia y los objetivos creados durante la etapa inicial de TPM y obtuvo el beneficio planeado [trad.] (Thorat y Mahesha 2020).

Los investigadores también afirman que las organizaciones, dedican poco tiempo al mantenimiento de las máquinas y se esfuerzan por capacitar a los empleados para que puedan contribuir a su mantenimiento [trad.] (Díaz et al. 2018). TPM mejora la competitividad organizacional mediante el uso de un enfoque organizado para cambiar la mentalidad de los empleados [trad.] (Jasiulewicz 2016). Dentro de la filosofía de TPM, se encuentra una metodología llamada Mantenimiento Autónomo, la cual se enfoca en el diagnóstico de las condiciones de los equipos, mejorando las habilidades de los empleados que operan las máquinas durante todo el turno de producción [trad.] (Duques, Gomes y Sarmanho 2019).

TPM permite mejorar la forma de gestionar el mantenimiento de las compañías, en donde el tiempo medido de reparación (MTTR), se refiere al promedio de tiempo requerido para solucionar fallas y reparar el objeto dañado (Ortiz et al. 2022).

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Número de reparaciones}}$$

El tiempo medio entre averías (MTBF) hace referencia al promedio de tiempo que pasa entre la ocurrencia de una falla o avería y la siguiente en un equipo específico (Ortiz et al. 2022).

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total de trabajo} - \textit{Tiempo de averia}}{\textit{Número de fallas}}$$

La disponibilidad se refiere a la capacidad de un bien para cumplir una función necesaria en situaciones particulares y en un momento específico. Esta disponibilidad está condicionada por MTTR y MTBF. [trad.] (Ribeiro et al. 2019).

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

En esta investigación, nuestra variable dependiente es productividad, la cual se describe como la relación entre la cantidad de producción obtenida y recursos necesarios (Fontalbo, De la Hoz y Morelos 2017). Las compañías están resolviendo cuestiones como la disminución de gastos y el aumento de la calidad de sus productos mediante el incremento de la productividad (Muñoz, Zapata y Medina 2022). Un mayor grado de productividad puede resultar en mayores ganancias y beneficios para una empresa [trad.] (Mahbub et al. 2021). La cantidad de bienes o servicios generados por una compañía debe ser coherente con la cantidad de recursos que utiliza para ello, a pesar de que pueda generar una gran producción de bienes y también una de servicios (Fontalbo, De la Hoz y Morelos 2017).

La productividad laboral es un indicador muy importante en el desarrollo económico, se utiliza como un indicador para evaluar el rendimiento de los empleados, representando la cantidad de producción generada por cada trabajador en un determinado período de tiempo [trad.] (Chernopyatov 2018).

La productividad del equipo no solo debe abordar los procesos de mantenimiento de equipos, sino que también se debe considerar la probabilidad de fallas y paralizaciones en la operación durante la planificación y la programación de las actividades. Por tal motivo, se deben estudiar los componentes clave de la confiabilidad de las máquinas para producir mejores resultados [trad.] (Moses, Muhwezi y Muhumuza 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Investigación aplicada se enfoca en encontrar soluciones a los problemas presentados durante la producción, los procesos de distribución, circulación y servicios asociados a cualquier actividad (Nicomedes 2018). Por ello el presente trabajo es de tipo aplicada, puesto que, se aplicará las herramientas de la metodología lean manufacturing y así mejorar la productividad del molino Synutre.

3.1.2. Diseño de investigación

Este trabajo es de diseño pre experimental, para (Ramos 2021) la variable independiente tiene un único nivel en este diseño experimental: experimentación, que acepta la participación del investigador. La variable dependiente necesita medirse con cierto tipo de instrumento en dos tiempos diferentes, como lo es el pre y post test. Por esta razón lean manufacturing es la variable independiente dado que está medirá a la variable dependiente productividad.

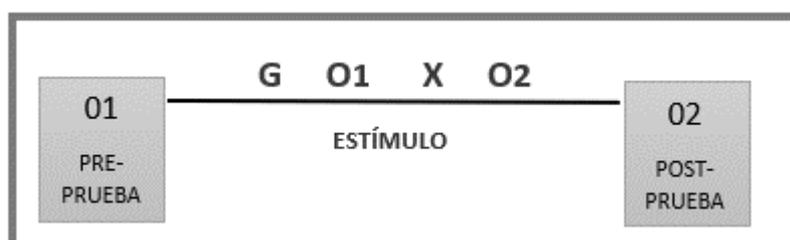


Figura 1: Tipo de investigación

Donde:

G = Molino Synutre

O1 = Productividad del Molino Synutre

O2 = Productividad del Molino Synutre después de aplicar herramientas lean manufacturing

X = Aplicación de herramientas lean manufacturing

3.2. Variables y Operacionalización

- Variable independiente “Lean manufacturing”

También conocida como manufactura esbelta o filosofía ágil. Es una combinación de muchos elementos, técnicas, aplicaciones y mejoras descubiertas durante las etapas de un trabajo específico. Se trata de una combinación de principios y métodos utilizados con el objetivo de lograr una evolución constante en las organizaciones mediante la anulación de residuos y desperdicios que se producen durante el proceso productivo [trad.] (Nassereddine y Wehbe 2018).

- Variable dependiente “Productividad”

Productividad se relaciona con el efecto de un proceso, puesto que, aumentar la productividad significa adquirir excelentes resultados teniendo en cuenta los medios utilizados para conseguirlos. La productividad permite medir la eficiencia de una persona, máquina, fábrica o sistema. Convierte las inversiones en productos útiles y está relacionada con los productos así como también los servicios manufacturados y los recursos utilizados para su producción. En síntesis, consiste en el vínculo de la salida del proceso y la entrada de los recursos utilizados [trad.] (Kiran 2020).

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

La población es el grupo de componentes, conocidos como sujetos, individuos y unidades ilustrativas, las cuales tienen ciertas características compartidas (Huaire et al. 2022).

En el presente trabajo de investigación, la población se conforma por los procesos en la producción para el alimento balanceado.

- Criterios de inclusión: Todas las actividades que formen parte de los periodos del proceso de producción.

- Criterio de exclusión: Las actividades que no estén dentro del proceso de producción.

3.3.2. Muestra

Cualquier investigación no estudiará a toda la población, sino a un subconjunto o muestra de la población definida por los objetivos (Arias, Villasís y Miranda 2016). Una muestra censal incluye el total de la población debido al número reducido de actividades menor a 30 (Rojas y Coromoto 2019).

La muestra es de acuerdo con la conveniencia del autor, ya que se tomarán todas las fases que participen en el proceso de producción del molino Synutre.

3.3.3. Muestreo

Tiene como propósito esencial determinar que segmento de la población necesita ser estudiado (Hernández y Carpio 2019).

No se lleva a cabo el proceso de muestreo, debido a que la muestra incluye a toda la población, es decir, abarca el 100% de ella.

3.3.4. Unidad de análisis

Es cada actividad del proceso productivo.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Se emplearon estudios previos, libros y publicaciones académicas con contenido de datos veraces y fiables sobre las herramientas lean, por ello se aplicaron los métodos y técnicas presentados en la siguiente tabla:

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

FASE DE ESTUDIO	FUENTES DE INFORMACION / INFORMANTES	TECNICAS	INSTRUMENTOS	TRATAMIENTO / PROCESO	RESULTADOS ESPERADOS
Analizar el estado actual del Molino Synutre.	Proceso productivo	Observación directa y análisis de procesos.	Cuestionario y guía de observación.	Levantamiento de información	Detección la problemática existente en el área productiva del molino.
Identificar las fases del proceso que generan la mayor cantidad de desechos.	Proceso productivo	Observación directa y análisis de procesos.	Diagrama de Ishikawa, matriz Vester, diagrama de Pareto y VSM.	Análisis de diagramas e interpretación	Los factores que están ocasionando la generación de desechos en las fases de trabajo dentro del proceso productivo.
Aplicación de las técnicas Lean manufacturing relacionadas con las fases del proceso que generan la mayor cantidad de desechos.	Investigaciones previas, artículos científicos y libros con contenido acerca de la aplicación de herramientas LM	Observación y evaluación a través de un pre-test y post-test.	Registros de supervisión de la metodología 5s y TPM	Aplicación de las herramientas lean manufacturing	Reducción de los desechos originados por el sistema de trabajo empleado y maquinarias defectuosas.
Análisis del nuevo índice de productividad luego de poner en prácticas las herramientas Lean.	Proceso productivo	Observación directa y análisis de procesos.	Ficha de registro para productividad mano de obra, productividad maquinaria y productividad multifactorial.	Análisis de interpretación	Análisis e interpretación de los resultados alcanzados.

3.5. Procedimientos

Para lograr el cumplimiento de nuestros objetivos específicos, se llevó a cabo las siguientes acciones:

Antes de comenzar la investigación, se pidió autorización al gerente del Molino Synutre, dando conocimiento de los objetivos de nuestra investigación y los beneficios que obtendrá el molino. Para lo cual, el señor acepto y nos brindó la autorización para realizar este trabajo de investigación, pasando luego a reunir información del molino ([Ver anexo](#)).

Para examinar el estado actual de la productividad del molino, se inició calculando la productividad del mes de febrero, especificando la producción en kg de maíz molido y alimentos balanceados como engorde y crecimiento ([Ver anexo](#) Tabla: Producción detallada del molino Synutre).

Para deducir los problemas de producción dentro de sus operaciones, primero se elaboró un cuestionario con preguntas abiertas acerca del estado del área de producción ([Ver anexo](#) Documento: Cuestionario), con la finalidad de saber la opinión de los trabajadores y con ello observar las ideas sobre las posibles causas del problema ([Ver anexo](#) Tabla: Hoja de observación del cuestionario). Posteriormente, utilizamos las ideas generadas para elaborar un diagrama de Ishikawa ([Ver anexo](#) Figura: Diagrama causa efecto), señalando como problema una baja productividad; después de ello, se generó la matriz de Métodos de factores ponderados para poder identificar las causas principales del problema, donde se consideró los siguientes pesos: 0 = no tiene relación, 1 = relación leve, 2 = relación mediana y por último 3 = relación fuerte, ([Ver anexo](#) Tabla: Matriz de Vester), determinando así los principales motivos de la baja productividad. También se elaboró el diagrama de Pareto con todo lo recopilado anteriormente ([Ver anexo](#) Figura: Diagrama de Pareto), permitiéndonos organizar las causas por orden de importancia, de la más relevante a la de menos relevancia. Para finalizar se elaboró el VSM ([Ver figura: VSM](#)) y así poder determinar acciones y definir que herramientas lean manufacturing aplicar.

En la aplicación de las herramientas lean manufacturing, se empezó aplicando una auditoria para saber el cumplimiento inicial de la metodología 5s en el área de producción del molino Synutre (Ver anexo Tabla: Auditoria 5s pre test). Para la metodología TPM, primero se llevó un registro del tiempo de fallas del molino y la mezcladora (Ver anexo Tabla 63 y Tabla 64) y con ello poder hacer la evaluación MTBF y MTTR inicial (Ver anexo Tabla 67 y Tabla 68) y así poder calcular la disponibilidad inicial de las maquinarias (Ver anexo Tabla 69).

Para la aplicación de cada S haciendo uso de fichas de evaluación. Para la primera S se clasificaron los elementos en el área de producción (Ver anexo Tabla 45), para la segunda S se ordenaron los objetos en el área de producción (Ver anexo Tabla 47), en cuanto a la tercera S se elaboró un cronograma de limpieza (Ver anexo Figura 26) y se evaluó el cumplimiento de la limpieza mediante una ficha de evaluación (Ver anexo Tabla 49), para la cuarta S estandarización, se realizó capacitaciones (Ver anexo Capacitaciones) y se calculó el cumplimiento mediante una ficha de evaluación (Ver anexo Tabla 50) y por último, para la última S se elaboró una auditoria para saber el cumplimiento final de la metodología 5s y se evaluó mediante una auditoria (Ver anexo Tabla: Auditoria 5s post test). Así mismo, para TPM, se elaboró una reunión con los trabajadores y se les capacitó en qué consistía la metodología (Ver anexo Figura 23) y se les mostró que acciones deberían tener para mejorar sus problemas (Ver anexo: Documento 9 y Documento 10). Posterior a ello nuevamente se evaluó el tiempo de fallas del molino y la mezcladora para el mes de junio (Ver anexo Tabla 76 y Tabla 77) y con ello se volvió a calcular la nueva disponibilidad de las maquinarias (Ver anexo Tabla: Disponibilidad post test de las maquinarias del molino Synutre).

Por último, se calculó la nueva productividad después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, empezando por la productividad mano de obra (Ver anexo), luego con la productividad maquinaria (Ver anexo) y para finalizar con la productividad multifactorial (Ver anexo).

3.6. Método de análisis de datos

La estadística descriptiva, se caracteriza por el comportamiento de los datos y los resultados se representaron en frecuencias, representaciones visuales y valores que indican la dirección o el patrón principal en los datos, para desarrollar la interpretación adecuada (Mayta y Salazar 2018).

Análisis estadístico de datos a nivel descriptivo: los antecedentes fueron recolectados utilizando los instrumentos propuestos tanto para las dos variables, la independiente “Lean Manufacturing” y la dependiente “Productividad”. Previo a la implementación, los datos obtenidos a través de métodos de control de calidad, tales como como el grafico de Pareto que fueron procesados para ser sometidos a un análisis e interpretación.

3.7. Aspectos éticos

Se deben considerar los aspectos que son claramente relevantes para cada estudiante o científico que va a realizar una investigación porque se encuentran ante el gran desafío de plantear un problema, enfrentarlo y encaminarlo de tal manera que pueda ser correctamente resuelto. En este sentido la responsabilidad moral, la ética personal y profesional juegan un papel importante en esto (Inguillay, Tercero y López 2019).

Según el artículo 9 del (CIP Perú 2018), El Código de Ética proporciona pautas y conceptos que tienen como objetivo orientar la conducta profesional de los Ingenieros en consideración a los objetivos altamente significativos de su campo laboral. Dicho código representa una herramienta de autocontrol que establece regulaciones tanto para la actuación profesional como personal de los Ingenieros, de manera que su desempeño se lleve a cabo en concordancia con los valores y principios que promueve el CIP.

También se tomó en consideración el código de ética de investigación propio de la UCV, el cual asegurar el bienestar, responsabilidad e integridad de los investigadores en la recopilación, manejo, procesamiento e interpretación de la información, así como en la elaboración del informe de investigación y la publicación de los hallazgos (Universidad César Vallejo 2020).

IV. RESULTADOS

4.1. Calcular la productividad actual

Las tablas a continuación exhiben las productividades mano de obra y maquinaria de alimentos que fueron generadas en el mes de febrero en el área de producción del molino ([Ver anexo](#)).

Tabla 2: Productividad mano de obra y maquinaria de maíz molido

SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA	PRODUCTIVIDAD MAQUINARIA
Semana 1	109	1.160	2.319
Semana 2	111	1.156	2.313
Semana 3	108	1.149	2.298
Semana 4	103	1.144	2.289
Promedio		1.152	2.305

Fuente: [Tabla 30](#) – [Tabla 33](#)

Interpretación: En la tabla 2, se observa las productividades actuales para el maíz molido en el Molino Synutre, obteniendo una productividad mano de obra de 1.152 sacos/horas hombre en promedio al mes y una productividad maquinaria de 2.305 sacos/horas máquina en promedio al mes.

Tabla 3: Productividad mano de obra y maquinaria de alimento engorde

SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA	PRODUCTIVIDAD MAQUINARIA
Semana 1	74	1.574	1.574
Semana 2	52	1.083	1.083
Semana 3	62	1.319	1.319
Semana 4	62	1.378	1.378
Promedio		1.339	1.339

Fuente: [Tabla 31](#) – [Tabla 34](#)

Interpretación: En la tabla 3, se aprecia las productividades actuales para alimento engorde, obteniendo una productividad MO de 1.339 sacos/horas hombre en promedio al mes y una productividad maquinaria de 1.339 sacos/horas máquina en promedio al mes.

Tabla 4: Productividad mano de obra y maquinaria de alimento crecimiento

SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA	PRODUCTIVIDAD MAQUINARIA
Semana 1	62	1.319	1.319
Semana 2	76	1.583	1.583
Semana 3	56	1.191	1.191
Semana 4	48	1.067	1.067
Promedio		1.290	1.290

Fuente: [Tabla 32](#) – [Tabla 35](#)

Interpretación: En la tabla 4, se observa las productividades actuales para alimento crecimiento, obteniendo una productividad MO de 1.290 sacos/horas hombre en promedio al mes y una productividad maquinaria de 1.290 sacos/horas máquina en promedio al mes.

Tabla 5: Productividad multifactorial del molino Synutre - Pre test

Febrero 2023	Productividad multifactorial
Semana 1	1.121
Semana 2	1.124
Semana 3	1.119
Semana 4	1.071
Promedio	1.11

Fuente: [Tabla 36](#) – [Tabla 37](#) – [Tabla 38](#)

Interpretación: En la tabla anterior, se observar la productividad multifactorial inicial, la cual fue 1,11 en promedio al mes. Esto indica que la empresa por cada S/.1.00 invertido tiene un margen de ganancia de S/.0.11.

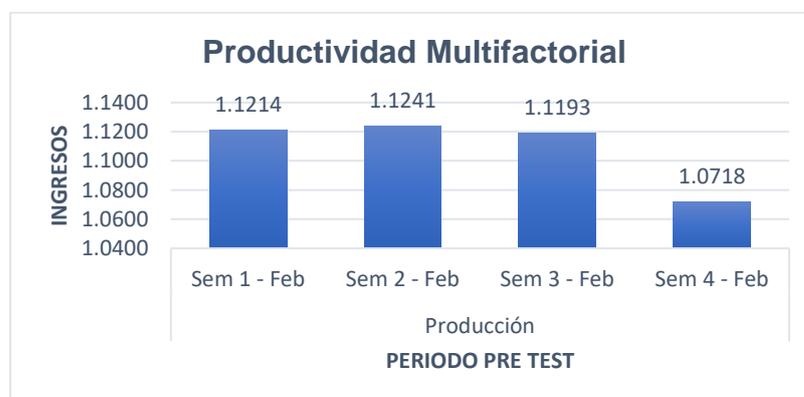


Figura 2: Tendencia de la productividad multifactorial inicial del mes de febrero

Interpretación: Se muestra la tendencia de la productividad Multifactorial durante la etapa inicial, la cual obtuvo su pico más bajo en la semana 4 del mes de febrero, con un 1.07.

4.2. Problemas de producción dentro de sus operaciones

Para el cumplimiento de este objetivo, a continuación, se muestra la siguiente tabla detallando el valor de influencia de las causas que contribuyen a la disminución de la productividad.

Tabla 6: Valor de influencia de las causas que disminuyen la productividad

N°	CAUSAS	Valor	% de orden	% acumu.
1	Falta de capacitación al personal	26	13.83%	13.83%
2	Falta de mantenimiento de las maquinas	18	9.57%	23.40%
3	Procesos no estandarizados	17	9.04%	32.45%
4	Desorden en el área de producción	16	8.51%	40.96%
5	Falta de limpieza	15	7.98%	48.94%
6	Máquinas sucias	14	7.45%	56.38%
7	Falta de organización en las actividades	14	7.45%	63.83%
8	Tiempo ocio en sus actividades	13	6.91%	70.74%
9	No limpian ni ordenan sus áreas	13	6.91%	77.66%
10	Maquinarias con fallas	11	5.85%	83.51%
11	Desperdicios de insumos	11	5.85%	89.36%
12	Retrasos de tiempo al encontrar los insumos	11	5.85%	95.21%
13	Insumos desordenados	9	4.79%	100.00%
Total		188	100.00%	

Fuente: *Matriz de métodos de factores ponderados*

Interpretación: En la tabla previa se presentan las causas identificadas ordenadas de mayor a menor importancia en el Molino Synutre, posteriormente se creó un diagrama de Pareto para visualizar los resultados, en donde fue posible identificar las causas más relevantes como falta de capacitación al personal con 13.83%, máquinas sin mantenimiento con 9.57%, procesos no estandarizados con 9.04% y desorden en el área de producción con 8.51% ([Ver anexo](#)).

Value Stream Mapping Actual (VSM)

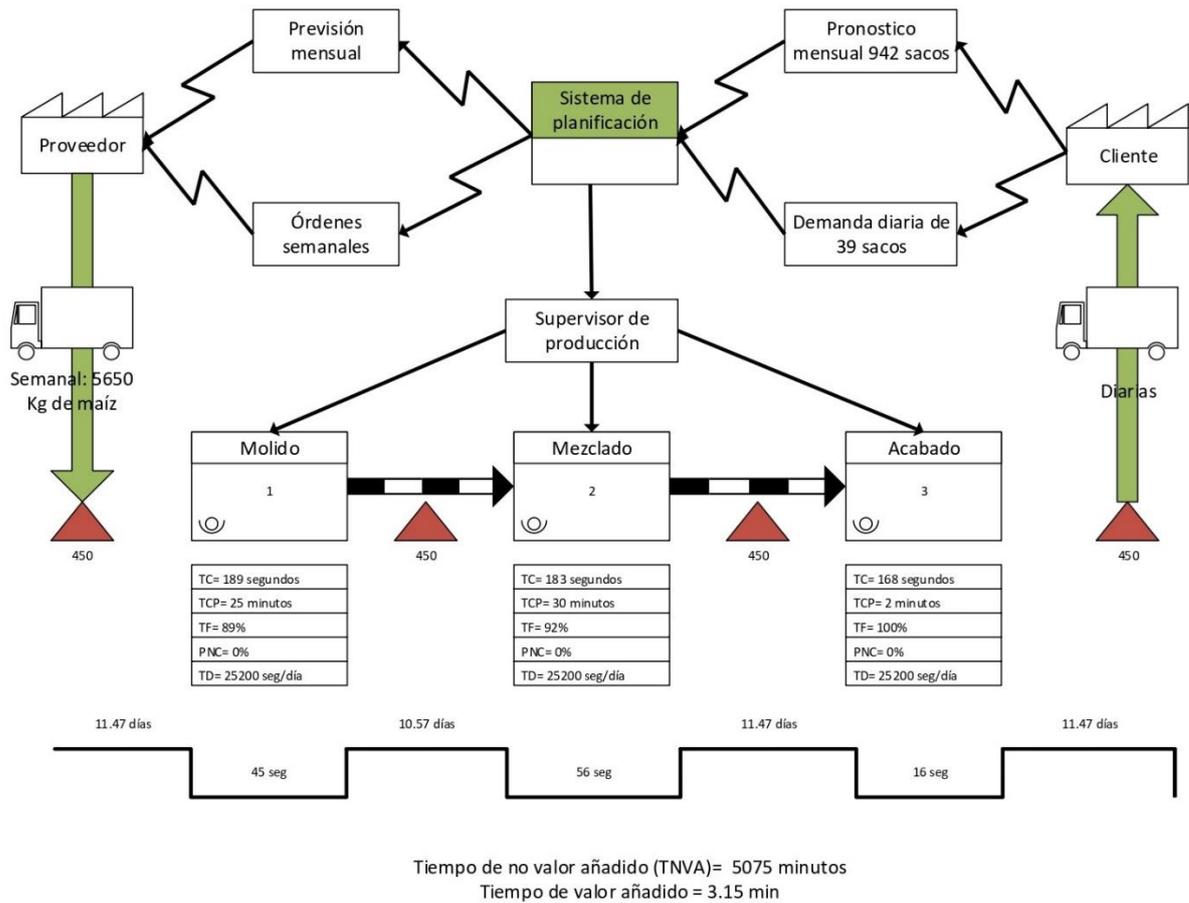


Figura 3: Value Stream Mapping actual

Fuente: *Métricas del proceso VSM*

Interpretación: En la figura 3, muestra los procesos de producción en el molino Synutre, dando como tiempo de no valor añadido (TNVA) de 5075 minutos y de tiempo de valor añadido de 3.15 min; así mismo, se obtuvo un takt time de 642.038 seg/und, siendo superior al tiempo de ciclo (TC) de los 3 procesos.

Tabla 7: Plan de acción y herramientas lean a aplicar

Proceso	Métrica	VSM Actual	Plan de acción	Herramienta
Molido	Tiempo de preparación y % de la máquina	25 min y 89%	Reducir tiempo de producción y mejorar % de disponibilidad de maquinarias.	5s y TPM
Mezclado		30 min y 91%		

4.3. Aplicar herramientas lean manufacturing

METODOLOGÍA 5S

Se llevó a cabo una evaluación inicial de la metodología 5S en el área de producción del molino Synutre, para saber el porcentaje de cumplimiento de cada S.

Tabla 8: Cumplimiento inicial de la metodología 5s

Auditaría pre test			
Dimensión	Puntuación obtenida	Puntuación esperada	Porcentaje
Clasificación	4	20	20%
Orden	5	20	25%
Limpieza	4	20	20%
Estandarización	3	20	15%
Disciplina	3	20	15%
TOTAL	19	100	19%

Fuente: *Auditoría 5s pre test*

Interpretación: En el cuadro mostrado se puede constatar que el Molino Synutre presenta un nivel de cumplimiento bajo de la metodología 5s, alcanzando un porcentaje de 19%, en donde la primera S “clasificación” su porcentaje fue 20% de cumplimiento, demostrando que existe objetos que no son necesarios en el área de producción. En la segunda S “orden” alcanzo 25% de cumplimiento, lo cual significa que carecen de organización en el área, de la misma manera en la tercera S “limpieza” obtuvo un porcentaje de 20% demostrando desorden y desperdicios en el área. Por último, las dos últimas S “estandarización” y “disciplina” alcanzaron ambos 15% de cumplimiento, indicando así que los empleados no están comprometidos en cumplir adecuadamente sus actividades.

Aplicación 5s

1s, Clasificación

Para la primera s, se utilizó las tarjetas rojas ([Ver anexo](#) Figura: Uso de las tarjetas rojas) con la finalidad de clasificar los materiales innecesarios en el área de producción. A continuación, se presenta un listado de los 286 elementos que han sido evaluados, de los cuales 155 son incensarios.

Tabla 9: Clasificación de objetos

Tipo de objeto	Cantidad
Objeto en exceso	157
Necesario	123
Malgrado	1
Dañado	5
Total	286

Fuente: [Tabla 45](#)

De acuerdo con los datos obtenidos, se aplicó a la formula del cumplimiento de clasificación.

$$\text{Clasificación} = \frac{\text{Total de objetos innecesarios}}{\text{Total de objetos existentes}}$$

$$\text{Clasificación} = \frac{155}{286} \times 100$$

$$\text{Clasificación} = 54.20\%$$

Fuente: [Ficha de evaluación clasificación](#)

Interpretación: De todos los objetos presentes en el área de producción del molino Synutre, el 54.20% correspondía a elementos innecesarios, los cuales fueron eliminados o descartados. Por otro lado, el 45.80% restante eran elementos necesarios que fueron reubicados dentro del área de producción.

2s, Orden

En esta segunda etapa se realizó la reorganización de los objetos del área de producción, teniendo en cuenta en la frecuencia de uso de cada objeto y la decisión a tomar para su ubicación, donde se lograron ordenar 123 objetos.

Tabla 10: Frecuencia de uso y ubicaciones de los elementos en el área de producción del molino Synutre

Frecuencia de uso	Ubicación	N°
Varias veces al día	Colocar cerca a la persona	86
Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes	1
Varias veces a la semana	Colocar cercano al área de trabajo	36
TOTAL		123

Fuente: *Tabla 47*

De acuerdo con los datos obtenidos, se aplicó a la fórmula del cumplimiento de orden.

$$\text{Orden} = \frac{\text{Total de objetos ordenados}}{\text{Total de objetos existentes}}$$

$$\text{Orden} = \frac{123}{286} \times 100$$

$$\text{Orden} = 43\%$$

Fuente: *Ficha de evaluación orden*

Interpretación: Se logró ordenar el 43% de todos los objetos existentes en el área de producción y se eliminó el 56% de objetos que no es de uso en el área de producción del molino Synutre.

3s, Limpieza

Para esta etapa, se llevó a cabo una colaboración conjunta entre los trabajadores del área. Ellos se organizaron y llevaron a cabo una minuciosa limpieza durante 15 minutos antes de comenzar sus tareas diarias; así

mismo, se designaron responsables para llevar a cabo las limpiezas todos los días, para lo cual se elaboró el cronograma de limpieza el cual se mantuvo durante todo el período de investigación ([Ver anexo](#)).

Tabla 11: Limpiezas ejecutadas en el área de producción

Semanas	Limpiezas ejecutadas	Limpiezas totales esperadas
1	5	6
2	6	6
3	6	6
4	5	6
TOTAL	22	24

Fuente: [Ficha de evaluación limpieza](#)

Interpretación: Se puede observar que en la primera semana y la cuarta se ejecutaron 5 de las 6 limpiezas esperadas, y la segunda y tercera semana se ejecutaron las limpiezas al 100%; dando como total 22 limpiezas ejecutadas de las 24 programadas.

Así mismo, con los datos obtenidos, se aplicó la fórmula del cumplimiento de limpieza.

$$\text{Limpieza} = \frac{\text{Programas de limpieza ejecutados}}{\text{Total de programas de limpieza}}$$

$$\text{Limpieza} = \frac{22}{24} \times 100$$

$$\text{Limpieza} = 92\%$$

Interpretación: Después de implementar la tercera S en el área de producción se obtuvo un porcentaje del 92% de limpiezas completadas, mientras que el 6% restante no se llevaron a cabo, lo que indica que aún es necesario seguir trabajando para alcanzar el 100% de todas las limpiezas programadas.

4s, Estandarizar

Esta cuarta S, tiene como principal objetivo mantener activas las 3 primeras S, para lo cual se desarrolló un programa de cuatro capacitaciones ([Ver](#)

anexo), que se implementaron de manera virtual mediante el uso de la plataforma Zoom, en horarios fuera de la jornada laboral y según lo alcanzado se plasma en la fórmula para el cumplimiento de la estandarización.

$$\text{Estandarización} = \frac{\text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Capacitaciones programadas}}$$

$$\text{Estandarización} = \frac{4}{4} \times 100$$

$$\text{Estandarización} = 100\%$$

Fuente: *Ficha de evaluación estandarización*

Interpretación: Se cumplieron las 4 capacitaciones dadas a los trabajadores del área de producción del molino Synutre, dando un 100% perteneciente a la estandarización de la cuarta S.

5s, Disciplina

Una vez que se completó la implementación de las 5S en el área de producción, se llevó a cabo una última auditoria final, para evaluar el cumplimiento de las 5S en el área de producción del molino Synutre.

Tabla 12: *Resumen de auditoria final*

Auditoria final	
Puntaje alcanzado	90
Puntaje esperado	100

Fuente: *Ficha de evaluación disciplina*

con los datos obtenidos, se aplicó la fórmula del cumplimiento de disciplina en el área de producción del molino.

$$\text{Disciplina} = \frac{\text{Puntaje obtenido en la auditoria}}{\text{Puntaje total de auditoria}}$$

$$\text{Disciplina} = \frac{90}{100} \times 100$$

$$\text{Disciplina} = 90\%$$

Interpretación: Se logro alcanzar un nivel de cumplimiento de la metodología 5s en 90%, lo cual representa un notable incremento en comparación con el cumplimiento inicial encontrado de 19%.

Tabla 13: Cumplimiento final de la metodología 5s

Auditoría post test			
Dimensión	Puntuación obtenida	Puntuación esperada	Porcentaje
Clasificación	17	20	85%
Orden	18	20	90%
Limpieza	17	20	85%
Estandarización	19	20	95%
Disciplina	19	20	95%
TOTAL	90	100	90%

Fuente: Auditoría 5s post test

Interpretación: Después de implementar y dar seguimiento a la metodología 5S, se logró alcanzar una puntuación de la suma de todas las 5S de 90 siendo el valor esperado de 100, lo cual da un cumplimiento final del 90%.

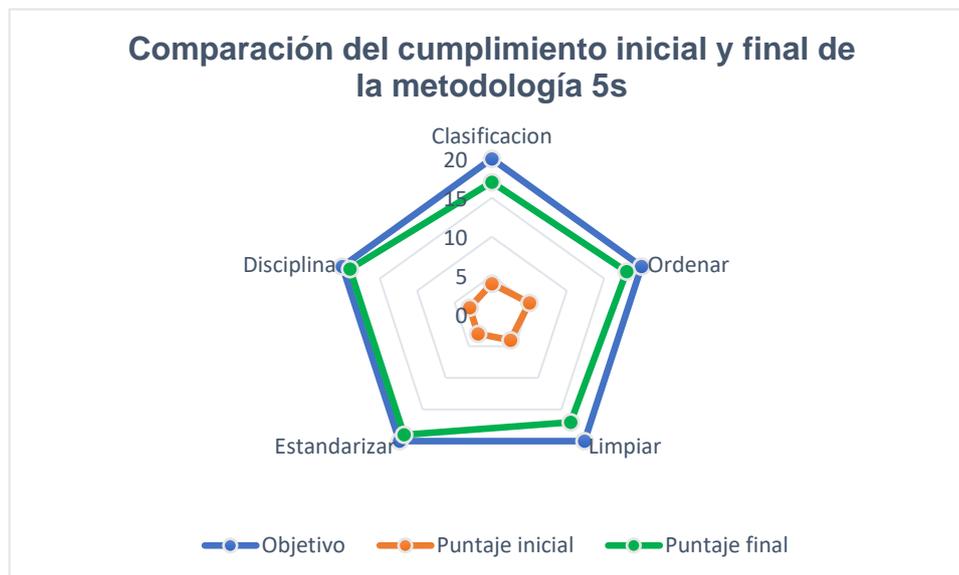


Figura 4: Comparación del cumplimiento inicial y final de la metodología 5s en el área de producción del molino Synutre

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se pudo apreciar una mejora significativa en el cumplimiento de las 5S en comparación con el cumplimiento inicial, lo cual indica el compromiso de todos los trabajadores en adquirir una mejora y nuevos hábitos en el área de trabajo y así seguir mejorando para alcanzar un 100% de cumplimiento.

METODOLOGÍA TPM (Pre test)

Para dar inicio a la aplicación de esta metodología, primero se evaluó las condiciones iniciales de las dos maquinarias más importantes como lo son el molino y la mezcladora. La evaluación se calificó por categorías con un puntaje de 0 a 5, donde la calificación máxima esperada es de 105 por cada máquina.

Tabla 14: Calificación inicial del molino y la mezcladora

MÁQUINA	CALIFICACIÓN POR CATEGORÍA					CALIFICACIÓN TOTAL
	General	Eléctrica	Lubricación	Lugar de trabajo	Control	
Molino	10	4	6	15	1	36
Mezcladora	9	5	5	15	1	35

Fuente: [Tabla 55](#) – [Tabla 56](#)

Interpretación: En la tabla mostrada se puede observar un bajo puntaje de calificación hacia las dos maquinarias debido a que el molino Synutre no consta de un buen mantenimiento ni cuidado por parte del personal hacia sus maquinarias, por ello existen varias razones por las cuales obtuvieron esas bajas calificaciones (Ver anexo: [Tabla 57](#) – [Tabla 58](#)).

Mantenimiento autónomo

Se realizó un seguimiento de las interrupciones en el funcionamiento de las máquinas en el lapso de 4 semanas del mes de febrero y se elaboró un registro detallado de los tiempos y los días en que ocurrieron las fallas del molino y la mezcladora, donde a continuación se presenta el resumen de las fallas de ambas máquinas.

Tabla 15: Resumen de las fallas de las maquinarias - febrero

Maquinaria	N° fallas
Molino	13
Mezcladora	11
Total	24

Fuente: [Tabla 63](#) – [Tabla 64](#)

Interpretación: Se observa en la tabla mostrada que existió un total de 24 fallas en el mes de febrero por parte de las dos máquinas más importantes en el área de producción del molino Synutre; siendo el molino el que más fallas presentó con 13 y la mezcladora con 11 fallas. Así mismo, se presentó los signos para detectar las averías de ambas máquinas (Ver anexo: [Tabla 65](#) – [Tabla 66](#)).

Disponibilidad de las maquinarias

Se llevó a cabo una evaluación de disponibilidad de las maquinarias molino y mezcladora en el lapso de 4 semanas del mes de febrero del año 2023 ([Ver anexo](#)).

Tabla 16: Disponibilidad de la maquinaria pre test

DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA			
MÁQUINA	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
Molino	31.50	3.50	93%
Mezcladora	21.00	2.25	95%

Fuente: [Tabla 67](#) – [Tabla 68](#) – [Tabla 69](#)

Interpretación: Se aprecia en la tabla mostrada que el molino presenta en promedio 31.50 horas por cada falla de averías presentada y la mezcladora de 21 horas por cada falla de averías. Para MTTR se aprecia que el molino presenta en promedio 3.50 horas de tiempo de reparación por cada falla y la mezcladora de 2.25. Por último, la disponibilidad del molino es de un 93% y de la mezcladora de 95%.

METODOLOGIA TPM (Post test)

Mantenimiento autónomo

Se realizó un nuevo seguimiento de las interrupciones en el funcionamiento de las máquinas, este registro incluyó información sobre la duración de cada falla, el día en que ocurrió y la cantidad total de fallas registradas. A continuación, se muestra la siguiente tabla resumen del número de fallas registradas para el mes de junio.

Tabla 17: Resumen de las fallas de la maquinaria - junio

MAQUINARIA	N° DE FALLAS		DISMINUCIÓN DE FALLAS
	Febrero	Junio	
Molino	13	5	8
Mezcladora	11	4	7
TOTAL			15

Fuente: [Tabla 76](#) – [Tabla 77](#)

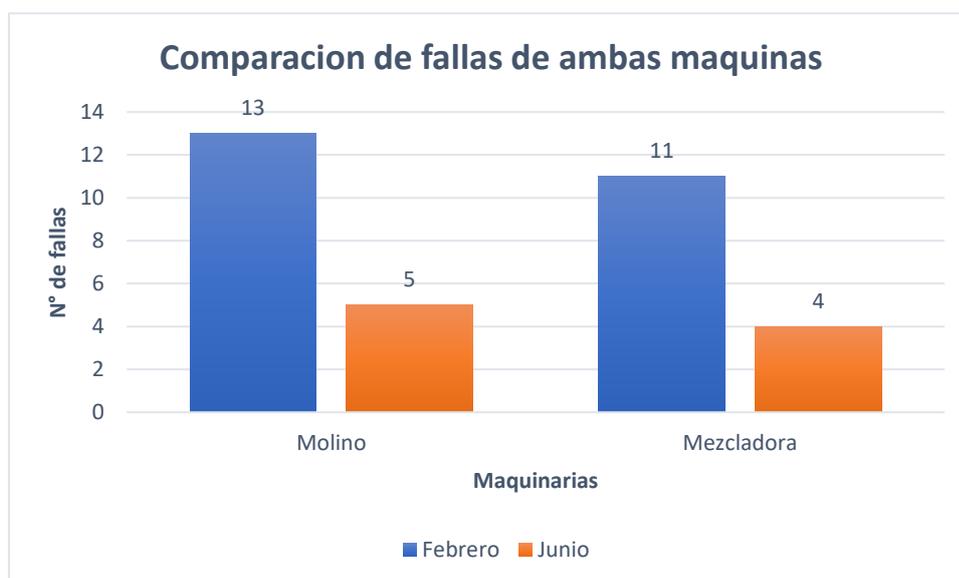


Figura 5: Comparación de fallas iniciales y finales para ambas maquinas

Interpretación: Se observa en el gráfico que hay una reducción en el número de fallas en el molino, disminuyendo de 13 fallas a 5, lo que representa una disminución de 8 fallas entre febrero y junio. De manera similar, en la mezcladora las fallas disminuyeron de 11 a 4, lo que representa una disminución de 7 fallas entre febrero y junio.

A continuación, se muestra el porcentaje de disminución de fallas en comparación del pre y post test del mantenimiento autónomo.

$$\% \text{ de disminución de fallas} = \frac{\text{Disminución de fallas} * 100}{\text{N}^\circ \text{ de fallas de febrero}}$$

$$\% \text{ de disminución de fallas} = \frac{15 * 100}{24}$$

$$\% \text{ de disminución de fallas} = 63\%$$

Disponibilidad de las maquinarias

Después de implementar el mantenimiento autónomo, se evaluó la nueva disponibilidad de las maquinarias para las 4 semanas del mes de junio.

Tabla 18: Disponibilidad de la maquinaria post test

DISPONIBILIDAD			
MÁQUINA	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
MOLINO	41.32	0.71	98%
MEZCLADORA	47.27	0.48	99%

Fuente: [Tabla 78](#) – [Tabla 79](#) – [Tabla 80](#)

Interpretación: El molino presenta en promedio 41.32 horas por cada falla de averías presentada y la mezcladora de 47.27. Para MTTR se aprecia que el molino presenta en promedio 0.71 horas de tiempo de reparación por cada falla y la mezcladora de 0.48. Por último, se logró aumentar la disponibilidad del molino a 98% y de la mezcladora a 99%.

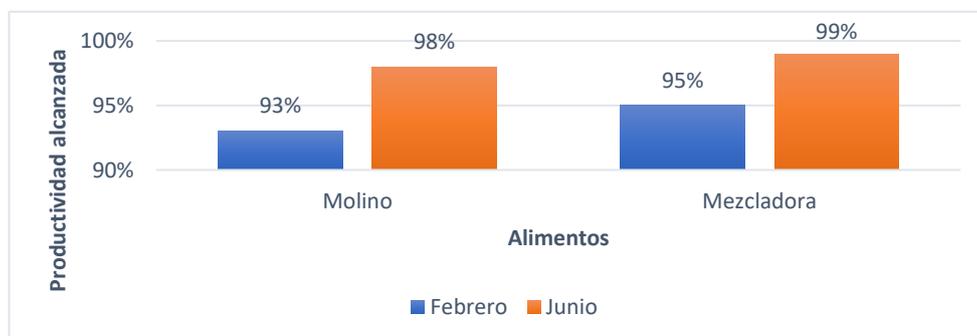


Figura 6: Comparación de la disponibilidad inicial y final de las dos maquinarias del molino Synutre

Interpretación: Se observa una mejora en cuanto a la disponibilidad de ambas maquinarias en comparación del mes anterior, lo cual indica que el mantenimiento autónomo logro mejorar el porcentaje de disponibilidad de la mezcladora y del molino.

4.4. Productividad alcanzada luego de la aplicación Lean manufactruing

A continuación, en las siguientes tablas se muestran las productividades mano de obra y maquinaria de alimentos que fueron generadas en el lapso de las 4 semanas del mes de junio en el área de producción del molino Synutre.

Tabla 19: Productividad post test mano de obra y maquinaria de maíz molido

SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA	PRODUCTIVIDAD MAQUINARIA
Semana 1	148	1.558	3.083
Semana 2	157	1.635	3.271
Semana 3	155	1.615	3.298
Semana 4	149	1.558	3.104
Promedio		1.598	3.189

Fuente: [Tabla 81](#) – [Tabla 84](#)

Interpretación: Se observa las productividades alcanzadas para el mes de junio de la producción de maíz molido, obteniendo una productividad mano de obra de 1.598 sacos/horas hombre en promedio al mes y una productividad maquinaria de 3.189 sacos/horas maquina en promedio.

Tabla 20: Productividad post tes de mano de obra y maquinaria de alimento engorde

SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA	PRODUCTIVIDAD MAQUINARIA
Semana 1	94	1.958	1.958
Semana 2	71	1.479	1.479
Semana 3	79	1.681	1.681
Semana 4	85	1.771	1.771
Promedio		1.722	1.722

Fuente: [Tabla 82](#) – [Tabla 85](#)

Interpretación: Para el mes de junio se logró obtener una productividad mano de obra de 1.722 sacos/horas hombre en promedio al mes de alimento engorde y también se alcanzó una productividad maquinaria de 1.722 sacos/horas maquina en promedio al mes.

Tabla 21: Productividad post test de mano de obra y maquinaria de alimento crecimiento

SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA	PRODUCTIVIDAD MAQUINARIA
Semana 1	84	1.750	1.750
Semana 2	92	1.917	1.917
Semana 3	78	1.660	1.660
Semana 4	70	1.458	1.458
Promedio		1.696	1.696

Fuente: [Tabla 83](#) – [Tabla 86](#)

Interpretación: El molino Synutre logró una productividad MO de 1.696 sacos/horas hombre en promedio de alimento crecimiento y también se alcanzó una productividad maquinaria de 1.696 sacos/horas maquina en promedio al mes.

Tabla 22: Productividad multifactorial del molino Synutre - post test

Junio 2023	Productividad multifactorial
Semana 1	1.489
Semana 2	1.479
Semana 3	1.524
Semana 4	1.516
Promedio	1.50

Fuente: [Tabla 87](#) – [Tabla 88](#) – [Tabla 89](#)

Interpretación: Se observar la productividad multifactorial post test, la cual fue 1,50 en promedio. Esto indica que la empresa por cada S/.1.00 invertido tiene un margen de ganancia de S/.0.50, en las 4 semanas.

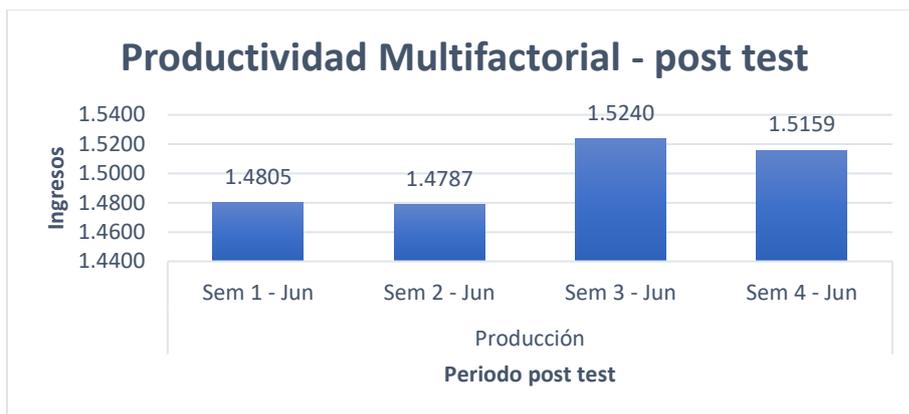


Figura 7: Tendencia semanal de la productividad multifactorial final del mes de junio.

Interpretación: Se muestra la tendencia de la productividad Multifactorial en el post test. Teniendo su pico más alto en la semana 3 de junio, con un 1.52. Mientras en la semana 2 tuvo su pico más bajo con 1.48.



Figura 8: Comparación de la productividad mano de obra inicial y final de los tres alimentos

Interpretación: De los 3 alimentos, el de mejor productividad mano de obra es engorde donde obtuvo una productividad MO final de 1.72 sacos/horas hombre en promedio al mes, siendo un aumento importante a comparación de su productividad mano de obra inicial.



Figura 9: Comparación de la productividad maquinaria inicial y final de los tres alimentos

Interpretación: El alimento de mejor productividad maquinaria es maíz molido obteniendo una productividad final de 3.189 sacos/horas maquina en promedio al mes, siendo un aumento importante a comparación de su productividad maquinaria inicial del mes de febrero.

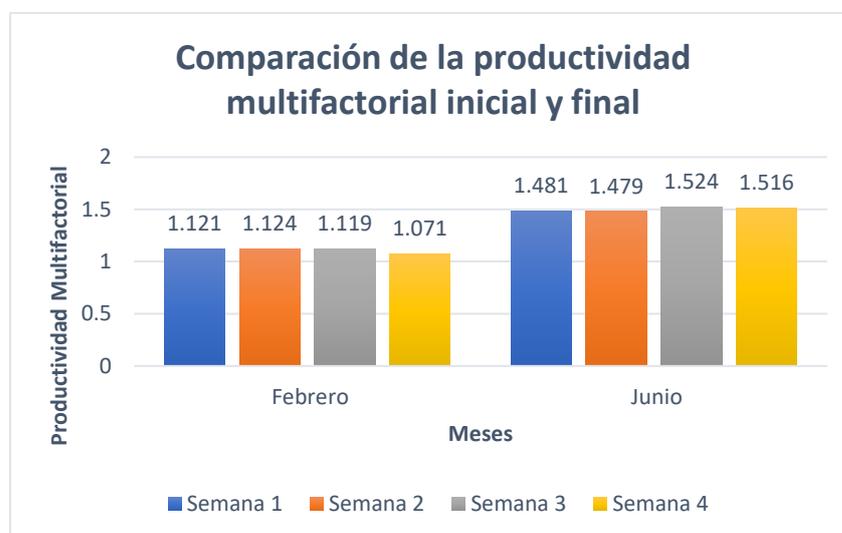


Figura 10: Comparación de la productividad multifactorial inicial y final por semana de cada mes

Fuente: [Tabla 5](#) – [Tabla 22](#)

Interpretación: Se observa claramente un aumento de la productividad multifactorial en comparación con ambos meses, donde las 4 semanas del mes de junio se obtuvo una mejor productividad para el molino Synutre.

A continuación, se muestra el porcentaje de variación de la productividad multifactorial del molino Synutre.

$$\% \text{ de variación de la P. Mul.} = \frac{\text{Productividad final} - \text{Productividad inicial}}{\text{Productividad inicial}}$$

$$\% \text{ de variación de la P. Mult.} = \frac{1.50 - 1.11}{1.11} * 100$$

$$\% \text{ de variación de la P. Mult.} = \mathbf{35.14\%}$$

Interpretación: Se puede observar en la ecuación un porcentaje de variación del 35.14%, demostrando así un aumento en la productividad multifactorial del molino Synutre.

V. DISCUSIÓN

Los resultados alcanzados luego de aplicar las herramientas de Lean manufacturing revelan mejoras significativas. Esto quedó evidenciado al calcular la productividad multifactorial, la cual experimentó un incremento del 35.14%. Al comparar los resultados con los hallazgos de (Meza y Rodriguez 2021), se constata que mediante la aplicación de las herramientas de lean manufacturing se logró un incremento en la productividad multifactorial en un 23.30%; siendo nuestro resultado superior en comparación con el autor ya mencionado. Al respecto (Muñoz, Zapata y Medina 2022), mencionan que a través de la mejora de la productividad, las empresas están abordando temas como la reducción de costos y el aumento de la calidad de sus productos.

El primer objetivo específico de este trabajo de investigación es examinar el estado actual de la productividad del molino Synutre, para obtener esta información se examinaron los registros de producción proporcionados por el gerente, de los 3 productos finales y con ello poder calcular la productividad actual, en donde la productividad multifactorial del mes de febrero fue de 1.11 en promedio. Esta productividad multifactorial fue inferior a los hallazgos identificados por (Cerna y Huaca 2022) quienes obtuvieron una productividad multifactorial inicial de 1.24 en promedio en un mes.

Así mismo, obtuvimos como resultado de productividad MO (Mano de Obra) inicial de 1.160 en promedio al día para maíz chancado y de alimento balanceado engorde y crecimiento de 1.339 y 1.290 en promedio al día respectivamente, los cuales fueron inferiores a los resultados encontrados por (Calderon y Chavez 2020), quienes obtuvieron productividad de MO inicial de maíz molido de 2.27 en promedio al día y su productividad MO inicial de alimentos balanceados de 6.79 en promedio al día. Al respecto (Chernopyatov 2018) menciona que productividad MO es un factor de gran relevancia que se emplea para valorar el desempeño de los empleados, reflejando la medida de producción generada por cada trabajador durante un intervalo específico.

En cuanto a nuestro segundo objetivo específico el cual es encontrar los problemas de producción dentro de sus operaciones, se emplearon

herramientas de calidad como diagrama de Ishikawa, matriz de Vester y diagrama de Pareto, los cuales nos ayudaron a encontrar los problemas actuales del molino Synutre. En concordancia, el investigador (Fernandez 2020), utilizó las mismas herramientas, demostrando que fue posible encontrar las causas del problema actual presentado en su molino de estudio, siendo así estas herramientas fundamentales para el inicio de la búsqueda de problemáticas en empresas.

Así mismo, se realizó el mapa flujo de valor (VSM), siendo esta una herramienta importante al momento de hablar de lean manufacturing, con esta herramienta se analizó los procesos del molino Synutre, en donde se logró conocer que el tiempo de valor no agregado fue de 5075 minutos, el tiempo de valor agregado fue de 3.15 minutos y un takt time de 642.038 seg/und, logrando así con estos resultados ver los problemas a solucionar y las herramientas lean manufacturing a usar. Por otro lado, los resultados encontrados por (Jara 2022) son inferiores, obteniendo como resultado en su evaluación de VSM un valor no agregado de 955.2 minutos, un tiempo de valor agregado de 1.46 minutos y por último un takt time de 14.4 seg/und. Al respecto (Socconini 2019), menciona que VSM se basa en una representación gráfica de los elementos que componen el producto, lo cual facilita la identificación y visualización precisa de las áreas donde se agrega valor y aquellas donde se generan desperdicios.

Con respecto a nuestro tercer objetivo específico el cual es implementar las herramientas Lean manufacturing, se implementó la metodología 5s con el propósito de crear ambientes más ordenados y así disminuir los tiempos de operación, primeramente, se llevó a cabo una auditoría interna para evaluar el grado de cumplimiento inicial, en donde el resultado pre test de la auditoría se obtuvo 19%. Posteriormente, tras implementar la metodología 5s en el área de producción del molino Synutre, se logró alcanzar un puntaje de cumplimiento final del 90% en el mes de junio, demostrando que hubo un aumento en el valor porcentual de cumplimiento de la metodología en un 69%, dichos resultados son mayores en comparación al porcentaje encontrado por los autores (Chuquitucto y Salazar 2018), quienes implementaron 5s en su molino y como resultado de cumplimiento inicial fue de 25%, y luego de la aplicación

obtuvieron un porcentaje de 65% de cumplimiento final; aumentando así un 40% de cumplimiento en comparación con su inicial. Así mismo, (Salgado y Salgado 2019), nos dice que la metodología 5S es una herramienta utilizada para implementar principios de organización y limpieza en entornos laborales, con el objetivo de minimizar el desperdicio y lograr mejorar la productividad de las empresas.

También se aplicó la metodología TPM, para realizar una mejora en la productividad del área de producción e incrementar la disponibilidad de las maquinarias como el molino y la mezcladora; primeramente, se evaluó el mantenimiento autónomo, donde se registró un total de 13 fallas para el molino y 11 fallas para la mezcladora, dando una suma general de 24 fallas en el mes de febrero para ambas máquinas. Luego de aplicar el mantenimiento autónomo nuevamente se realizó un registro post test donde el número de fallas para ambas maquinarias fue un total de 9, demostrando así una disminución porcentual de fallos del 63% al momento de que las máquinas se encuentran trabajando; estos resultados fueron inferiores a los encontrados por los investigadores (Rojas y Villareal 2022), quienes también realizaron un registro de fallas iniciales de sus maquinarias y les da un total de 24 fallas en su mes de evaluación y después de aplicar el mantenimiento autónomo, registraron un total de 7 fallas en el último mes de evaluación, logrando así un porcentaje de disminución de fallas de 71%. Para (Duques, Gomes y Sarmanho 2019) el enfoque del mantenimiento autónomo se centra en evaluar el estado de las maquinarias, con el propósito de potenciar las aptitudes o competencias de los empleados que operan las máquinas a lo largo de todo el turno de producción.

Así mismo, en cuanto la evaluación de disponibilidad inicial de ambas máquinas, las cuales dieron como resultado un porcentaje promedio de disponibilidad de 93% en promedio al mes para el molino y de 95% en promedio al mes para la mezcladora. Después de aplicar el mantenimiento autónomo se logró mejorar la disponibilidad mecánica del molino y la mezcladora a un 98% y 99% respectivamente; siendo estos resultados inferiores a los encontrados por el investigador (Solís 2021), el cual mejoró la disponibilidad mecánica de sus máquinas de 90% a 97%, demostrando así la importancia de la aplicación

de la metodología TPM. Así mismo, (Rajadell 2021) nos dice que TPM garantiza que la maquinaria de fabricación este siempre en óptimas condiciones y funcione de acuerdo a las normas de calidad en la duración del ciclo adecuado, asegurando así que cada máquina esté lista para comenzar a trabajar en cualquier momento.

El cuarto objetivo específico es analizar la nueva productividad post aplicación de las herramientas lean. Empezando por la productividad MO de maíz molido, engorde y crecimiento que fueron de 1.598; 1.722 y 1.696 sacos/ hh respectivamente; en cuanto a la productividad maquinaria de maíz molido, engorde y crecimiento fueron de 3.189; 1.722 y 1.696 sacos/h. maquina respectivamente, siendo estas superiores a la productividad MO y maquinaria inicial que se calculó. Así mismo se calculó la nueva productividad multifactorial la cual fue de 1.50, demostrando un incremento, puesto que antes de la mejora era de 1.11; logrando así una mejora de 35.13%.

Nuestros resultados finales fueron superiores a los resultados obtenidos por (Hernandez y Rios 2022), quienes antes de su implementación su productividad MO fue de 3.12 kg/hh y su productividad maquinaria de 254.97 kg/horas maquina; y después de la mejora alcanzo un aumento de 3.47 und/hh y 289.16 und/ horas maquina respectivamente. Así mismo, obtuvo una productividad multifactorial inicial de 1.93; y después de la mejora logro 2.24; logrando una mejora de 16.1%. Al respecto, (Mahbub et al. 2021) menciona que, alcanzar un incremento de la productividad puede conducir a mayores ganancias y beneficios para una organización.

VI. CONCLUSIONES

1. En relación al primer objetivo específico, consistió en evaluar la productividad actual, empezando por la productividad MO en el proceso de molienda de maíz fue de 1.152, mientras que en el proceso de engorde y crecimiento fue de 1.339 y 1.290, respectivamente. Por otro lado, la productividad de la maquinaria en el proceso de maíz fue de 2.305, y en el proceso de engorde y crecimiento fue de 1.339 y 1.290, respectivamente. Finalmente, la productividad multifactorial fue de 1.11 durante el mes de febrero.
2. En el segundo objetivo específico se dedujo los problemas de producción dentro de sus operaciones se realizó con las siguientes herramientas: cuestionario, hoja de observación, diagrama causa – efecto, matriz de Vester, diagrama de Pareto y el mapa de flujo de valor (VSM). Identificando las principales causas de la baja productividad en área de producción como: falta de limpieza en las maquinarias, falta de organización en las actividades, deficiencia en la limpieza del área de trabajo, falta de estandarización en los procesos, presencia de fallas en las máquinas y falta de responsabilidad por parte de los trabajadores en cuanto a la limpieza y organización de sus áreas de trabajo.
3. En el tercer objetivo específico se realizó la aplicación de las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad en molino Synutre. Primeramente, se aplica la metodología 5 S, para mejorar el orden, tener el área limpia, organizar el área y concientizar a los trabajadores para mejorar su compromiso con la empresa, obteniendo como resultado un 90% de cumplimiento. Así mismo, en la metodología TMP mediante el mantenimiento autónomo se logró mejorar la disponibilidad de la maquinaria, un 98.38% para el molino y un 99% para la mezcladora.
4. En el cuarto objetivo específico que fue evaluar la productividad luego de la aplicación lean manufacturing, en la productividad MO de maíz molido, engorde y crecimiento fue de 1.598, 1.722 y 1.696 sacos/hh

respectivamente. La productividad de maquinaria de maíz, engorde y crecimiento fue de 3.189, 1.722, 1.696 sacos/horas maquina; y por último la productividad multifactorial fue de 1.50 en el mes de junio, esto nos quiere decir que la productividad multifactorial aumento un 35.14%.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al gerente general que continúe aplicando las herramientas de Lean Manufacturing, ya que se ha comprobado que esta metodología genera resultados positivos en cuanto a la productividad en el molino Synutre.

Se sugiere al gerente general mantener la realización de capacitaciones hacia el personal sobre la metodología 5S, con el objetivo de fomentar un aumento continuo en la cultura organizacional y evitar retrocesos en cuanto a las mejoras ya implementadas.

Se recomienda a los trabajadores del área de producción que acaten las normas recién establecidas para la limpieza y mantenimiento de las maquinarias mezcladora y molino, siguiendo los cronogramas y manuales proporcionados, con el fin de evitar la repetición de fallas constantes.

Al gerente general, se recomienda ofrecer capacitaciones periódicas a su personal sobre el mantenimiento de las máquinas y abordar las actividades necesarias para realizar estas tareas, con el objetivo de seguir promoviendo el mantenimiento autónomo de las maquinarias del molino Synutre.

Se sugiere a los futuros investigadores que utilicen las herramientas de Lean Manufacturing, como 5S y TPM, ya que se ha demostrado que su aplicación en una empresa tiene efectos de gran positivismo, desde una transformación en la mentalidad de los empleados hasta mejoras en los niveles de producción. Por lo tanto, es fundamental aplicar estas herramientas de mejora si se busca alcanzar un cambio importante para el progreso y éxito de la empresa.

REFERENCIAS

- ALLTECH, 2022. Perspectivas del Sector Agroalimentario de Alltech. [en línea], Disponible en: <https://www.alltech.com/sites/default/files/Spain/Noticias/Perspectivas del Sector Agroalimentario de Alltech para 2022.pdf>.
- ALVAREZ, A., 2020. Justificación de la Investigación. *Social Responsibility Journal* [en línea], vol. 15, no. 1, pp. 1-10. Disponible en: [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota Académica 5 %2818.04.2021%29 - Justificación de la Investigación.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/NotaAcadémica_5_%2818.04.2021%29_-_Justificación_de_la_Investigación.pdf?sequence=4&isAllowed=y).
- ARIAS, J., VILLASÍS, M. y MIRANDA, M., 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia Mexico*, vol. 63, no. 2, pp. 201-206. ISSN 00025151. DOI 10.29262/ram.v63i2.181.
- CALDERON, K. y CHAVEZ, J., 2020. Aplicación de la metodología lean manufacturing para incrementar la productividad en el área de operaciones de la empresa Avícola Virgen del Cisne S.A.C., 2019. *Universidad Cesar Vallejo*,
- CANAHUA, N., 2021. Production and Management Implementation of the TPM-Lean Manufacturing Methodology to Improve the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Spare Parts Production at a Metalworking Company. *Revista Industrial Data* [en línea], vol. 24, no. 1, pp. 49-76. ISSN 1810-9993. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>.
- CERNA, A. y HUACA, A., 2022. Aplicación de la Metodología 5S para mejorar la productividad de la empresa Sermetal S.A.C., Trujillo, 2022. *Universidad Cesar Vallejo*,
- CHERNOPYATOV, A., 2018. Labor productivity in the economy of the Russian Federation: Analysis. *Opcion* [en línea], vol. 34, no. 85-2, pp. 652-676. ISSN 10121587. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7335596>.
- CHUQUITUCTO, A. y SALAZAR, L., 2018. Aplicación de la herramienta lean manufacturing para aumentar la productividad en el área de producción del

- Molino Puro Norte SAC, 2018. *Universidad Cesar Vallejo* [en línea], Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37578>.
- CIP PERÚ, 2018. Código De Ética Del Colegio De Ingenieros Del Perú. *Colegio De Ingenieros Del Perú* [en línea], pp. 1-32. Disponible en: <http://cdlima.org.pe/wp-content/uploads/2018/04/CÓDIGO-DE-ÉTICA-REVISIÓN-2018.pdf>.
- DÍAZ, J., GARCÍA, J., AVELAR, L., MENDOZA, J., DIEZ, J. y BLANCO, J., 2018. The role of managerial commitment and tpm implementation strategies in productivity benefits. *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 8, no. 7. ISSN 20763417. DOI 10.3390/app8071153.
- DUQUES, A., GOMES, J. y SARMANHO, M., 2019. Impact of Autonomous Maintenance on a PIM Production Line. *International Journal for Innovation Education and Research* [en línea], vol. 7, no. 12, pp. 385-398. ISSN 2411-3123. DOI 10.31686/ijier.vol7.iss12.2084. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338544049_Impact_of_Autonomous_Maintenance_on_a_PIM_Production_Line.
- FAO, 2022. Nutrición y alimentación. [en línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/nutrition-feeding/es/>.
- FERNANDEZ, A., 2020. Aplicación de las Herramientas de Lean Manufacturing y su efecto en la productividad del Molino Agroindustria Jequetepeque S.R.L Ciudad de Dios 2020. *Universidad Cesar Vallejo* [en línea], Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- FONTALBO, T., DE LA HOZ, E. y MORELOS, J., 2017. Productivity and its factors: impact on organizational improvement. *Dimensión Empresarial* [en línea], vol. 16, no. 1, pp. 47-60. DOI 10.15665/dem.v16i1.1897. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-85632018000100047.
- GUTIÉRREZ, H., 2015. *Calidad Total y Productividad* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9786071503152. Disponible en:

<https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/56cf64337c2fcc05d6a9120694e36d82.pdf>.

HERNANDEZ, A. y RIOS, N., 2022. Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2022. *Universidad Cesar Vallejo* [en línea], pp. 1-96. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

HERNÁNDEZ, C. y CARPIO, N., 2019. Introducción a los tipos de muestreo. *ALERTA Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, vol. 2, no. 1. DOI 10.5377/alerta.v2i1.7535.

HUAIRE, E., MARQUINA, R., HORNA, V., LLANOS, K., HERRERA, Á., RODRÍGUEZ, J. y VILLAMAR, R., 2022. *TESIS FÁCIL El arte de dominar el método científico* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789878833118. Disponible en: https://zenodo.org/record/5944818/files/LIBRO_TESIS_FACIL_ENERO_segunda_edición.pdf?download=1.

INEI, 2022. PRODUCCIÓN DE UVA CRECIÓ EN 10,5% DURANTE PRIMER MES DE 2022. [en línea], pp. 89-90. Disponible en: <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-uva-crecio-en-105-durante-primer-mes-de-2022-13517/>.

INGUILLAY, L., TERCERO, S. y LÓPEZ, J., 2019. Ética en la investigación científica. *Imaginario social* [en línea], vol. 90, no. 10, pp. 1307. ISSN 00113891. Disponible en: <https://www.revista-imaginariosocial.com/index.php/es/article/view/10/19>.

JARA, A., 2022. Herramientas de manufactura esbelta para la mejora de la productividad en la planta faenadora de la empresa grupo casa grande división pura pechuga. *Universidad Técnica de Ambato* [en línea], Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35017>.

JASIULEWICZ, M., 2016. SWOT analysis for Planned Maintenance strategy-a case study. *IFAC-PapersOnLine* [en línea], vol. 49, no. 12, pp. 674-679. ISSN 24058963. DOI 10.1016/j.ifacol.2016.07.788. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.788>.

- KIRAN, D.R., 2020. The concepts of productivity. *Work Organization and Methods Engineering for Productivity* [en línea], pp. 29-43. DOI 10.1016/b978-0-12-819956-5.00003-0. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128199565000030#s0015>.
- KOLLA, S., MINUFEKR, M. y PLAPPER, P., 2019. Deriving essential components of lean and industry 4.0 assessment model for manufacturing SMEs. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 81, pp. 753-758. DOI 10.1016/j.procir.2019.03.189. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.189>.
- MAHBUB, N., GARSHASBI, M., KABIR, G. y HASIN, A., 2021. Productivity modeling of apparel industry using Hierarchical Evidential Reasoning. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 282. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.125298. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620353439#bib10>.
- MAWARE, C., OKWU, M. y ADETUNJI, O., 2022. A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries. *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 13, no. 3. ISSN 20404174. DOI 10.1108/IJLSS-12-2020-0223.
- MAYTA, C. y SALAZAR, I., 2018. Use of Ict Tools in Scientific Research of Administrative Students At Unas - Tingo María. *Research and the Amazon, Tingo María, Peru*, vol. 8, no. 5, pp. 40-47.
- MEZA, R. y RODRIGUEZ, J., 2021. *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Lavacas e.i.r.l., distrito de Moche. 2021* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- MIDAGRI, 2017. Alimentos balanceados. [en línea]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/307-alimentos-balanceados>.

- MORDOR INTELLIGENCE, 2022. Mercado de alimentos para aves de corral de América del sur: crecimiento, tendencias, impacto de covid-19 y pronósticos (2022 - 2027). [en línea]. Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/south-american-poultry-feed-market>.
- MOSES, A., MUHWEZI, L. y MUHUMUZA, J., 2023. Investigating equipment productivity in feeder road maintenance in Uganda. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* [en línea], vol. 17, no. November 2022. ISSN 25901982. DOI 10.1016/j.trip.2023.100756. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100756>.
- MOSQUERA, P., 2020. Manufactura esbelta para el mejoramiento en la planta de producción de la empresa bioalimentar compañía limitada. *Universidad Técnica de Ambato* [en línea], Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31793>.
- MUÑOZ, J., ZAPATA, C. y MEDINA, P., 2022. *Lean Manufacturing: Modelos y herramientas* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789587226362. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/content>.
- NASSEREDDINE, A. y WEHBE, A., 2018. Competition and resilience: Lean manufacturing in the plastic industry in Lebanon. *Arab Economic and Business Journal* [en línea], vol. 13, no. 2, pp. 179-189. ISSN 22144625. DOI 10.1016/j.aebj.2018.11.001. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aebj.2018.11.001>.
- NICOMEDES, E., 2018. Equipo De Investigación. [en línea], Disponible en: <http://190.117.99.173/handle/USDG/34>.
- OIT, 2020. *Impulsando la Productividad una guía para organizaciones empresariales* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789220335987. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---act_emp/documents/publication/wcms_759690.pdf.
- ORTIZ, J., AGUILAR, E., ROJAS, J., TORRES, C. y RAYMUNDO, C., 2022.

Methodology to increase productivity in a production process in a textile company by means of 5S and Standard Work. , ISSN 24146390. DOI 10.18687/leird2022.1.1.180.

PALANGE, A. y DHATRAK, P., 2021. Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 46, pp. 729-736. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.12.193. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>.

RAJADELL, M., 2021. LEAN MANUFACTURING herramienta para producir mejor. *Díaz de Santos* [en línea], Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=40VIEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Herramientas+lean+manufacturing&ots=euMKiphbCe&sig=A9oPOJTzuOIGTrkEr1VSxIQ19M#v=onepage&q=Herramientas lean manufacturing&f=false>.

RAMOS, C., 2021. DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL. *CienciAmérica*, vol. 10, pp. 1-7. ISSN 1390-9592. DOI <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>.

RANJITH, R., GANESH, L. y RAJENDRAN, C., 2021. An entropy based approach to 5S maturity. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 46, pp. 8103-8110. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2021.03.048. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.048>.

RIBEIRO, I., GODINA, R., PIMENTEL, C., SILVA, F. y MATIAS, J., 2019. Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 38, no. 2019, pp. 1574-1581. ISSN 23519789. DOI 10.1016/j.promfg.2020.01.128. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>.

ROJAS, A. y GISBERT, V., 2017. Lean Manufacturing: Herramienta Para Mejorar La Productividad En Las Empresas. *3C Empresa : Investigación y pensamiento crítico* [en línea], vol. 6, no. 5, pp. 116-124. ISSN 2254-3376. Disponible en: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_14.pdf.

ROJAS, A. y VILLAREAL, A., 2022. *Aplicación de TPM para mejorar la*

productividad en el área de producción de bolsas plásticas de la empresa Ciaplast Gutierrez S.A.C., Lima 2022 [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 0000000344128. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ROJAS, S. y COROMOTO, M., 2019. Centro de investigación: Orientación al desarrollo humano. [en línea], Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5530/553066143010/553066143010.pdf>.

SALGADO, A. y SALGADO, N., 2019. Incremento Productividad en el área de Logística Externa y Delivery Services de la Empresa Urbano Express mediante la Metodología Lean Manufacturing. [en línea], no. June, pp. 1-7. ISSN 21660727. Disponible en: <https://bibliotecaupn.elogim.com/auth-meta/login.php?url=https://ebSCO.bibliotecaupn.elogim.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=iih&AN=139263351&lang=es&site=ehost-live>.

SHAHRIAR, M., PARVEZ, M., ISLAM, M. y TALAPATRA, S., 2022. Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology* [en línea], vol. 8, no. September 2021. ISSN 26667908. DOI 10.1016/j.clet.2022.100488. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>.

SOCCONINI, L., 2019. Lean manufacturing paso a paso. *Marge books* [en línea], Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Lean+manufacturing&ots=DIFUsZznaP&sig=5sOkwQP4vA3T0UXbNmlhW8l-Di8#v=onepage&q=Lean+manufacturing&f=false>.

SOLIS, Y., 2021. *Implementación del mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de las máquinas del área de maestranza en Crommets* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4814/Y.Solis_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

THORAT, R. y MAHESHA, G., 2020. Improvement in productivity through TPM

Implementation. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 24, pp. 1508-1517. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.04.470. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.470>.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, 2020. «Código de ética en investigación». *Vicerrectorado de Investigación* [en línea], pp. 1-16. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/509036811/Codigo-de-etica-en-Investigacion-UCV>.

YUDHA, A., RAHAYU, Y., HAMSAL, M. y HARDI, H., 2018. *A case study: How 5s implementation improves productivity of heavy equipment in mining industry* [en línea]. 2018. S.l.: s.n. Disponible en: <https://webofscience.upc.elogim.com/wos/wosccc/full-record/WOS:000451902900007>.

ANEXOS

ANEXO A. TABLAS

Tabla 23: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES		ESCALA
HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING (Variable Independiente)	Según (Salgado y Salgado 2019), dispone de múltiples herramientas y estrategias que pueden emplearse de manera individual o combinada para ayudar a las empresas en la resolución de sus problemas relacionados con la producción o servicios, según sea el caso.	Método que pretende eliminar los desperdicios o ineficiencias entendiendo éstas como todas las actividades que no agregan valor al resultado final.	5s	Clasificación	$POCC = \frac{NTOI}{NTOE}$ <p>POCC= Porcentaje de objetos clasificados correctamente. NTOI= Número total de objetos innecesarios NTOE= Número total objetos existentes</p>	Razón
				Orden	$POOC = \frac{NTOO}{NTOE}$ <p>POOC= Porcentaje de objetos ordenados correctamente NTOO= Número total de objetos ordenados NTOE= Número total de objetos existentes</p>	
				Limpieza	$PL = \frac{NPLE}{NTPL}$ <p>PL= Porcentaje de limpieza NPLE= Número de programas de limpieza ejecutados NTPL= Número total de programas de limpieza</p>	

				<p>Estandarización</p> $PC = \frac{NCR}{NCP}$ <p>PC= Porcentaje de capacitaciones NCR= Número de capacitaciones realizadas NCP= Número de capacitaciones programadas</p>	
				<p>Disciplina</p> $PA = \frac{POA}{PTA}$ <p>PA= Porcentaje de auditorias POA= Puntaje obtenido de la auditoria PTA= Puntaje total de la auditoria</p>	
			TPM	$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$ $MTBF = \frac{\text{tiempo total de trabajo} - \text{tiempo de averia}}{\text{Número de fallos}}$ $MTTR = \frac{\text{tiempo total de mantenimiento}}{\text{número de acciones de reparación}}$	Razón
PRODUCTIVIDAD (Variable Dependiente)	Según (Gutiérrez 2015), productividad significa adquirir excelentes resultados, implica estimar de manera adecuada los recursos utilizados al momento de generar determinados resultados.	Relacion entre la capacidad de producción del molino y los recursos utilizados.	Productividad Mano de Obra	$PMO = \frac{\text{sacos producidos}}{\text{Horas hombre}}$	Razón
			Productividad Maquinaria	$PM = \frac{\text{sacos producidos}}{\text{Horas maquina}}$	
			Productividad Multifactorial	$Prod_{mult.} = \frac{\text{Producción} * \text{costo}}{\text{recursos utilizados}}$	

Tabla 24: Producción detallada del Molino Synutre, 2023

PRODUCCIÓN DEL MES DE FEBRERO								
PRODUCCIÓN DE MAIZ MOLIDO			PRODUCCIÓN DE ENGORDE			PRODUCCIÓN DE CRECIMIENTO		
Día	Producción (kg)	Total, semanal	Día	Producción (kg)	Total, semanal	Día	Producción (kg)	Total, semanal
1	850	5450	1	800	3700	1	700	3100
2	900		2	800		2	600	
3	850		3	600		3		
4	900		4	600		4	800	
5			5			5		
6	1000		6	500		6	400	
7	950		7	400		7	600	
8	900	5550	8	1000	2600	8	600	3800
9	950		9			9	400	
10	800		10	800		10	800	
11	950		11			11	600	
12			12			12		
13	950		13	800		13	1000	
14	1000		14			14	400	
15	950	5400	15	600	3100	15	1000	2800
16	850		16	700		16		
17	800		17			17	1000	
18	850		18	800		18		
19			19			19		
20	1050		20	400		20	800	
21	900		21	600		21		
22	950	5150	22	700	3100	22	400	2400
23	950		23	400		23	600	
24	900		24	600		24	400	
25	800		25			25	1000	
26			26			26		
27	750		27	1000		27		
28	800		28	400		28		

Fuente: *Información de la producción del Molino Synutre*

Tabla 25: Hoja de observación del cuestionario aplicado a los trabajadores

HOJA DE OBSERVACIÓN	
Área	Producción
Fecha	30/01/2023
N°	OBSERVACIONES
1	Maquinarias con fallas
2	Maquinas sucias
3	Desperdicio de insumos
4	Desorden en el área de producción
5	Insumos desordenados
6	Falta de capacitación al personal
7	Tiempo ocio en sus actividades
8	Procesos no estandarizados
9	Demoras al encontrar sus insumos
10	Falta de organización en sus actividades
11	Falta de limpieza en el área
12	Falta de mantenimiento en las maquinas
13	Los trabajadores no limpian ni ordenan sus áreas

Fuente: *Cuestionario*

Tabla 26: Matriz de método de factores ponderados

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total	%
1	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	6.91%
2	2	0	3	3	2	1	2	3	2	3	1	1	3	26	13.83%
3	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2	2	3	13	6.91%
4	0	1	1	0	3	1	0	0	0	3	1	1	0	11	5.85%
5	0	3	2	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	11	5.85%
6	0	1	2	2	1	0	0	2	1	2	1	0	2	14	7.45%
7	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	9	4.79%
8	2	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	2	2	17	9.04%
9	1	1	2	0	1	0	3	2	0	0	0	1	0	11	5.85%
10	0	3	1	3	1	2	0	3	2	0	0	2	1	18	9.57%
11	2	1	2	0	2	1	2	1	3	0	0	1	1	16	8.51%
12	1	1	0	1	1	1	1	3	0	3	1	0	1	14	7.45%
13	1	1	3	0	1	3	1	1	1	0	2	1	0	15	7.98%
TOTAL														188	100.00%

Tabla 27: Horas máquina y horas hombre para producción de maíz molido – Pre test

PRODUCCIÓN DE MAÍZ MOLIDO						
Maquinaria	Fórmula hora maquina			Fórmula horas hombre		
Molino	horas trabajadas / N° de máquinas			horas trabajadas / N° de trabajadores		
SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	HORAS TRABAJADAS	N° DE TRABAJADORES	N° DE MÁQUINAS	HORAS MÁQUINA	HORAS HOMBRE
Semana 1	111	47	2	1	47	94
Semana 2	108	48	2	1	48	96
Semana 3	103	47	2	1	47	94
Semana 4	431	45	2	1	45	90

Tabla 28: Horas máquina y horas hombre para producción de engorde – Pre test

PRODUCCIÓN DE ALIMENTO ENGORDE						
Maquinaria	Fórmula hora maquina			Fórmula horas hombre		
Mezcladora	horas trabajadas / N° de máquinas			horas trabajadas / N° de trabajadores		
SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	HORAS TRABAJADAS	N° DE TRABAJADORES	N° DE MÁQUINAS	HORAS MÁQUINA	HORAS HOMBRE
Semana 1	74	47	1	1	47	47
Semana 2	52	48	1	1	48	48
Semana 3	62	47	1	1	47	47
Semana 4	62	45	1	1	45	45

Tabla 29: Horas máquina y horas hombre para producción de crecimiento – Pre test

PRODUCCIÓN DE ALIMENTO CRECIMIENTO						
Maquinaria	Fórmula hora maquina			Fórmula horas hombre		
Mezcladora	horas trabajadas / N° de máquinas			horas trabajadas / N° de trabajadores		
SEMANAS	UNIDADES (SACOS)	HORAS TRABAJADAS	N° DE TRABAJADORES	N° DE MÁQUINAS	HORAS MÁQUINA	HORAS HOMBRE
Semana 1	62	47	1	1	47	47
Semana 2	76	48	1	1	48	48
Semana 3	56	47	1	1	47	47
Semana 4	48	45	1	1	45	45

Tabla 30: Productividad Mano de obra de maíz molido – Pre test

MAÍZ MOLIDO			
Año 2023	Productividad de mano de obra		
Febrero	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas hombre	Productividad mano de obra
Semana 1	109	94	1.160
Semana 2	111	96	1.156
Semana 3	108	94	1.149
Semana 4	103	90	1.144
			1.152

Tabla 31: Productividad mano de obra de alimento engorde – Pre test

ENGORDE			
Año 2023	Productividad de mano de obra		
Febrero	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas hombre	Productividad mano de obra
Semana 1	74	47	1.574
Semana 2	52	48	1.083
Semana 3	62	47	1.319
Semana 4	62	45	1.378
			1.339

Tabla 32: Productividad mano de obra de alimento crecimiento - Pre test

CRECIMIENTO			
Año 2023	Productividad de mano de obra		
Febrero	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas hombre	Unidades/Total horas hombre
Semana 1	62	47	1.319
Semana 2	76	48	1.583
Semana 3	56	47	1.191
Semana 4	48	45	1.067
			1.290

Tabla 33: Productividad maquinaria de maíz molido - Pre test

MAÍZ MOLIDO			
Año 2023	Productividad de Maquinaria		
Febrero	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas maquina	Unidades/total horas maquinas
Semana 1	109	47	2.319
Semana 2	111	48	2.313
Semana 3	108	47	2.298
Semana 4	103	45	2.289
			2.305

Tabla 34: Productividad maquinaria de alimento engorde - Pre test

ENGORDE			
Año 2023	Productividad de Maquinaria		
Febrero	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas maquina	Unidades/total horas maquinas
Semana 1	74	47	1.574
Semana 2	52	48	1.083
Semana 3	62	47	1.319
Semana 4	62	45	1.378
			1.339

Tabla 35: Productividad maquinaria de alimento crecimiento - Pre test

CRECIMIENTO			
Año 2023	Productividad de Maquinaria		
Febrero	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas maquina	Unidades/total horas maquinas
Semana 1	62	47	1.319
Semana 2	76	48	1.583
Semana 3	56	47	1.191
Semana 4	48	45	1.067
			1.290

Tabla 36: Ingreso por ventas febrero

Resultados por las ventas				
Febrero - 2023		Unidades Producidas (sacos)	Precio x unidad	Total
Maíz Molido	Semana 1	109	S/. 70.00	S/. 7,630.00
	Semana 2	111	S/. 70.00	S/. 7,770.00
	Semana 3	108	S/. 70.00	S/. 7,560.00
	Semana 4	103	S/. 70.00	S/. 7,210.00
Engorde	Semana 1	74	S/. 135.00	S/. 9,990.00
	Semana 2	52	S/. 135.00	S/. 7,020.00
	Semana 3	62	S/. 135.00	S/. 8,370.00
	Semana 4	62	S/. 135.00	S/. 8,370.00
Crecimiento	Semana 1	62	S/. 135.00	S/. 8,370.00
	Semana 2	76	S/. 135.00	S/. 10,260.00
	Semana 3	56	S/. 135.00	S/. 7,560.00
	Semana 4	48	S/. 135.00	S/. 6,480.00

Tabla 37: Costos de producción febrero

Costos de producción					
Febrero - 2023		Costos de mano de obra	Costo de Materiales	CIF (Costos indirectos de fabricación)	Total
Maíz Molido	Semana 1	S/. 470.00	S/. 7,630.00	S/. 275.98	S/. 8,375.98
	Semana 2	S/. 480.00	S/. 7,770.00	S/. 278.48	S/. 8,528.48
	Semana 3	S/. 470.00	S/. 7,560.00	S/. 275.98	S/. 8,305.98
	Semana 4	S/. 450.00	S/. 7,210.00	S/. 270.98	S/. 7,930.98
Engorde	Semana 1	S/. 235.00	S/. 7,419.30	S/. 275.98	S/. 7,930.28
	Semana 2	S/. 240.00	S/. 5,299.50	S/. 278.48	S/. 5,817.98
	Semana 3	S/. 235.00	S/. 6,359.40	S/. 275.98	S/. 6,870.38
	Semana 4	S/. 225.00	S/. 6,359.40	S/. 270.98	S/. 6,855.38
Crecimiento	Semana 1	S/. 235.00	S/. 6,359.40	S/. 275.98	S/. 6,870.38
	Semana 2	S/. 240.00	S/. 7,419.30	S/. 278.48	S/. 7,937.78
	Semana 3	S/. 235.00	S/. 5,299.50	S/. 275.98	S/. 5,810.48
	Semana 4	S/. 225.00	S/. 5,299.50	S/. 270.98	S/. 5,795.48

Tabla 38: Productividad multifactorial - Pre test

PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL				
Febrero - 2023		Resultados obtenidos (ventas)	Recursos Empleados	Resultados obtenidos/Recursos empleados
Producción	Semana 1	S/. 25,990.00	S/. 23,176.64	1.1214
	Semana 2	S/. 25,050.00	S/. 22,284.24	1.1241
	Semana 3	S/. 23,490.00	S/. 20,986.84	1.1193
	Semana 4	S/. 22,060.00	S/. 20,581.84	1.0718
				1.1091

Métricas del proceso de VSM

Tabla 39: Cálculo tiempo disponible y tiempo ciclo

Descripción	UMD	PROCESO		
		Molido	Mezclado	Acabados
Número de turnos	und	1	1	1
Jornada laboral	hrs/turno	8	8	8
Tiempo almuerzo, pausas	hrs/turno	1	1	1
Tiempo disponible (TD)	seg/día	25200	25200	25200
Producción bruta	und/turno	150	150	150
N° máquinas	und	1	1	1
% de funcionamiento (TF)	%	89%	91%	100%
Producción real	und/turno	134	137	150
Tiempo de ciclo (TC)	seg/und	189	185	168
% defectos (PNC)	%	0%	0%	0%
Tiempo de cambio de producto (TCP)	min	25	30	2
N° Operarios	und	2	1	1

Tabla 40: Calculo de la demanda

Demanda mensual	942	und/mes
Días hábiles x mes	24	días/mes
Demanda diaria	39.25	und/dia

Tabla 41: Calculo de lead time

Descripción	Pro - Molido	Mol - Mezclado	Mez - Acabados	Acab - Cliente
Inventario (und)	450	415	450	450
Lead time (días)	11.465	10.573	11.465	11.465

Tabla 42: Calculo de valor agregado

	UMD	Valor
TVA (Tiempo de valor añadido)	min	3.15
TNVA (tiempo no valor añadido)	min	5075.159
Tiempo Total (TT)	min	5078.3
Touch time	%	0.06%

Tabla 43: Calculo de takt time del VSM

Takt time	642.038	seg/und
------------------	---------	---------

EVALUACIÓN 5S

Tabla 44: Auditoría 5s pre test

Auditoría 5S			
Área: Producción			
Fecha: 25/02/2023			

Criterios de evaluación	
No cumple	0
Cumple al 20%	1
Cumple al 50%	2
Cumple al 60%	3
Cumple al 80%	4
Cumple al 100%	5



5S	Evaluación de ítems	Valor	Total
			Puntaje máximo 20
Seiri (Clasificar)	1. ¿Existen objetos innecesarios en el área?	0	4
	2. ¿Existen objetos con descripción e identificación?	1	
	3. ¿Existen objetos que pueden ser reutilizados?	2	
	4. ¿Existen materiales y objetos que son dañados, obsoletos o excedentes?	1	
		Porcentaje	20%
Seiton (Orden)	1. ¿Los materiales y objetos están ubicadas correctamente?	1	5
	2. ¿Los materiales y objetos están ordenadas por frecuencia de uso?	1	
	3. ¿Los materiales y objetos se encuentran en su lugar después de su uso?	1	
	4. ¿Se conoce la ubicación exacta de los objetos?	2	
		Porcentaje	25%
Seiso (Limpieza)	1. ¿Se cumple con la limpieza en el área?	1	4
	2. ¿Se cumple con los controles de limpieza?	1	
	3. ¿Los objetos y maquinarias se encuentran limpios?	1	
	4. ¿Se cumple con la premisa de mantener el lugar limpio durante cada proceso?	1	

		Porcentaje	20%
Seiketsu (Estandarización)	1. ¿Se aplican las primeras 3S en el área?	1	4
	2. ¿Se encuentra debidamente marcada y señalada el área?	1	
	3. ¿En el área de trabajo se han implementado ideas de mejora?	1	
	4. ¿En el área de trabajo existen normas o procedimientos establecidos?	1	
		Porcentaje	20%
Shitsuke (Disciplina)	1. ¿El personal conoce las 5S?	0	3
	2. ¿El personal a recibido capacitaciones?	1	
	3. ¿El personal cumple con sus horas de trabajo establecidas?	1	
	4. ¿Se fomenta la aplicación 5S y la mejora continua?	1	
		Porcentaje	15%

Tabla 45: Clasificación de elementos en el área de producción

N°	Objeto	Cantidad	Tipo de objeto	¿Son útiles?	Destino
1	Cajas de agua y desagüe	8	Objetos en exceso	No	Vender
2	Fierros	9	Objetos en exceso	No	Vender
3	Motor	1	Malogrado	No	Descartarlo
4	Parihuelas	5	Necesario	SI	Organizar
5	Ángulos	6	Objetos en exceso	NO	Vender
6	Sacos de insumos	72	Necesario	SI	Organizar
7	Baldes	8	Objetos en exceso	SI	Repararlos
8	Refracciones de motos	5	Dañados	NO	Descartarlo
9	Máquina de soldar	1	Necesario	SI	Organizar
10	Objetos de mantenimiento	36	Necesario	SI	Organizar
11	Sacos paquetes	3	Necesario	SI	Organizar
12	Tubos de ½"	38	Objetos en exceso	NO	Vender
13	Tubos de 1"	26	Objetos en exceso	NO	Vender

14	Tubos de 4"	12	Objetos en exceso	NO	Vender
15	Tubos de luz	50	Objetos en exceso	NO	Vender
16	Baldes de aceite	4	Necesario	SI	Organizar
17	Cosedora	1	Necesario	SI	Organizar
18	Balanza	1	Necesario	SI	Organizar

Tabla 46: Evaluación clasificación

FICHA DE EVALUACIÓN		
Clasificación		
$\text{Clasificación} = \frac{\text{Total de objetos innecesarios}}{\text{Total de objetos existentes}}$		
Total, de objetos innecesarios	Total, de objetos existentes	Indicador
155	286	54.20%

Tabla 47: Aplicación del orden de objetos en el área de producción

N°	Objeto	Cantidad	Necesario	Frecuencia de uso	Ubicación
1	Parihuelas	5	Si	Varias veces al día	Colocar cerca a la persona
2	Sacos de insumos	72	Si	Varias veces al día	Colocar cerca a la persona
3	Máquina de soldar	1	Si	Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes
4	Objetos de mantenimiento	36	Si	Varias veces por semana	Colocar cercano al área de trabajo
5	Sacos paquetes	3	Si	Varias veces al día	Colocar cerca a la persona
6	Baldes de aceite	4	Si	Varias veces al día	Colocar cerca a la persona

7	Cosedora	1	Si	Varias veces al día	Colocar cerca a la persona
8	Balanza	1	Si	Varias veces al día	Colocar cerca a la persona

Tabla 48: Evaluación orden

FICHA DE EVALUACIÓN		
Orden		
$\text{Orden} = \frac{\text{Total de objetos ordenados}}{\text{Total de objetos existentes}}$		
Total, de objetos ordenados	Total, de objetos existentes	Indicador
123	286	43%

Tabla 49: Evaluación limpieza

FICHA DE EVALUACIÓN			
Limpieza			
$\text{Limpieza} = \frac{\text{Programas de limpieza ejecutados}}{\text{Total de programas de limpieza}}$			
Semanas	Programas de limpieza ejecutados	Total, de programas de limpieza	Indicador
1	5	6	83.33%
2	6	6	100%
3	6	6	100%
4	5	6	83.33%
PROMEDIO			92%

Tabla 50: Evaluación estandarización

FICHA DE EVALUACIÓN		
Estandarización		
$\text{Estandarización} = \frac{\text{Capacitaciones realizadas}}{\text{Capacitaciones programadas}}$		
Capacitaciones realizadas	Capacitaciones programadas	Indicador
4	4	100%
PROMEDIO		100%

Tabla 51: Evaluación disciplina pre test

FICHA DE REGISTRO			
Disciplina			
$\text{Disciplina} = \frac{\text{Puntaje obtenido de la auditoria}}{\text{Puntaje total de la auditoria}}$			
Auditoria	Puntaje obtenido	Puntaje total de la auditoria	Indicador
1	90	100	90%
PROMEDIO			90%

Tabla 52: Auditoria 5s post test

Auditoria 5S			
Área: Producción			
Fecha: 27/05/2023			

Criterios de evaluación	
No cumple	0
Cumple al 20%	1
Cumple al 50%	2
Cumple al 60%	3
Cumple al 80%	4
Cumple al 100%	5



5S	Evaluación de ítems	Valor	Total
			Puntaje máximo 20
Seiri (Clasificar)	1. ¿No existen objetos innecesarios en el área?	4	17
	2. ¿Existen objetos con descripción e identificación?	5	
	3. ¿Existen objetos que pueden ser reutilizados?	4	
	4. ¿Existen materiales y objetos que son dañados, obsoletos o excedentes?	4	
		Porcentaje	85%
Seiton (Orden)	1. ¿Los materiales y objetos están ubicadas correctamente?	5	18
	2. ¿Los materiales y objetos están ordenadas por frecuencia de uso?	4	
	3. ¿Los materiales y objetos se encuentran en su lugar después de su uso?	4	
	4. ¿Se conoce la ubicación exacta de los objetos?	5	
		Porcentaje	90%
Seiso (Limpieza)	1. ¿Se cumple con la limpieza en el área?	4	17
	2. ¿Se cumple con los controles de limpieza?	4	
	3. ¿Los objetos y maquinarias se encuentran limpios?	4	
	4. ¿Se cumple con la premisa de mantener el lugar limpio durante cada proceso?	5	
		Porcentaje	85%

Seiketsu (Estandarización)	1. ¿Se aplican las primeras 3S en el área?	4	19
	2. ¿Se encuentra debidamente marcada y señalada el área?	5	
	3. ¿En el área de trabajo se han implementado ideas de mejora?	5	
	4. ¿En el área de trabajo existen normas o procedimientos establecidos?	5	
		Porcentaje	95%
Shitsuke (Disciplina)	1. ¿El personal conoce las 5S?	5	19
	2. ¿El personal a recibido capacitaciones?	5	
	3. ¿El personal cumple con sus horas de trabajo establecidas?	4	
	4. ¿Se fomenta la aplicación 5S y la mejora continua?	5	
		Porcentaje	95%

Tabla 53: Registro de objetos clasificados con tarjeta roja

REGISTRO DE OBJETOS CLASIFICADOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN		
Nombre	Cantidad	Decisión
Cajas de agua y desagüe	8	Eliminar
Fierros	9	Eliminar
Motor	1	Eliminar
Parihuelas	5	Mantener
Ángulos	6	Eliminar
Sacos de insumos	72	Mantener
Baldes	8	Reubicar
Refracciones de motos	5	Eliminar
Máquina de soldar	1	Reubicar
Objetos de mantenimiento	36	Reubicar
Sacos paquetes	3	Reciclar
Tubos de ½"	38	Eliminar
Tubos de 1"	26	Eliminar
Tubos de 4"	12	Eliminar
Tubos de luz	50	Eliminar
Baldes de aceite	4	Reubicar
Cosedora	1	Reubicar
Balanza	1	Mantener

Tabla 54: Cronograma de capacitaciones

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES					
					
Tema	Responsables	Fecha			
		12 de mar.	26 de mar.	02 de abr.	09 de abr.
Concepto de la metodología 5s y primera S Clasificación	- Quezada Gutiérrez, Paolo. - Rodriguez Campos, Jhakson.	x			
Segunda S, Orden			x		
Tercera S, Limpieza				x	
Estandarización y disciplina					x

EVALUACIÓN TPM PRE TEST

Tabla 55: Tabla de calificación TPM del molino

TABLA DE CALIFICACIÓN TPM - MOLINO			
Categoría	ITEM	Criterio: 0 (pobre) – 5 (bueno)	Calificación
General	1	Equipo libre de suciedad, polvo, aceite en exceso, etc.	2
	2	Pernos tornillos y soporte de equipos bien ajustados.	2
	3	Todo lo que está en el equipo es usable y maquinable.	3
	4	Toda cubierta de equipo y acceso a paneles de control es seguro.	3
Eléctrica	5	Cables eléctricos están revestidos y las conexiones ajustadas	2
	6	Switches, paneles y medidores están limpios, rotulados y operables	2
Lubricación	7	Chumaceras aceitadas	2
	8	Retenedores limpios.	2
	9	Medidores de temperatura operables	2
Lugar de trabajo	10	Herramientas en orden	2
	11	Cubiertas en su lugar y limpias	1
	12	Accesorios de seguridad limpios, en su lugar y operables.	2
	13	Piso limpio.	1
	14	Área de trabajo limpia y barrida.	1
	15	buena iluminación	4

	16	Herramientas ubicadas cerca del operador.	3
	17	Solo material necesario está en el sitio de trabajo	1
Control	18	Existe una planificación diaria de limpieza	1
	19	Existe auditoría semanal de limpieza	0
	20	Información importante del equipo actualizada y visible	0
	21	Lista de verificación diaria del TPM	0
TOTAL			36

Tabla 56: Tabla de calificación TPM de la mezcladora

TABLA DE CALIFICACIÓN TPM - MEZCLADORA			
Categoría	ITEM	Criterio: 0 (pobre) – 5 (bueno)	Calificación
General	1	Equipo libre de suciedad, polvo, aceite en exceso, etc.	1
	2	Pernos tornillos y soporte de equipos bien ajustados.	3
	3	Todo lo que está en el equipo es usable y maquinable.	2
	4	Toda cubierta de equipo y acceso a paneles de control es seguro.	3
Eléctrica	5	Cables eléctricos están revestidos y las conexiones ajustadas	2
	6	Switches, paneles y medidores están limpios, rotulados y operables	3
Lubricación	7	Engranajes aceitados	2
	8	Compuertas aceitadas	3
	9	Medidores de temperatura operables	3
Lugar de trabajo	10	Herramientas en orden	2
	11	Cubiertas en su lugar y limpias	1
	12	Accesorios de seguridad limpios, en su lugar y operables.	2
	13	Piso limpio.	1
	14	Área de trabajo limpia y barrida.	1
	15	buena iluminación	4
	16	Herramientas ubicadas cerca del operador.	3
17	Solo material necesario está en el sitio de trabajo	1	
Control	18	Existe una planificación diaria de limpieza	1
	19	Existe auditoría semanal de limpieza	0
	20	Información importante del equipo actualizada y visible	0
	21	Lista de verificación diaria del TPM	0
TOTAL			35

Tabla 57: Hoja de razones de la baja calificación del molino

HOJA DE RAZONES DE LA BAJA CALIFICACIÓN PARA EL MOLINO



Calificación	36
---------------------	----

Departamento:	Mantenimiento
Ubicación:	Molienda de maíz

ITEM	Razones
1	Motor con polvo
2	Tapa de motor floja
3	Tornillos de tapa flojos
4	Faja desgastada
5	Cables expuestos
6	Caja eléctrica polveada
7	Chumaceras sin aceitar
8	Área por donde sale el maíz sucio
9	Paneles eléctricos inseguros
10	Herramientas dispersas sin identificación
11	Herramientas sucias
12	Accesorios de seguridad en mal estado
13	Piso sucio
14	Área de trabajo desordenada y con polvo
15	Herramientas sin identificación
16	Maíz molido en el suelo
17	Materiales incensarios en el área de trabajo
18	No existe buena planificación de limpieza
19	No hay auditoria semanal de limpieza
20	Informacion del equipo desactualizada
21	No hay lista de verificación de TPM

Tabla 58: Hoja de la baja calificación de la mezcladora

HOJA DE LA BAJA CALIFICACIÓN DE LA MEZCLADORA



Calificación	35
---------------------	----

Departamento:	Mantenimiento
Ubicación:	Mezclado de alimentos

ITEM	Razones
1	Equipo con polvo y sucio de alimento
2	Compuerta dura
3	Tornillos de tapa flojos
4	Gusano desgastado
5	Cables expuestos
6	Caja eléctrica polveada

7	Engranajes sin aceitar
8	Área por donde sale el alimento sucio
9	Paneles eléctricos inseguros
10	Herramientas dispersas sin identificación
11	Herramientas sucias
12	Accesorios de seguridad en mal estado
13	Piso sucio
14	Área de trabajo desordenada y con polvo
15	Herramientas sin identificación
16	Alimento balanceado en el suelo
17	Materiales incensarios en el área de trabajo
18	No existe buena planificación de limpieza
19	No hay auditoria semanal de limpieza
20	Informacion del equipo desactualizada
21	No hay lista de verificación de TPM

Tabla 59: Récord de oportunidades TPM - Molino

RÉCORD DE OPORTUNIDADES TPM - MOLINO

Grupo de trabajo: Molienda de maíz



Ítem	Descripción del problema	Acción a tomar	Persona responsable
1	Motor con polvo	Limpiar Motor eléctrico	Operario
2	Tapa de motor floja	Ajuste de tapa de motor	Operario
3	Pernos flojos	Ajuste de pernos	Operario
4	Faja desgastada	Cambiar faja	Mecánico
5	Cables expuestos	Reacondicionar cableado	Electricista
6	Caja eléctrica polveada	Limpieza de caja eléctrica	Operario
7	Chumaceras sin aceitar	Aceitar chumaceras	Mecánico
8	Área por donde sale el maíz sucio	Limpiar área por donde sale el maíz	Operario
9	Paneles eléctricos inseguros	Revestimiento panel eléctrico	Electricista
10	Herramientas dispersas	Orden 5s	Supervisores
11	Herramientas sucias	Limpieza 5s	Supervisores
12	Accesorios de seguridad en mal estado	Cambiar accesorios de seguridad	Jefe del molino
13	Piso sucio	Limpieza de piso	Operarios
14	Área de trabajo desordenada y con polvo	Limpieza de área de trabajo	Operario
15	Herramientas sin identificación	Clasificación 5s	Supervisores
16	Maíz molido en el suelo	Recoger sobrantes de maíz	Operarios

17	Materiales innecesarios en el área de trabajo	Eliminar materiales innecesarios	Operarios
18	No existe buena planificación de limpieza	Planificación de limpieza	Jefe de Planta
19	No hay auditoria semanal de limpieza	Auditoria semanal de limpieza	Jefe de Planta
20	Informacion del molino desactualizada	Actualizar nueva informacion del molino	Jefe de planta
21	No hay lista de verificación de TPM	Lista de verificación	Operario

Tabla 60: Récord de oportunidades TPM - Mezcladora

RÉCORD DE OPORTUNIDADES TPM - MEZCLADORA

Grupo de trabajo: Mezclado de alimentos



Ítem	Descripción del problema	Acción a tomar	Persona responsable
1	Equipo con polvo	Limpiar Motor eléctrico	Operario
2	Compuerta dura	Ajuste de tapa de motor	Operario
3	Pernos flojos	Ajuste de pernos	Operario
4	Gusano desgastado	Engrasar gusano	Mecánico
5	Cables expuestos	Reacondicionar cableado	Electricista
6	Caja eléctrica polveada	Limpieza de caja eléctrica	Operario
7	Engranajes sin aceitar	Aceitar engranajes	Mecánico
8	Área por donde sale el alimento sucio	Limpiar área por donde sale el alimento	Operario
9	Paneles eléctricos inseguros	Revestimiento panel eléctrico	Electricista
10	Herramientas dispersas	Orden 5s	Supervisores
11	Herramientas sucias	Limpieza 5s	Supervisores
12	Accesorios de seguridad en mal estado	Cambiar accesorios de seguridad	Jefe del molino
13	Piso sucio	Limpieza de piso	Operarios
14	Área de trabajo desordenada y con polvo	Limpieza de área de trabajo	Operario
15	Herramientas sin identificación	Clasificación 5s	Supervisores
16	Alimento balanceado en el suelo	Recoger sobrantes de alimento balanceado	Operarios
17	Materiales innecesarios en el área de trabajo	Eliminar materiales innecesarios	Operarios
18	No existe buena planificación de limpieza	Planificación de limpieza	Jefe de Planta
19	No hay auditoria semanal de limpieza	Auditoria semanal de limpieza	Jefe de Planta
20	Informacion del molino desactualizada	Actualizar nueva informacion del molino	Jefe de planta
21	No hay lista de verificación de TPM	Lista de verificación	Operario

Tabla 61: Establecimiento de estándares y control visual - maquinaria molino

ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES Y CONTROL VISUAL / MAQUINARIA MOLINO

Parte del equipo	Problema	Acción correctiva	Frecuencia	Tiempo	Responsabilidad
Motor eléctrico	Suciedad con polvo	Uso de franela-limpieza	Diariamente	10 minutos	Operario
Tapa por donde sale el maíz molido	Suciedad con maíz molido	Uso de trapo-limpieza	Diariamente	10 minutos	Operario
Chumaceras	Desgastada	Lubricación	Mensual	20 minutos	Operario
Faja	Desgastada	Lubricación	Diariamente	10 minutos	Operario
Tornillos de tapa por donde sale maíz molido	Desajustados	Ajuste	Diariamente	5 minutos	Operario

Tabla 62: Establecimiento de estándares y control visual - maquinaria mezcladora

ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES Y CONTROL VISUAL / MEZCLADORA

Parte del equipo	Problema	Acción correctiva	Frecuencia	Tiempo	Responsabilidad
Motor eléctrico	Suciedad con polvo	Uso de franela-limpieza	Diariamente	10 minutos	Operario
Tapa por donde sale el alimento balanceado	Sucia y dura	Uso de trapo-limpieza y lubricación	Diariamente	10 minutos	Operario
Engranajes	Desgastados	Lubricación	Mensual	20 minutos	Operario
Gusano	Desgastados	Lubricación	Diariamente	25 minutos	Operario
Tornillos de tapa por donde sale el alimento	Demasiado ajustado	Desajustar un poco	Diariamente	5 minutos	Operario

Tabla 63: Registro del tiempo de fallas del molino - febrero

REGISTRO DE TIEMPO DE FALLAS DEL MOLINO - FEBRERO		
Fecha	Observaciones	Tiempo de falla
2/02/2023	La máquina no encendía	0.34
3/02/2023	Sonido extraño en el gusano y se paró a revisión	1.22
4/02/2023	El flujo regular del maíz se vio interrumpido en la máquina	0.19
4/02/2023	Se atasco la compuerta	0.16
7/02/2023	El motor no calentaba	0.54
9/02/2023	Se atasco la compuerta	0.25
11/02/2023	El motor no arrancaba	1.02
11/02/2023	Nuevamente se atascó la compuerta	0.11
14/02/2023	Sonidos raros en las chumaceras y se pasó a revisión	0.45
17/02/2023	La faja se rompió	2.16
18/02/2023	La máquina se paró sola	2.45
21/02/2023	La máquina emitió sonidos extraños y se pasó a revisión	1.12
25/02/2023	Fractura de martillos	3.24

Tabla 64: Registro del tiempo de fallas de la mezcladora - febrero

REGISTRO DE TIEMPO DE FALLAS DE LA MEZCLADORA - FEBRERO		
Fecha	Observaciones	Tiempo de falla
1/02/2023	Sonido extraño dentro de la maquina y se pasó a revisión	0.56
4/02/2023	Se atoro la palanca para abrir la puerta para la salida del alimento	0.07
8/02/2023	Sobrecalentamiento del motor	1.20
10/02/2023	Vibraciones fuertes y se para a revisar	0.19
11/02/2023	El flujo regular de los insumos se vio interrumpido en la máquina	0.25
14/02/2023	Sobrecalentamiento del motor	1.04

17/02/2023	Nuevamente hubo problemas con el flujo regular de los insumos	0.16
20/02/2023	Vibración excesiva de la maquina	0.26
20/02/2023	Nuevamente se volvió a atorar la palanca para abrir la puerta	0.09
21/02/2023	Se volvió a atorar la palanca de la puerta de salida	0.15
24/02/2023	Sonido extraño del gusano y se paró a revisión	3.47

Tabla 65: Signos para la detección de averías en la maquinaria molino

SIGNOS PARA LA DETECCIÓN DE AVERÍAS EN LA MAQUINARIA MOLINO			
Averías	Signos para su detección	Tipo de actividad	Encargado
Rotura de eje de rotación	Se apaga el motor	Lubricación de las chumaceras	Operador
Rotura de martillo, fragmento de zaranda	Ruidos continuos fuertes	Lubricación de martillos	Operador
Giro de polea	Olor a quemado	Cambio de faja	Operador
	Desgaste de faja		
Rotura de polea	Desgaste	Engrase de polea	Operador
	Visualización de pequeñas fracturas		
Carencia de ventilador	Panel de control se apaga	Descanso de motor	Operador

Tabla 66: Signos para la detección de averías en la maquina mezcladora

SIGNOS PARA LA DETECCIÓN DE AVERÍAS EN LA MAQUINARIA MEZCLADORA			
Averías	Signos para su detección	Tipo de actividad	Encargado
Rotura de eje de rotación	Se apaga el motor	Lubricación de las chumaceras	Operador
Desprendimiento del gusano	Ruidos fuertes internos	Capacidad de alimento llenado	Operador
Carencia de ventilador	Panel de control se apaga	Descanso de motor	Operador

Tabla 67: Evaluación MTBF pre test

									
EVALUACIÓN MTBF									
Molino					Mezcladora				
Semana	Tiempo total de trabajo	Tiempo de avería	Numero de fallos	MTBF	Tiempo total de trabajo	Tiempo de avería	Numero de fallos	MTBF	
1	47	3.25	5	8.75	47	1.03	2	22.99	
2	48	2.22	4	11.45	48	3.08	4	11.23	
3	47	7.13	3	13.29	47	1.06	4	11.49	
4	45	3.24	1	41.76	45	3.47	1	41.53	
				Promedio	18.81			Promedio	21.81

Tabla 68: Evaluación MTTR pre test

								
EVALUACION MTTR								
Molino				Mezcladora				
Semana	Tiempo total de mantenimiento	Número de acciones de reparación	MTTR	Tiempo total de mantenimiento	Número de acciones de reparación	MTTR		
1	3.25	5	0.65	1.03	2	0.52		
2	2.22	4	0.56	3.08	4	0.77		
3	7.13	3	2.38	1.06	3	0.35		
4	3.24	1	3.24	3.47	1	3.47		
			Promedio	1.71			Promedio	1.28

Tabla 69: Disponibilidad pre test de las maquinarias del Molino Synutre

						
DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA						
Molino				MEZCLADORA		
Semana	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
1	8.75	0.65	93.09%	22.99	0.52	97.81%
2	11.45	0.56	95.38%	11.23	0.77	93.58%
3	13.29	2.38	84.83%	11.49	0.35	97.02%
4	41.76	3.24	92.80%	41.53	3.47	92.29%
Promedio			91.52%	Promedio		95.17%

Tabla 70: Plan de mejora para el molino

PLAN DE MEJORA PARA EL MOLINO
Descripción del problema a mejorar
Muchas fallas en el equipo interrumpen el normal desenvolvimiento de la máquina y ocasiona retraso en la producción de maíz molido
Resumen de acciones a seguir
1) Cambiar faja en un período de tiempo adecuado, para evitar parada de máquina
2) Lubricar chumaceras en un tiempo determinado
3) Cambio de puerta para evitar atascamiento de maíz molido
Plan para monitorear mejoras
1) Inspección del equipo en su condición normal
2) Reuniones de operador con equipo de trabajo involucrado en las mejoras
3) Implementación de mejoras y hacerles seguimiento

Tabla 71: Plan de mejora para la mezcladora

PLAN DE MEJORA PARA LA MEZCLADORA	
Descripción del problema a mejorar	
Presencia de numerosos fallos en el equipo afecta el funcionamiento habitual de la máquina y provoca retrasos en la producción de alimento balanceado	
Resumen de acciones a seguir	
1) Lubricar gusano, para evitar parada de máquina.	
2) Lubricar chumaceras en un tiempo determinado.	
3) Ajustar pernos para evitar vibraciones extremas que afecten a la maquina	
Plan para monitorear mejoras.	
1) Inspección del equipo en su condición normal.	
2) Reuniones de operador con equipo de trabajo involucrado en las mejoras.	
3) Implementación de mejoras y hacerles seguimiento.	

Tabla 72: Registro diario para el mantenimiento preventivo del molino

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Registro diario TPM del operador
Maquinaria molino

<input type="checkbox"/>	1. Chequear si tuercas y pernos están bien ajustados
<input type="checkbox"/>	2. Chequear si las chumaceras han sido lubricadas.
<input type="checkbox"/>	3. Chequear si la faja está en perfecto estado.
<input type="checkbox"/>	4. Chequear si la entrada por donde ingresa el maíz está limpia para evitar atascamientos
<input type="checkbox"/>	5. Chequear si el motor eléctrico está limpio, en buen estado y los cables que estén protegidos.
<input type="checkbox"/>	6. Chequear temperatura de circuitos
<input type="checkbox"/>	7. Chequear si la compuerta está limpia y aceitada

Tabla 73: Registro diario para el mantenimiento preventivo para la mezcladora

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Registro diario TPM del operador
Maquinaria mezcladora

	1. Chequear si tuercas y pernos están bien ajustados
	2. Chequear si los engranajes internos han sido lubricados.
	3. Chequear si el gusano está en perfecto estado.
	4. Chequear si la entrada por donde ingresa los insumos está limpia para evitar atascamientos
	5. Chequear si el motor eléctrico está limpio, en buen estado y los cables que estén protegidos.
	6. Chequear temperatura de circuitos
	7. Chequear si la compuerta está limpia y aceitada

Tabla 74: Mantenimiento planeado para la maquinaria molino

MANTENIMIENTO PLANEADO / MAQUINARIA MOLINO			
Actividades de mantenimiento	Frecuencia u horas de trabajo	Tiempo en que la máquina paró para servicio	Tipo de mantenimiento
Limpieza de motor eléctrico	Diario		No para la máquina
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		
Limpieza de compuerta	Diario		No para la máquina
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		
Limpieza de entrada de materia prima	Diario		No para la máquina
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		
Lubricación de chumaceras	Diario		30 minutos por cada parada de máquina
	Mensual		
	4 meses		

	Anual			
Cambio de zarandadores	Diario		60 minutos por cada parada de máquina	PREVENTIVO
	Mensual			
	4 meses			
	Anual			
Cambio de faja	Diario		2 horas por cada parada de máquina	AUTÓNOMO
	Mensual			
	4 meses			
	Anual			
Cambio de martillos	Diario		3 horas por cada parada de máquina	PREVENTIVO
	Mensual			
	4 meses			
	Anual			

Tabla 75: Mantenimiento planeado para mezcladora

MANTENIMIENTO PLANEADO / MAQUINARIA MEZCLADORA

Actividades de mantenimiento	Frecuencia u horas de trabajo	Tiempo en que la máquina paró para servicio	Tipo de mantenimiento
Limpieza de motor eléctrico	Diario	No para la máquina	AUTÓNOMO
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		
Lubricación del gusano	Diario	40 minutos por cada parada de máquina	AUTÓNOMO
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		
Limpieza de entrada de insumo para alimento balanceado	Diario	No para la máquina	AUTÓNOMO
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		
Lubricación de la compuerta	Diario	No para la máquina	AUTÓNOMO
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		
Verificar conexiones eléctricas	Diario	10 minutos por cada parada de máquina	AUTÓNOMO
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		
Cambio o control de pernos robados o desajustados	Diario	20 minutos por cada parada de máquina	PREVENTIVO
	Mensual		
	4 meses		
	Anual		

EVALUACIÓN TPM POST TEST

Tabla 76: Registro de tiempo de fallas del molino - junio

REGISTRO DE TIEMPO DE FALLAS DEL MOLINO - FEBRERO		
Fecha	Observaciones	Tiempo de falla
2/06/2023	Sonido extraño en el gusano y se paró a revisar por precaución	1.02
10/06/2023	El motor se detuvo debido a un mal cableado	0.58
16/06/2023	Se interrumpió el flujo regular del maíz por motivo de una mala limpieza en la entrada	0.34
16/06/2023	Hubo un atoramiento leve de compuerta	0.17
23/06/2023	Sonido raro en los martillos y se paró por precaución	0.35

Tabla 77: Registro de tiempo de fallas de la mezcladora - junio

REGISTRO DE TIEMPO DE FALLAS DE LA MEZCLADORA - FEBRERO		
Fecha	Observaciones	Tiempo de falla
3/06/2023	Vibraciones fuertes y se paró a revisar	0.45
9/06/2023	Se empezó a sobrecalentar el motor y por precaución se paró a revisar	1.03
15/06/2023	Mucho insumo vertido se detuvo en la puerta	0.28
26/06/2023	Se atasco la puerta de salida de alimento	0.15

Tabla 78: Evaluación MTBF post test

									
EVALUACIÓN MTBF									
Molino					Mezcladora				
Semana	Tiempo total de trabajo	Tiempo de avería	Numero de fallos	MTBF	Tiempo total de trabajo	Tiempo de avería	Numero de fallos	MTBF	
1	48	1.02	1	46.98	48	0.45	1	47.55	
2	48	0.58	1	47.42	48	1.03	1	46.97	
3	47	0.51	2	23.25	47	0.28	1	46.72	
4	48	0.35	1	47.65	48	0.15	1	47.85	
				Promedio	41.32			Promedio	47.27

Tabla 79: Evaluación MTTR post test

								
EVALUACION MTTR								
Molino				Mezcladora				
Semana	Tiempo total de mantenimiento	Número de acciones de reparación	MTTR	Tiempo total de mantenimiento	Número de acciones de reparación	MTTR		
1	1.02	1	1.02	0.45	1	0.45		
2	0.58	1	0.58	1.03	1	1.03		
3	0.51	2	0.26	0.28	1	0.28		
4	1	1	1	0.15	1	0.15		
			Promedio	0.71			Promedio	0.48

Tabla 80: Disponibilidad post test de las maquinarias del molino Synutre

						
DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA						
Molino				MEZCLADORA		
Semana	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
1	46.98	1.02	97.88%	47.55	0.45	99.06%
2	47.42	0.58	98.79%	46.97	1.03	97.85%
3	23.25	0.26	98.91%	46.72	0.28	99.40%
4	47.65	1	97.94%	47.85	0.15	99.69%
Promedio			98.38%	Promedio		99%

PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA POST TEST

Tabla 81: Productividad mano de obra de maíz molido - post test

MAÍZ MOLIDO			
Año 2023	Productividad de mano de obra		
Junio	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas hombre	Unidades/Total horas hombre
Semana 1	148	95	1.558
Semana 2	157	96	1.635
Semana 3	155	96	1.615
Semana 4	149	94	1.585
			1.598

Tabla 82: Productividad mano de obra de engorde - post test

ENGORDE			
Año 2023	Productividad de mano de obra		
Junio	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas hombre	Unidades/Total horas hombre
Semana 1	94	48	1.958
Semana 2	71	48	1.479
Semana 3	79	47	1.681
Semana 4	85	48	1.771
			1.722

Tabla 83: Productividad mano de obra de alimento crecimiento - post test

CRECIMIENTO			
Año 2023	Productividad de mano de obra		
Junio	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas hombre	Unidades/Total horas hombre
Semana 1	84	48	1.750
Semana 2	92	48	1.917
Semana 3	78	47	1.660
Semana 4	70	48	1.458
			1.696

PRODUCTIVIDAD MAQUINARIA POST TEST

Tabla 84: Productividad maquinaria de maíz molido - post test

MAÍZ MOLIDO			
Año 2023	Productividad de Maquinaria		
Junio	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas maquina	Unidades/total horas maquinas
Semana 1	148	48	3.083
Semana 2	157	48	3.271
Semana 3	155	47	3.298
Semana 4	149	48	3.104
			3.189

Tabla 85: Productividad maquinaria de alimento engorde - post test

ENGORDE			
Año 2023	Productividad de Maquinaria		
Junio	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas maquina	Unidades/total horas maquinas
Semana 1	94	48	1.958
Semana 2	71	48	1.479
Semana 3	79	47	1.681
Semana 4	85	48	1.771
			1.722

Tabla 86: Productividad maquinaria de alimento crecimiento - post test

CRECIMIENTO			
Año 2023	Productividad de Maquinaria		
Junio	Unidades Producidas (sacos)	Total, de horas maquina	Unidades/total horas maquinas
Semana 1	84	48	1.750
Semana 2	92	48	1.917
Semana 3	78	47	1.660
Semana 4	70	48	1.458
			1.696

CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL POST TEST

Tabla 87: Ingreso por ventas - junio

RESULTADOS POR LAS VENTAS				
Junio - 2023		Unidades Producidas (sacos)	Precio x unidad	Total
Maíz Molido	Semana 1	148	S/. 70.00	S/. 10,360.00
	Semana 2	157	S/. 70.00	S/. 10,990.00
	Semana 3	155	S/. 70.00	S/. 10,850.00
	Semana 4	149	S/. 70.00	S/. 10,430.00
Engorde	Semana 1	94	S/. 135.00	S/. 12,690.00
	Semana 2	71	S/. 135.00	S/. 9,585.00
	Semana 3	79	S/. 135.00	S/. 10,665.00
	Semana 4	85	S/. 135.00	S/. 11,475.00
Crecimiento	Semana 1	84	S/. 135.00	S/. 11,340.00
	Semana 2	92	S/. 135.00	S/. 12,420.00
	Semana 3	78	S/. 135.00	S/. 10,530.00
	Semana 4	70	S/. 135.00	S/. 9,450.00

Tabla 88: Costo de producción - junio

COSTOS DE PRODUCCIÓN					
Junio - 2023		Costos de mano de obra	Costo de Materiales	CIF (Costos indirectos de fabricación)	Total
Maíz Molido	Semana 1	S/. 470.00	S/. 7,630.00	S/. 288.46	S/. 8,393.46
	Semana 2	S/. 480.00	S/. 7,770.00	S/. 288.46	S/. 8,538.46
	Semana 3	S/. 470.00	S/. 7,560.00	S/. 285.96	S/. 8,325.96
	Semana 4	S/. 450.00	S/. 7,210.00	S/. 288.46	S/. 7,968.46
Engorde	Semana 1	S/. 235.00	S/. 7,419.30	S/. 288.46	S/. 7,947.76
	Semana 2	S/. 240.00	S/. 5,299.50	S/. 288.46	S/. 5,827.96
	Semana 3	S/. 235.00	S/. 6,359.40	S/. 285.96	S/. 6,880.36
	Semana 4	S/. 225.00	S/. 6,359.40	S/. 288.46	S/. 6,887.86
Crecimiento	Semana 1	S/. 235.00	S/. 6,359.40	S/. 288.46	S/. 6,887.86
	Semana 2	S/. 240.00	S/. 7,419.30	S/. 288.46	S/. 7,947.76
	Semana 3	S/. 235.00	S/. 5,299.50	S/. 285.96	S/. 5,820.46
	Semana 4	S/. 225.00	S/. 5,299.50	S/. 288.46	S/. 5,827.96

Tabla 89: Productividad multifactorial - post test

Productividad Multifactorial				
Junio - 2023		Resultados obtenidos (ventas)	Recursos Empleados	Resultados obtenidos/Recursos empleados
Producción	Semana 1	S/. 34,390.00	S/. 23,229.07	1.4805
	Semana 2	S/. 32,995.00	S/. 22,314.17	1.4787
	Semana 3	S/. 32,045.00	S/. 21,026.77	1.5240
	Semana 4	S/. 31,355.00	S/. 20,684.27	1.5159
				1.4998

ANEXO B. FIGURAS

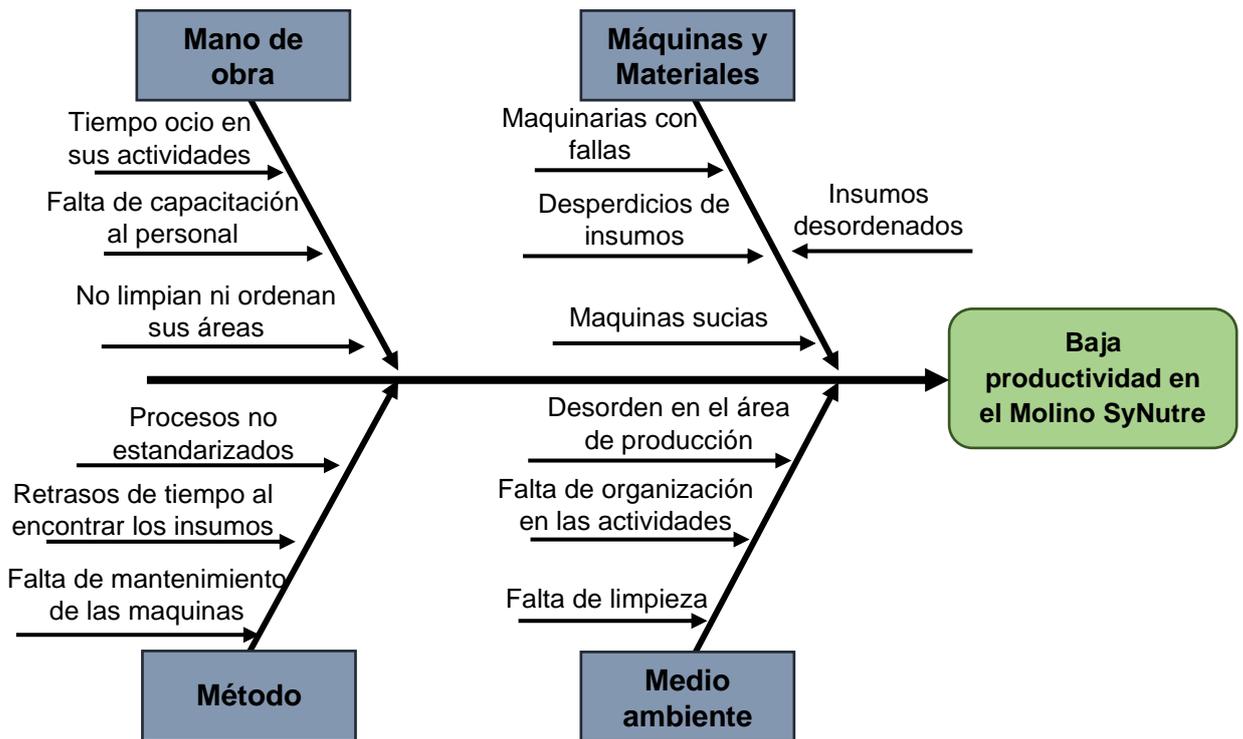


Figura 11: Diagrama de Ishikawa del Molino Synutre 2023

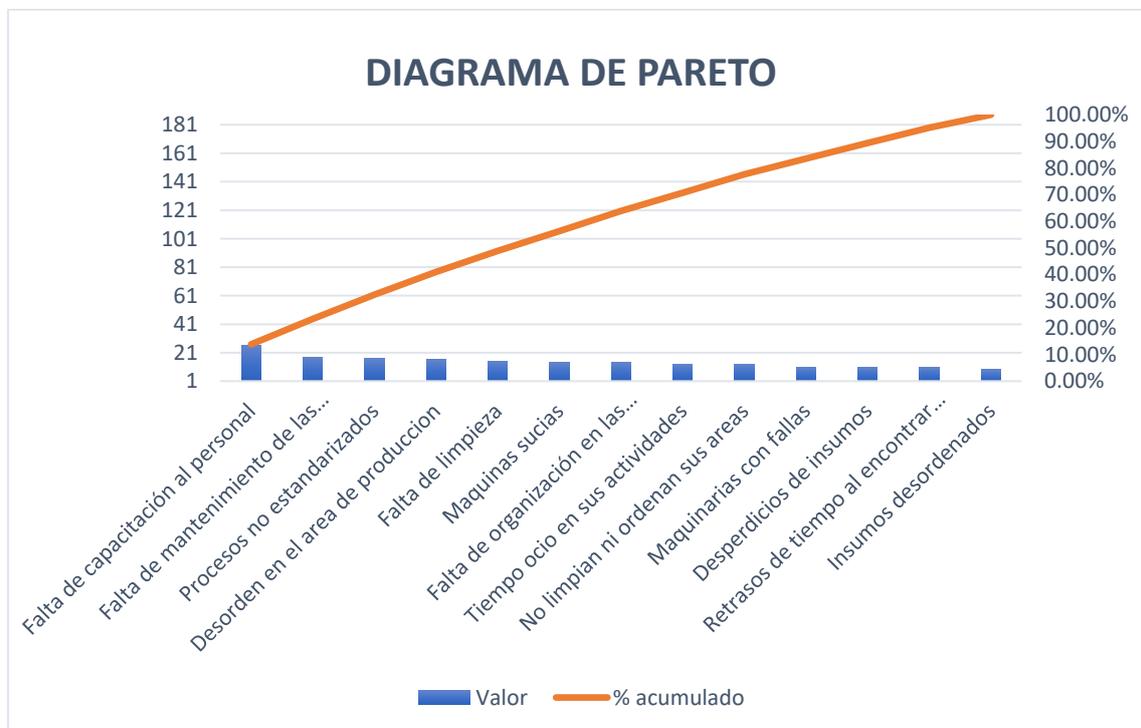


Figura 12: Diagrama de Pareto

TARJETA ROJA 5S

Fecha: ____ / ____ / ____

Area: Produccion

Material/Objeto: _____

Cantidad: _____

ACCION SUGERIDAD

Eliminar

Mantener

Reubicar

Reciclar

Comentario: _____

Figura 13: Modelo de tarjeta roja

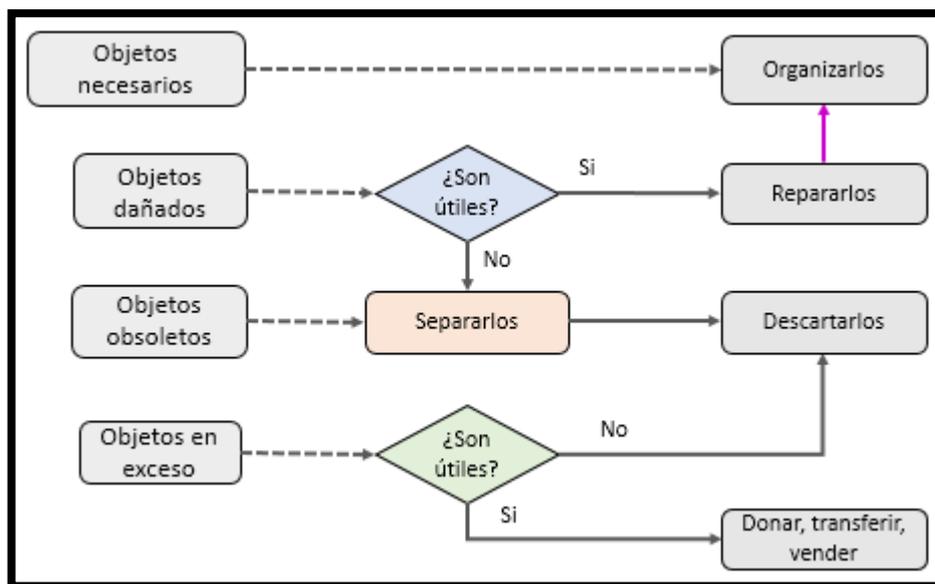


Figura 14: Diagrama de flujo para seleccionar los objetos en el área de producción del molino Synutre



Figura 15: Mezcladora y molino ubicados en el área de producción

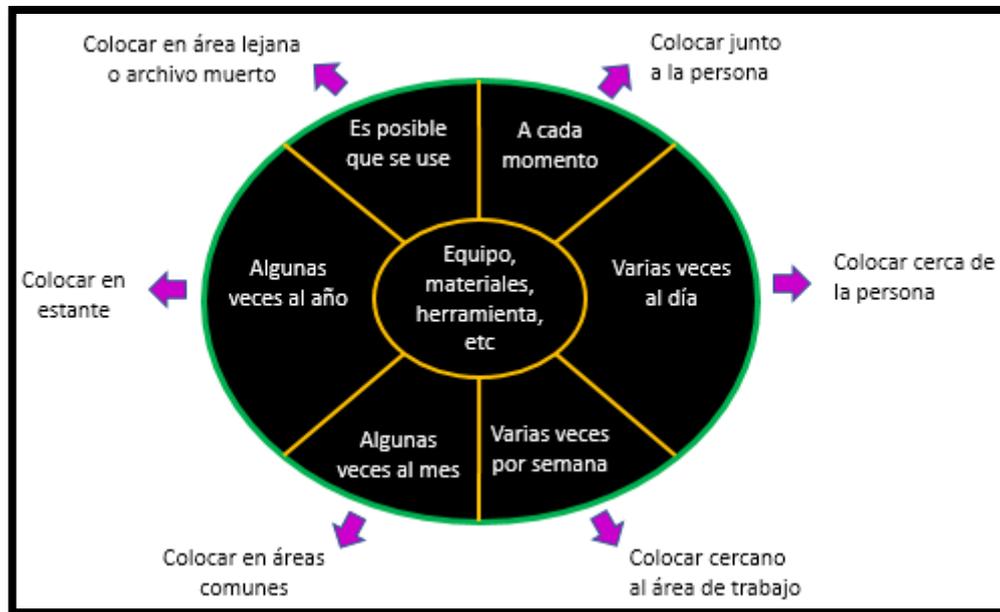


Figura 16: Proceso para ordenar en el área de producción



Figura 17: *Uso de las tarjetas rojas en el área de producción del molino Synutre*



Figura 18: *Antes de la aplicación seiton - ordenar*



Figura 19: Después de la aplicación seiton - Ordenar



Figura 20: Antes de la aplicación seiso - Limpieza



Figura 21: Después de la aplicación seiso - Limpieza



Figura 22: Capacitación 5s



Figura 23: Capacitación TPM



Figura 24: Limpieza y mantenimiento de las maquinas



Figura 25: Capacitaciones por zoom

 MANUAL DE LIMPIEZA				Área	Producción	Fecha	01/06/2023																													
				DIAS																																
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCION DE LA TAREA	EQUIPO DE LIMPIEZA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1	Arturo Guamiz Valera	Limpieza del area de producción	escoba, recogedor, paño																																	
2	Renzo Gutierrez Perez	Limpieza del area de producción	escoba, recogedor, paño																																	
3	Alejandro Vergel Gutierrez	Limpieza del area de producción	escoba, recogedor, paño																																	

Figura 26: Cronograma de limpieza

Instrumento 3. Fichas de evaluación 5s

Clasificación

FICHA DE EVALUACIÓN		
Clasificación		
$\text{Clasificación} = \frac{\text{Total de objetos innecesarios}}{\text{Total de objetos existentes}}$		
Total, de objetos innecesarios	Total, de objetos existentes	Indicador
PROMEDIO		

Orden

FICHA DE EVALUACIÓN		
Orden		
$\text{Orden} = \frac{\text{Total de objetos ordenados}}{\text{Total de objetos existentes}}$		
Total, de objetos ordenados	Total, de objetos existentes	Indicador
PROMEDIO		

Limpieza

FICHA DE EVALUACIÓN			
Limpieza			
$Limpieza = \frac{\textit{Programas de limpieza ejecutados}}{\textit{Total de programas de limpieza}}$			
Día	Programas de limpieza ejecutados	Total, de programas de limpieza	Indicador
1			
2			
3			
4			
PROMEDIO			

Estandarización

FICHA DE EVALUACIÓN			
Estandarización			
$Estandarización = \frac{\textit{Capacitaciones realizadas}}{\textit{Capacitaciones programadas}}$			
Observaciones	Capacitaciones realizadas	Capacitaciones programadas	Indicador
PROMEDIO			

Disciplina

FICHA DE EVALUACIÓN			
Disciplina			
$Disciplina = \frac{\text{Puntaje obtenido de la auditoria}}{\text{Puntaje total de la auditoria}}$			
Auditoria	Puntaje obtenido en la auditoria	Puntaje total de la auditoria	Indicador
PROMEDIO			

Intrumento 4. Ficha de evaluación MTTR

						
EVALUACION MTTR						
Molino				Mezcladora		
Semana	Tiempo total de mantenimiento	Número de acciones de reparación	MTTR	Tiempo total de mantenimiento	Número de acciones de reparación	MTTR
Promedio				Promedio		

Instrumento 5. Ficha de evaluación MTBF

								
EVALUACIÓN MTBF								
Molino					Mezcladora			
Semana	Tiempo total de trabajo	Tiempo de avería	Número de fallos	MTBF	Tiempo total de trabajo	Tiempo de avería	Número de fallos	MTBF
Promedio					Promedio			

ANEXO D. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento **Cuestionario**. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	BRYAN JEFFREY CHILON CABANILLAS
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clinica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Administración, procesos, financiera, educativa
Institución donde labora:	Universidad Privada del Norte
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años (X) Más de 5 años ()
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Cuestionario para saber la opinión de los trabajadores en su área de trabajo
Autores:	- Quezada Gutiérrez, Paolo Johang - Rodríguez Campos, Wiler Jhakson
Tiempo de aplicación:	20 minutos
Ámbito de aplicación:	Área de producción del Molino Synutre
Significación:	Es un formato que nos permitirá saber que opinan los trabajadores sobre el área de producción, con la finalidad de encontrar las causas del problema, se realizaron preguntas para los siguientes temas: mano de obra, máquinas, materiales, método y medio ambiente.

4. Soporte teórico



Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Causas de la problemática / Área de producción	Cuestionario	Es un instrumento de estudio que comprende una sucesión de interrogantes y orientaciones con el fin de recabar datos de los participantes.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presentamos el cuestionario, elaborado por Quezada Gutiérrez, Paolo Johang y Rodríguez Campos, Wiler Jhakson en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Dimensión del instrumento: Cuestionario de preguntas abiertas

- Objetivos de la Dimensión: Recolectar las opiniones de los trabajadores sobre el área de producción, con la finalidad de encontrar las causas del problema.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
		4	4	4	



BRYAN JEFFREY CHILON CABANILLAS
Ingeniero Industrial
Reg CIP N° 244240

Firma y sello del evaluador
DNI: 72957018

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento **Chek list para la auditoria 5s**. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	BRYAM JEFFREY CHILON CABANILLAS		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Clínica ()	Social	()
	Educativa (X)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	Administración, procesos, financiera, educativa.		
Institución donde labora:	Universidad Privada del Norte		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años (X)	Más de 5 años	()
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)			



2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Chek list para la auditoria 5s
Autores:	- Quezada Gutiérrez, Paolo Johang - Rodríguez Campos, Wiler Jhakson
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Área de producción del Molino Synutre
Significación:	Es un formato que permite realizar un diagnóstico inicial sobre el cumplimiento de las 5s en el área de producción.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Lean manufacturing	5s	Es una metodología la cual consiste en asegurar que la compañía funcione eficientemente con los recursos necesarios, cuidando del bienestar de los empleados, manteniendo una estructura organizada y alcanzando un nivel óptimo de productividad en todo momento.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presentamos el chek list para la auditoria 5s, elaborado por Quezada Gutiérrez, Paolo Johang y Rodríguez Campos, Wiler Jhakson en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Dimensión del instrumento: Chek list

- Objetivos de la Dimensión: Diagnosticar el cumplimiento inicial de la metodología 5s.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$PC = \frac{\text{Puntaje alcanzado}}{\text{Puntaje maximo}}$ <i>PC= Porcentaje de cumplimiento</i>		4	4	4	



BRYAN JEFFREY CHILON CABANILLAS
Ingeniero Industrial
Reg CIP N° 244240

Firma y sello del evaluador
DNI: 72957018

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento **fichas de registro 5s**. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	BRYAM JEFFREY CHILON CABANILLAS
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Administración, procesos, financiera, educativa.
Institución donde labora:	Universidad Privada del Norte
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años (X) Más de 5 años ()
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Fichas de registro para la evaluación de cada S correspondiente a la metodología 5s.
Autores:	- Quezada Gutiérrez, Paolo Johang - Rodríguez Campos, Wiler Jhakson
Tiempo de aplicación:	1 meses
Ámbito de aplicación:	Área de producción del Molino Synutre
Significación:	Presenta 5 dimensiones, las cuales son: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina, cada una de ellas cuenta con una ficha de registro para su evaluación en el periodo de 1 mes, con el objetivo de saber cuál es el uso de cada una de ellas en el área de producción del molino Synutre.

4. Soporte teórico



Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
5s / Área de producción	Clasificación	Se busca seleccionar y desaparecer objetos como materiales o equipos innecesarios que no tienen valor.
	Orden	Consta de escoger los elementos no organizados y ponerlos donde encajen de mejor manera.
	Limpieza	Implica limpiar el área de trabajo, eliminando y restableciendo el espacio laboral.
	Estandarización	Busca crear una serie de pautas para así mantener el área de trabajo organizado y limpio.
	Disciplina	Es fundamental para sostener lo implementado, requiriendo de cambios proactivos en las costumbres de los trabajadores en toda la empresa.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presentamos las fichas de registro para la evaluación de cada S correspondiente a la metodología 5s, elaborado por Quezada Gutiérrez, Paolo Johang y Rodríguez Campos, Wiler Jhakson en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Dimensiones del instrumento: Fichas de registro para cada S. Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina.

- Primera dimensión: **Clasificar**
- Objetivos de la Dimensión: Determinar cuál es su porcentaje de clasificación que hay en el área de producción.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$POCC = \frac{NTOI}{NTOE}$ <p>POCC= Porcentaje de objetos clasificados correctamente.</p> <p>NTOI= Número total de objetos innecesarios</p> <p>NTOE= Número total de objetos existentes</p>		4	4	4	



- Segunda dimensión: **Ordenar**
- Objetivos de la Dimensión: Determinar el porcentaje de objetos que fueron ordenados.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$POOC = \frac{NTOO}{NTOE}$ <p>POOC= Porcentaje de objetos ordenados correctamente</p> <p>NTOO= Número total de objetos ordenados</p> <p>NTOE= Número total de objetos existentes</p>		4	4	4	

- Tercera dimensión: **Limpiar**
- Objetivos de la Dimensión: Determinar cuál es su porcentaje de programas de limpieza que fueron ejecutados.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$PL = \frac{NPLE}{NTPL}$ PL= Porcentaje de limpieza NPLE= Número de programas de limpieza ejecutados NTPL= Número total de programas de limpieza		4	4	4	

- Cuarta dimensión: **Estandarizar**
- Objetivos de la Dimensión: Determinar cuál es su porcentaje de capacitaciones al personal realizadas.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$PC = \frac{NCR}{NCP}$ PC= Porcentaje de capacitaciones NCR= Número de capacitaciones realizadas NCP= Número de capacitaciones programadas		4	4	4	

- Quinta dimensión: **Disciplina**
- Objetivos de la Dimensión: Determinar cuál es su porcentaje de auditorías realizadas.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$PA = \frac{POA}{PTA}$ PA= Porcentaje de auditorías POA= Puntaje obtenido de la auditoría PTA= Puntaje total de la auditoría		4	4	4	



BRYAN JEFFREY CHILON CABANILLAS
 Ingeniero Industrial
 Reg CIP N° 244240

Firma y sello del evaluador
 DNI: 72957018

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento **fichas de evaluación TPM**. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	BRYAM JEFFREY CHILON CABANILLAS		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Clínica ()	Social	()
	Educativa (X)	Organizacional	()
Áreas de experiencia profesional:	Administración, procesos, financiera, educativa.		
Institución donde labora:	Universidad Privada del Norte		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años (X)		
	Más de 5 años ()		
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)			



2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Fichas de evaluación TPM
Autores:	- Quezada Gutiérrez, Paolo Johang - Rodríguez Campos, Wiler Jhakson
Tiempo de aplicación:	1 meses
Ámbito de aplicación:	Área de producción del Molino Synutre
Significación:	Se busca saber la disponibilidad de la maquinaria, la cual consta de dimensiones que son las siguientes: MTBF (tiempo medio entre fallos) y MTTR (Tiempo medio de reparación).

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
TPM / Área de producción	Disponibilidad	Se refiere a la capacidad de un bien para cumplir una función necesaria en situaciones particulares y en un momento específico
	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Hace referencia al promedio de tiempo que pasa entre la ocurrencia de una falla o avería y la siguiente en un equipo específico
	Tiempo medio de reparación (MTTR)	Se refiere al promedio de tiempo requerido para solucionar fallas y reparar el objeto dañado

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presentamos las fichas de evaluación correspondientes a la herramienta TPM, elaborado por Quezada Gutiérrez, Paolo Johang y Rodríguez Campos, Wiler Jhakson en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Dimensiones del instrumento: Disponibilidad, MTBF y MTTR

- Primera dimensión: **Disponibilidad**
- Objetivos de la Dimensión: Determina cual es el porcentaje que dispone una maquina para su determinada función.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$ D= disponibilidad		4	4	4	

- Segunda dimensión: **Tiempo medio entre fallas (MTBF)**
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la media de tiempo entre fallos reparables de las maquinarias.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$MTBF = \frac{TTT - TA}{NF}$ TTT= Tiempo total de trabajo TA= Tiempo de avería NF= Número de fallas		4	4	4	

- Tercera dimensión: **Tiempo medio de reparación (MTTR)**
- Objetivos de la Dimensión: Determinar el tiempo de reparación por cada falla de las maquinarias

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
$MTTR = \frac{TTM}{NAR}$ TTM= tiempo total de mantenimiento NAR= numero de acciones de reparación		4	4	4	

Firma y sello del evaluador
DNI: **72957018**



BRYAM JEFFREY CHILON CABANILLAS
 Ingeniero Industrial
 Reg CIP N° 244240



ANEXO D. DOCUMENTACIÓN

Documento 1: Constancia para el reconocimiento de la problemática en el Molino SyNutre

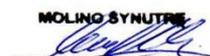


CONSTANCIA

Por medio de la presente, se hace constar que el Molino Synutre, ubicado en el sector San Salvador del Distrito de Paiján, Ascope, La Libertad; reconoce tener problemas con su productividad en el área de producción.

Se ha identificado que existen ciertas dificultades en el proceso de producción que están afectando negativamente nuestra capacidad y eficiencia.

La presente solicitud se emite con el propósito de la parte interesada para utilizarse con fines académicos.

MOLINO SYNUTRE

Carlos Alberto Guarniz Valera
GERENTE GENERAL

Sello y firma del representante de la empresa
Carlos Alberto Guarniz Valera
DNI: 42851086
Cargo: Gerente General

Paiján, 08 de abril del 2023

Av. Panamericana Paiján – Ascope – La Libertad
Teléfono: 961025459
RUC: 10428510866

Documento 2: Acta de acceso a informacion para el desarrollo de tesis



ACTA DE ACCESO DE INFORMACION PARA EL DESARROLLO DE TESIS

El representante de la empresa: **Carlos Alberto Guarniz Valera**, hace conocimiento que los estudiantes **Quezada Gutiérrez Paolo Johang** y **Rodriguez Campos Wiler Jhakson**, de la Universidad Cesar Vallejo de la escuela de Ingeniería Industrial, han solicitado acceso a las áreas del **Molino Synutre**, situada en el sector San Salvador del distrito de Paijan, provincia de Ascope del departamento de la libertad, el motivo es para el recojo de datos que le ayudaran a realizar su proyecto de investigación para culminar su carrera.

La empresa se compromete a brindarles la autorización y se limita, previo acuerdo al estudiante, a dar o no datos confidenciales, dado la política de la empresa.

Es potestad del estudiante aplicar todos sus conocimientos en el desarrollo del trabajo de investigación a realizar.

Firma del estudiante
Quezada Gutiérrez Paolo Johang
DNI: 73535697

Firma del estudiante
Rodriguez Campos Wiler Jhakson
DNI: 75285827



Sello y firma del representante de la empresa
Carlos Alberto Guarniz Valera
DNI: 42851086
Cargo: Gerente General

Av. Panamericana Paiján – Ascope – La Libertad
Teléfono: 961025459
RUC: 10428510866

Documento 3: Autorización para el desarrollo de tesis



AUTORIZACIÓN PARA EL DESARROLLO DE TESIS

Con la firma del presente documento se da la autorización a los tesisistas **Quezada Gutiérrez Paolo Johang** y **Rodríguez Campos Wiler Jhakson**, para el desarrollo de la tesis titulada: **“Aplicación de las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad del molino Synutre, Paján, 2023”**, siendo conveniente la realización de este documento para la mejora y conformidad de los datos expuestos en la presente tesis.

Atentamente:

MOLINO SYNUTRE

Carlos Alberto Guarniz Valera
GERENTE GENERAL

Sello y firma del representante de la empresa
Carlos Alberto Guarniz Valera
DNI: 42851086
Cargo: Gerente General

Av. Panamericana Paján – Ascope – La Libertad
Teléfono: 961025459
RUC: 10428510866

Documento 4: Autorización para publicación de tesis en el repositorio



AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TESIS EN EL REPOSITORIO

Carlos Alberto Guarniz Valera

Gerente general

Molino Synutre

07 de abril del 2023

Estimados estudiantes Quezada Gutiérrez Paolo Johang y Rodríguez Campos Wiler Jhakson, en respuesta a la carta de ustedes en la que solicitan la autorización para publicar la tesis denominada: **"Aplicación de las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad del molino Synutre, Paján, 2023"**, en el **Repositorio de la Biblioteca de la Universidad Cesar Vallejo**, así como en **revistas especializadas en Investigación científica**, a fin de contribuir con la base de datos académica que les permita llevar a cabo investigaciones en la misma línea, la que se implementó en nuestra empresa.

Les brindamos la autorización para la publicación de lo antes mencionado. Así mismo se les agradece por el aporte brindado a nuestra empresa.

Saludos cordiales

Atentamente

MOLINO SYNUTRE
CARLOS ALBERTO GUARNIZ VALERA
GERENTE GENERAL

Sello y firma del representante de la empresa
Carlos Alberto Guarniz Valera
DNI: 42851086
Cargo: Gerente General

Av. Panamericana Paján – Ascope – La Libertad
Teléfono: 961025459
RUC: 10428510866

Documento 5: Cuestionario para saber la opinión de los trabajadores en su área de trabajo

N°	PREGUNTAS	PORQUÉ 1	PORQUÉ 2	PORQUÉ 3	CAUSA RAIZ
Mano de obra					
1	¿El ambiente en su área de trabajo es el adecuado?	- No es adecuado el ambiente de trabajo. - No están capacitados para trabajar.	- Falta limpieza y un área más amplia.	- Personal actividad sin en ocasiones.	- Tiempo ocio en sus actividades. - Falta de capacitación al personal. - No limpian ni ordenan sus áreas
2	¿Sienten que están capacitados para laborar en el área donde se encuentran?				
Máquinas y Materiales					
3	¿Sus maquinarias tienen mantenimiento continuo?	- No hay funcionamiento adecuado de máquinas. - No se detecta insumos tan fáciles.	- Hay polvo y suciedad en las máquinas.	- Hay desperdicio de insumos y eso mismo genera suciedad en las máquinas.	- Maquinas con fallas. - Maquinas sucias. - Desperdicio de insumos. - Insumos desordenados.
4	¿El funcionamiento de sus máquinas son adecuadas?				
5	¿Es fácil detectar los insumos a usar?				
Método					
6	¿Existen estrategias para revisar los problemas de sus máquinas?	- No hay estrategias adecuadas.	- Falta de planificación.	- No hay un procedimiento fijo para todos los días de producción.	- Procesos no estandarizados. - Retrasos de tiempo al encontrar los insumos. - Falta de mantenimiento de las máquinas.
7	¿Existen estrategias para ubicar los productos correctamente?				
Medio ambiente					
8	¿Se sienten cómodos con el ambiente de su área de trabajo?	- Existe poca comodidad.	- No se limpia el área de producción como se debería.	- Personal poco organizado para mantener su área de trabajo limpio.	- Desorden en el área de producción. - Falta de organización en las actividades. - Falta de limpieza.
9	¿Sienten que están bien organizados en sus labores?				

Firma:


MOLINO SYMETER
Carlos Alberto Guzmán
GERENTE GENERAL

Documento 6: Validez de informacion de la producción del Molino Synutre



PRODUCCIÓN SEMANAL DEL MES DE FEBRERO DEL AÑO 2023

PRODUCCION SEMANAL DE MAIZ MOLIDO - FEBRERO	
N°	PRODUCCIÓN (Kg)
Semana 1	5 450
Semana 2	5 550
Semana 3	5 400
Semana 4	5 150
Total	21 550

PRODUCCION SEMANAL DE CRECIMIENTO - FEBRERO	
N°	PRODUCCIÓN (Kg)
Semana 1	3 100
Semana 2	3 800
Semana 3	2 800
Semana 4	2 400
Total	12 100

PRODUCCION SEMANAL DE ENGORDE - FEBRERO	
N°	PRODUCCIÓN (Kg)
Semana 1	3 700
Semana 2	2 600
Semana 3	3 100
Semana 4	3 100
Total	12 500

MOLINO SYNUTRE

Carlos Alberto Guarniz Valera
GERENTE GENERAL

Sello y firma del representante de la empresa
Carlos Alberto Guarniz Valera
DNI: 42851086
Cargo: Gerente General

Av. Panamericana Paján – Ascope – La Libertad
Teléfono: 961025459
RUC: 10428510866

Documento 7: Carta de compromiso para cumplir con el cronograma de limpieza



CARTA DE COMPROMISO

Yo **Carlos Alberto Guarniz Valera** gerente general de la empresa **Synutre** con DNI N° **42851086**, me comprometo a que mis trabajadores del área de producción cumplan, con el cronograma de limpieza semanal establecido por los investigadores.

MOLINO SYNUTRE

Carlos Alberto Guarniz Valera
GERENTE GENERAL

Sello y firma del representante de la empresa
Carlos Alberto Guarniz Valera
DNI: 42851086
Cargo: Gerente General

Av. Panamericana Paján – Ascope – La Libertad
Teléfono: 961025459
RUC: 10428510866

Documento 8: Constancia de compromiso para la implementación TPM



**CONSTANCIA DE COMPROMISO PARA LA IMPLMENTACIÓN DEL
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

El gerente y los trabajadores formalizan el presente compromiso de involucrarse en la implementación del TPM (Mantenimiento productivo total) en el molino Synutre ubicado en el distrito de Paján.

Dan constancia de cumplir con dicha implementación, por ende, el gerente responsable del molino firma en modo de conformidad este documento.

Fecha: 25/03/2023

MOLINO SYNUTRE

Carlos Alberto Guarniz Valera
GERENTE GENERAL

Sello y firma del representante de la empresa
Carlos Alberto Guarniz Valera
DNI: 42851086
Cargo: Gerente General

Av. Panamericana Paján – Ascope – La Libertad
Teléfono: 961025459
RUC: 10428510866

Documento 9: Manual de mantenimiento autónomo para el molino

		MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA MAQUINARIA MOLINO	
Descripción del problema			
<p>Presencia de numerosas averías en el equipo afecta el funcionamiento habitual de la maquina y provoca retrasos en la producción de maíz molido.</p>			
Averías y sus signos para detectarlas			
Averías	Signos para su detección	Tipo de actividad	Responsable
Rotura de eje de rotación	Se apaga el motor	Lubricación de las chumaceras	Operario
Rotura de martillo, fragmento de zaranda	Ruidos continuos fuertes	Lubricación de martillos	Operario
Giro de polea	Olor a quemado	Cambio de faja	Operario
	Desgaste de faja		
Rotura de polea	Desgaste	Lubricación de polea	Operario
	Pequeñas fracturas		
Carencia de ventilador	Panel de control se apaga	Descanso de motor	Operario
Inspecciones diarias a seguir			
1. Chequear si tuercas y pernos están bien ajustados.			
2. Chequear si las chumaceras aún mantienen su lubricación.			
3. Chequear faja que este en perfecto estado.			
4. Chequear si la entrada por donde ingresa el maíz este limpia para evitar atascamientos.			
5. Chequear si martillos siguen lubricados.			
6. Chequear sin el motor eléctrico está limpio sin cables desprotegidos.			
7. Chequear temperatura de circuitos.			

En modo de conformidad y compromiso el gerente del molino Synutre valida lo mostrado en este documento.


MOLINO SYNUTRE
Carlos Alberto Guarniz Valera
GERENTE GENERAL

Sello y firma del representante de la empresa
 Carlos Alberto Guarniz Valera
 DNI: 42851086
 Cargo: Gerente General

Documento 10: Manual de mantenimiento autónomo para la mezcladora

		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MAQUINARIA MEZCLADORA	
Descripción del problema			
Averías en el equipo interrumpen el normal desenvolvimiento de la maquina y ocasiona retraso en la producción de alimento balanceado.			
Averías y sus signos para detectarlas			
Averías	Signos para su detección	Tipo de actividad	Responsable
Desprendimiento del gusano	Ruidos fuertes internos	Capacidad de alimento llenado	Operario
Carencia del ventilador	Panel de control se apaga	Descanso de motor	Operario
Rotura de eje de rotación	Se apaga el motor	Lubricación de chumaceras	Operario
Inspecciones diarias a seguir			
1. Chequear si tuercas y pernos están bien ajustados.			
2. Chequear si los engranajes mantienen su lubricación.			
3. Chequear si el gusano está en perfecto estado.			
4. Chequear si la entrada por donde ingresa los insumos este limpia para evitar atascamientos.			
5. Chequear sin el motor eléctrico está limpio sin cables desprotegidos.			
6. Chequear temperatura de circuitos.			
7. Chequear si la compuerta este limpia y aceitada.			

En modo de conformidad y compromiso el gerente del molino Synutre valida lo mostrado en este documento.

MOLINO SYNUTRE

Carlos Alberto Guarniz Valera
GERENTE GENERAL

Sello y firma del representante de la empresa
Carlos Alberto Guarniz Valera
DNI: 42851086
Cargo: Gerente General