

Improvement proposal based on Lean Manufacturing tools to reduce overcosts in the production and maintenance areas at Molinera de cereales, Trujillo 2021

Geraldine Dayana Gálvez More, Industrial engineer¹, Neimy Marian Hernandez Ortiz, Industrial engineer¹ , Miguel Enrique Alcalá Adrianzén, Doctor of Science and Engineering² 

¹Universidad Privada del Norte, Perú, geraldinegalvez22@gmail.com, neimymarian@gmail.com

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

Abstract - The general objective of this investigation was to determine the influence of the improvement based on Lean Manufacturing tools on cost overruns in production and maintenance areas at Molinera de Cereales, Trujillo 2021. Data collection techniques such as observation and documentary analysis were used. Based on this, the problems that affect the costs in the company were determined, being: the lack of production programming, lack of supplier management, lack of quality control, lack of machinery, lack of staff training, lack of a maintenance plan and lack of stock of spare parts, for this reason an improvement proposal was developed in the areas of production and maintenance applying Lean Manufacturing tools such as: MRP, Diffused AHP Supplier Management, Training, Line Balance, Preventive Maintenance and Management of critical spare parts stock, obtaining an annual benefit of S/79,640.20, in addition, a total reduction in the costs of the production area of 64.28% was achieved, that is, there is a saving of S/ 307,858.58 per year and of the area of maintenance of 72.88%, that is, there is a saving of S/539,543.61 per year. Finally, the results obtained were compared, showing that Lean Manufacturing tools reduced cost overruns. Finally, the contributions of this study will be used for future research taking into account the variables used and the Milling sector.

Keywords: Line balance, Promodel, MRP, Wheat, Time study.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Propuesta de mejora basada en herramientas Lean Manufacturing para reducir sobrecostos en las áreas de producción y mantenimiento en Molinera de Cereales, Trujillo 2021

Geraldine Dayana Gálvez More, Ingeniera Industrial¹, Neimy Marian Hernandez Ortiz, Ingeniera Industrial¹ , Miguel Enrique Alcalá Adrianzén, Doctor en Ciencias e Ingeniería² 

¹Universidad Privada del Norte, Perú, geraldinegalvez22@gmail.com, neimymarian@gmail.com

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

Resumen - La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la mejora basada en herramientas Lean Manufacturing en los sobrecostos en áreas de producción y mantenimiento en Molinera de cereales, Trujillo 2021. Se empleó como técnicas de recolección de datos como la observación y el análisis documental. En base a ello, se determinaron los problemas que afectan a los costos en la empresa siendo: la falta de programación de producción, falta de gestión de proveedores, falta de un control de calidad, falta de maquinaria, falta de capacitación al personal, falta de un plan de mantenimiento y falta de stock de repuestos, por esta razón se desarrolló una propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento aplicando herramientas Lean Manufacturing como: MRP, Gestión de Proveedores AHP Difuso, Capacitaciones, Balance de línea, Mantenimiento Preventivo y Gestión de stock de repuestos críticos, obteniendo un beneficio anual de S/79,640.20, además se logró una reducción total en los costos del área de producción de 64.28%, es decir, hay un ahorro de S/ 307,858.58 por año y del área de mantenimiento de 72.88%, es decir, hay un ahorro de S/539,543.61 por año. Finalmente, se compararon los resultados obtenidos donde se demuestra que las herramientas Lean Manufacturing redujeron los sobrecostos. Por último, los aportes de este estudio serán utilizados para investigaciones futuras tomando en cuenta las variables utilizadas y el sector Molinero.

Palabras clave: Balance de línea, Promodel, MRP, Trigo, Estudio de tiempos.

I. INTRODUCCIÓN

El sector molinero estuvo en constante cambio a nivel mundial, con un crecimiento continuo, aumentando la demanda de alimentos [1] [2].

Uno de los cereales más comercializados en el mercado internacional fue el trigo, el más utilizado para el consumo humano en el mundo [3], asimismo, fue el insumo principal para la producción de harinas, destinadas a la elaboración de pan, fideos, galletas, entre otros [4]. Entre los años 2019 y 2020 el porcentaje de exportaciones aumentó un 10,9% [5].

Ref. [6] indicó que la producción de trigo alcanzó un crecimiento de 21,42%, registrándose 14 mil toneladas más respecto al año 2020 debido a las favorables condiciones térmicas, este comportamiento se reflejó en los porcentajes de los principales departamentos productores como La Libertad con un 26,57%.

Ref. [7] el marco teórico fue una de las partes fundamentales para la investigación, ya que fue una guía y soporte conceptual. Las cuales se mencionan a continuación:

Ref. [8] afirmó que en el área de producción se transformaban los insumos en productos.

Para esta área las herramientas que se utilizaron fueron las siguientes:

Lean Manufacturing, son un conjunto de principios y herramientas de gestión de la producción que buscan la mejora continua [9], cuyo principal objetivo fue eliminar desperdicios o actividades que no agregan valor, tales como; sobreproducción, espera, inventario, transporte, defectos, desperdicio de procesos, movimientos innecesarios y subutilización de la capacidad de los empleados, al eliminarlos, la calidad aumenta mientras que los tiempos de producción y costos disminuyen en muy poco tiempo [10]. Asimismo, la filosofía Lean se consideró novedosa y relevante dentro de las empresas, pues permitió optimizar los procesos de producción y eliminar actividades que no proveen beneficios a la empresa [11].

Entre las herramientas Lean Manufacturing, se tiene a la planeación de los requerimientos de materiales (MRP) se utilizó para administrar la demanda y el inventario de artículos con demanda derivada. El MPS es un componente del MRP, es un plan con énfasis en el momento en que un producto final está disponible para la venta o envío [12].

La ISO 9001:2015 una norma internacional que proporciona los recursos necesarios a una organización para mejorar su rendimiento basado en el principio de planificar-hacer-controlar-actuar, con el fin de obtener una mejora continua [13].

La gestión de proveedores comenzó con el manejo adecuado de la información que las empresas tienen sobre los proveedores para la adecuada selección de estos, dependiendo de la necesidad específica o particular que tenga la empresa [14].

El Proceso Analítico de Jerarquización (Analytical Hierarchy Process, AHP) es una técnica de apoyo para la toma de decisiones multicriterio que se basa en la jerarquización, comparación pareada, y en los pesos de importancia de los

critérios considerados que servirán para realizar la selección de la mejor alternativa [15].

El estudio de tiempos consistió en determinar el tiempo requerido para completar un proceso, actividad, tarea o paso específico [16].

El Takt time (TT) se establece con base en la demanda del mercado y el tiempo disponible para la producción; es el ritmo de producción necesario para satisfacer la demanda. Matemáticamente, resulta de la relación entre el tiempo disponible para producir (capacidad disponible) y el número de unidades a producir (demanda) [17]. Con la fórmula:

$$TT = \frac{\text{Time available}}{\text{Demand}} \quad (1)$$

El balanceo de línea se caracterizó por un conjunto de n actividades distintas que se deben realizar en cada uno de los productos y el objetivo fue organizar las actividades en grupos y que cada grupo de actividades se lleve a cabo en una sola estación de trabajo minimizando el tiempo ocioso [17].

Ref. [18], el mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades mediante las cuales se mantiene o se restaura un equipo, máquina, construcción civil o instalación, a un estado apto para realizar sus funciones.

Ref. [19] menciona que el mantenimiento preventivo se refiere a no esperar a que las máquinas fallen para repararlas, sino programar los recambios con el tiempo necesario antes de que ocurra la falla.

Ref. [20] mencionan que los siguientes indicadores forman parte del Mantenimiento Productivo Total (TPM) imprescindible para aplicar Lean Manufacturing: Tiempo promedio transcurrido entre una falla y la siguiente (MTBF) es un valor asignado a un dispositivo para describir su fiabilidad en particular. Este valor asignado indica cuándo puede ocurrir una falla. Cuanto mayor sea este indicador, mayor fiabilidad de los equipos y, en consecuencia, el mantenimiento será evaluado en términos de eficiencia. Tiempo promedio que se tarda en recuperarse de un fallo (MTTR) es una medida básica de mantenimiento de elementos reparables. Representa el tiempo medio necesario para reparar un componente defectuoso. Y se representa mediante las siguientes fórmulas:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}} \quad (2)$$

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}} \quad (3)$$

El ciclo PDCA de Deming, plan-do-check-act (Planificar, hacer, chequear y actuar) que identifica las fases de la mejora continua en los procesos [21].

La capacitación, es un proceso educativo de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, a través del cual el personal adquiere o desarrolla conocimientos y habilidades específicas relacionadas con el trabajo [22].

El SMED es una técnica de Lean Manufacturing desarrollada para acortar los tiempos de cambios de herramientas en las máquinas; esto se logra mediante la

simplificación de las actividades realizadas durante los cambios [23].

Las cinco S (5S) se aplican para asegurar la eficiencia del método Lean Manufacturing, constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas: seleccionar, organizar, limpiar, estandarizar y seguimiento [24]

Correspondiente a la variable dependiente, que en este caso son los sobrecostos:

Ref. [25] el sobrecosto es la adición o exceso de un gasto realizado.

Además, Ref. [26] afirman que al Valor actual neto (VAN) también se le denomina valor presente neto (VPN). Se trata del valor actual de los beneficios netos, hallados utilizando el COK, menos la inversión realizada en el periodo cero. Esta es su representación matemática.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (4)$$

Donde:

BNt: beneficios netos del periodo (t)

i: tasa descuento (tasa de interés en %)

I0: Inversión en el periodo cero

n: vida útil del proyecto

La realización o no de un proyecto dependerá del valor que obtenga. Por ejemplo, un proyecto debe aceptarse cuando $VAN < 0$ y debe rechazarse cuando $VAN > 0$.

Ref. [26] menciona que el COK representa un costo adicional. La relación beneficio – costo representa cuanto genera cada unidad monetaria como beneficios. Esta relación debe de ser > 1 , de modo que, por cada unidad monetaria invertida, tendremos al menos una unidad monetaria como beneficio [27].

Ref. [28] definió la tasa interna de rendimiento/retorno (TIR) como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos.

El presente estudio formuló el problema de la siguiente manera: ¿En qué medida influye la propuesta de mejora basada en herramientas Lean Manufacturing en los sobrecostos en áreas de producción y mantenimiento en una Molinera de cereales, Trujillo 2021?

El objetivo general fue determinar en qué medida influye la propuesta de mejora basada en herramientas Lean Manufacturing en los sobrecostos en áreas de producción y mantenimiento en una Molinera de cereales, Trujillo 2021.

Los objetivos específicos se plantearon de la siguiente manera: Determinar los sobrecostos antes de la propuesta de mejora, y realizar el diagnóstico de las áreas de producción y mantenimiento. Diseñar la propuesta de mejora para las áreas de producción y mantenimiento basada en herramientas Lean Manufacturing. Determinar los sobrecostos después de la propuesta de mejora. Evaluar el impacto económico / financiero de la propuesta de mejora en las áreas de estudio.

Se formuló como hipótesis del problema de investigación: la propuesta de mejora basada en las herramientas Lean

Manufacturing reduce en un 20% los sobrecostos en las áreas de producción y mantenimiento en una molinera de cereales, Trujillo 2021.

En la investigación se utilizó las herramientas Lean Manufacturing como un método de solución, para la mejora continua en los procesos productivos y evidenciar la importancia de utilizar esta metodología con los beneficios que trae consigo. Para que una organización aumente sus ganancias, reduciendo sus costos, manteniendo al cliente satisfecho con sus productos o servicios. Para que esto suceda, se debe mejorar el sistema productivo y la calidad del producto, disminuyendo precios, reduciendo de desperdicios y tiempos.

El presente estudio se justificó de acuerdo con los objetivos de la investigación, el resultado permitió la determinación y aplicación de estrategias necesarias para la solución a los problemas que se encontraron en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa objeto de estudio, al eliminar estos problemas se redujo los sobrecostos de la empresa, asimismo se aumentó la productividad, por lo que se obtuvo una mejor rentabilidad.

La investigación inicia reuniendo información esencial como antecedentes de las herramientas Lean Manufacturing, en la cual se formulan la hipótesis, los objetivos, marco teórico y justificación. seguido de ello, la metodología, de igual forma, se desarrollan los resultados siendo parte importante del estudio presentado mediante figuras y tablas. Por último, está la discusión, conclusiones y deducciones finales en relación con si se cumpla o no la hipótesis y los objetivos de estudio. De acuerdo con la metodología seleccionada, se identificó la población y muestra de estudio, las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Para el procesamiento de los datos se seleccionó los softwares especializados y se describió el procedimiento de la investigación.

II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación fue cuantitativa, la cual tuvo como objetivo recolectar en base a una medición numérica y un análisis estadístico [29] teniendo en cuenta las variables de estudio.

Por la aplicación fue aplicativa porque permite tener información y alternativas de solución a los problemas [30].

Por el diseño fue descriptivo-propositivo porque se describió, analizó y emitió una propuesta dentro de un contexto establecido [31].

La unidad de estudio fueron los procesos en una Molinera de cereales de la ciudad de Trujillo. La población de estudio estuvo conformada por todas las actividades de los procesos; la muestra fue censal y se incluyeron las siguientes actividades de producción: zarandeo, molienda, cribado y ventilado; para mantenimiento: lubricación de máquinas, cambio de aletas, cambio de fajas, mantenimiento correctivo y rebobinado de motor.

Las técnicas de recolección de datos fueron la observación de campo y el análisis documental. Los instrumentos utilizados fueron una guía de observación de

campo, una guía de análisis documental y una guía de entrevista.

Herramientas de análisis de datos: estadística descriptiva, diagrama Ishikawa, diagrama Pareto, matriz de indicadores y diagrama de flujo.

A continuación, se detalla el procedimiento desarrollado en la investigación. Para el desarrollo del primer objetivo se inició con una visita a la Molinera que opera en la ciudad de Trujillo, esta cuenta con 8 años de trayectoria en el mercado y se dedica a la compra, venta y procesamiento de trigo, tarwi, cebada, papa seca, tara y alimento para ganado vacuno y ovino (Afrecho) en mercados locales, nacionales e internacionales. Con la observación en campo y el análisis documental correspondiente, se determinó que el trigo fue el producto con mayor sobrecosto en su proceso de fabricación, por lo que se enfocó en la línea de producción de sus derivados: trigo resbalado y trigo granulado. Debido a ello se elaboró: un diagrama de operaciones (DOP), un diagrama analítico de procesos (DAP), una comparación de Tiempo de ciclo Vs Takt time, Matriz AMFE, análisis de los 5 porqués, un diagrama Ishikawa y una simulación en el Software ProModel del proceso productivo. Asimismo, se tomó como período de evaluación la data histórica del año 2021. Con base en la información obtenida se cuantificaron las pérdidas económicas y se determinaron los sobrecostos de las áreas de producción y mantenimiento. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con Minitab y IBM SPSS Statistics.

Para el desarrollo del segundo objetivo se consultaron distintos antecedentes, lo que permitió obtener argumentos sólidos respecto a las variables y proponer las siguientes alternativas de solución: MRP (Material Requirement Planning), Gestión de proveedores AHP difusa, Balance de Línea, Plan de mantenimiento preventivo y capacitaciones basadas en sistemas de gestión de calidad ISO 9001:2015, gestión total de la calidad – TQM y mantenimiento.

Para el tercer objetivo, se simuló el proceso productivo en el software ProModel, luego de la aplicación de las herramientas de ingeniería industrial para las áreas de estudio y se cuantificó para corroborar si estos disminuyeron, tal como se plantea en la hipótesis del problema de investigación. De lo contrario, se procede a realizar cambios y ajustes a la propuesta.

Y para el último objetivo, se realizó la evaluación económica y financiera en base a los indicadores financieros, determinando la inversión y beneficios de la propuesta, desarrollando el flujo de caja proyectada a 10 años y se determinaron los indicadores COK, VAN, TIR y B/C para respaldar la viabilidad y conveniencia del plan de inversión.

En referencia a los aspectos éticos, para el desarrollo del trabajo de investigación se asumió el compromiso de proteger la información confidencial de la organización, respetando sus parámetros establecidos.

III. RESULTADOS

A. Determinar los sobrecostos antes de la propuesta de mejora, y realizar el diagnóstico de las áreas de producción y mantenimiento.

En el área de producción se determinaron cuatro pérdidas económicas: parada por escasez de materia prima, producto no conforme por baja calidad de materia prima, bajo rendimiento del producto terminado y demoras en secado, y tres en el área de mantenimiento: paradas por fallas de maquinaria, reprocesos por productos no conformes y demoras por compras urgentes de repuestos, los cuales se muestran en la Tabla I.

TABLA I
MATRIZ DE INDICADORES

Causa Raíz	Indicador	Cantidad	Pérdida económica
CR1 Falta de programación de producción	Días no laborables	13	S/11,109.660
CR2 Falta de gestión de proveedores	Sacos de materia prima rechazada	136	S/1,796.450
CR3 Falta de un control de calidad	Subproducto (Sacos)	526	S/33,512.640
CR4 Falta de maquinaria	Sacos no producidos	1771	S/44,199.920
CR5 Falta de capacitación al personal	Tiempo Total de Reparación (Costo de reparación + Costo de mano de obra no utilizada)	88.25 h	S/12,175.000
CR6 Falta de un plan de mantenimiento preventivo	Reprocesos + inoperatividad maquinaria	917 sacos + 94.7 h	S/33,201.990
CR7 Falta de stock de repuestos	Sacos no producidos + sobrecostos de repuestos	321 sacos y 234 soles	S/12,107.453

B. Diseñar la propuesta de mejora para las áreas de producción y mantenimiento basada en herramientas Lean Manufacturing.

Se diseñaron las siguientes herramientas: MRP (Material Requirement Planning), Gestión de proveedores AHP difusa, Balance de Línea, Plan de mantenimiento preventivo y capacitaciones basadas en sistemas de gestión de calidad ISO 9001:2015, gestión total de la calidad – TQM y mantenimiento.

TABLA II
PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Meses por artículo	TR (Sacos)	MP (Sacos)	Sacos (Und)	Hilo (m)
1	146	224	166	0
2	170	255	170	20
3	170	257	171	0
4	171	259	173	20
5	173	266	177	20
6	177	262	175	0
7	175	258	172	20
8	172	260	173	20
9	173	259	173	0
10	173	257	171	20
11	171	0	0	0
12	0	0	0	0

Para la implementación del MRP se adquirió la data histórica del 2021 y se elaboró el diagrama de jerarquía y el PMP. Una vez obtenido todo esto, se elaboró el MRP, dando como resultado el plan de requerimiento de materiales para la Molinera que se muestra en la Tabla II.

Para el método de gestión de proveedores (AHP) difuso se estableció criterios y subcriterios de evaluación, y las alternativas de proveedores en diferentes niveles de jerarquía plasmados en un esquema de árbol. Posteriormente, se analizó la meta u objetivo principal mediante la matriz Meta-Criterios en base a escalas de comparación que van del 1 al 9. Seguido de ello, se elaboró la matriz de comparación de subcriterios con la misma escala, en la que se identifica al proveedor que mejor cumplió con este subcriterio. Posteriormente, evaluamos la calidad del producto, sometiendo a los proveedores a una puntuación; donde < 2 es de baja calidad y ≥ 9 es de alta calidad, la puntuación final osciló entre 1 y 10. Como resultado se obtuvo que el proveedor 2 presentó un desempeño notable en base al producto que ofrece.

Después de analizar a través de las herramientas de mejora se pudo identificar los procesos internos que realiza el área de producción y mantenimiento; con la finalidad de reducir los errores y mejorar la toma de decisiones futuras buscando la estandarización de procesos. Por otro lado, mediante la aplicación de la herramienta PDCA se obtuvo ordenar y organizar los procesos de forma adecuada donde se pueda visualizar las operaciones que realiza el personal y como las están llevando a cabo. Por otra parte, luego de identificar las operaciones y organizar los procesos visualizó mejor las actividades; por lo tanto, con el ciclo se podrá planificar, ejecutar, analizar y hacer dentro de los procesos de producción y mantenimiento, permitiendo corregir los errores que están presentando los trabajadores o la maquinaria, evitando pérdidas monetarias.

Después del PDCA, ya tenemos un alcance de qué errores comete el personal y en base a ello se llevó a cabo un plan de las capacitaciones, abarcando un temario bastante amplio, estableciendo un presupuesto, cronograma en función del tiempo y el número de operarios. La cual se llevó a cabo cada seis meses. Los temas de sistemas de gestión de calidad ISO 9001:2015 y gestión total de la calidad – TQM se desarrollaron en enero y julio. La capacitación en gestión de mantenimiento abarcó un total cuatro meses al año, ya que en enero se trataron los cinco primeros temas y en el mes de febrero los otros dos temas, luego en el mes julio los primeros tres y en el mes de agosto los otros cuatro restantes.

Para el balance de línea se analizaron las estaciones, evaluando cuáles de ellas se puede unir a otra y cuáles no. Por tal motivo, se desarrollaron actuales las estaciones de trabajo, después se agruparon las actividades de la línea de producción en estaciones de trabajo, por ende, se elaboró las estaciones de trabajo mejorada y el balance de línea mejorado que se muestra en la fig. 1.

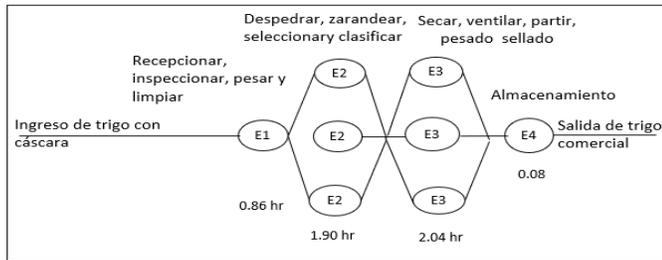


Fig. 1 Balance de línea mejorado

Obteniendo como resultados una producción de 1.18 lotes/ día, un tiempo muerto de – 3.19 y una eficiencia de la línea 6.10 %

Para el plan de mantenimiento preventivo, se comenzó por identificar las maquinas clase A: shambarera, despedradora, ventiladora y partidora. Después, se evaluó la criticidad de la maquinaria en una matriz, estableciendo la carga de trabajo por máquina o equipo (8, 12 o 24 horas) y se determinó los indicadores de mantenimiento (MTBF y MTTR).

$$MTBF = \frac{(24 \text{ hrs}) - (11 \text{ hrs})}{3} \text{ hrs/falla} \quad (5)$$

$$MTTR = \frac{(10 \text{ hrs})}{3} = 3.33 \text{ hrs/falla} \quad (6)$$

Seguidamente, se propuso el plan de mantenimiento preventivo de la máquina crítica (shambarera), debido a ello se elaboró dos órdenes de trabajo; para su motor y tolva, y la ficha técnica. Finalmente, se realizó el programa de mantenimiento preventivo a la shambarera, despedradora, ventiladora y partidora, las frecuencias de mantenimiento oscilaban entre mensual, semestral y anual dependiendo de la actividad.

Para obtener mejores resultados también se aplicó el SMED y las 5s a la máquina shambarera. Se identificó las actividades que se realizan para el mantenimiento de la máquina, luego se clasificó en internas y externas, por lo que se identificó actividades que generan pérdida de tiempo como: dirigirse a traer las herramientas 1.28 minutos, retirar los residuos de trigo y llevarlo al recipiente de desperdicios 1.52 minutos, traer un recipiente con agua y toallas y buscar los pernos de la máquina 1.34 minutos, colocar los pernos 1.41 minutos, siendo actividades externas. Debido a ello, se hicieron las siguientes modificaciones:

- Se instaló un espacio visible para las herramientas, cerca de la máquina con su respectiva señalización.
- Se implementó un recipiente de desperdicios cerca de la máquina
- Se instaló una cañería a 2 metros de la máquina con un recipiente y al operario se le brindó un chaleco para guardar sus implementos de limpieza.
- Se adquirió un recipiente para colocar los pernos y se colocó en el lugar de las herramientas.

Para la gestión de stock de repuestos críticos se evaluó en una matriz aquellos que tienen una mayor frecuencia de uso, como su tiempo de llegada de pedidos, los cuales se pueden

apreciar en la tabla III. De acuerdo con estos indicadores nos basamos en tener un stock de seguridad.

TABLA III
REPUESTOS CRÍTICOS POR TIEMPO DE USO Y DE LLEGADA

Maquinaria	Repuestos	Tiempo Prom. Falla (Anual)	Lead time (Hrs)	Costo Unit.
Shambarera	Fajas	25	5	S/45.00
Despedradora	Fajas	30	5	S/45.00
Ventiladora	Aletas	4	2	S/40.00
Partidora	Fajas	8	2	S/110.00
	Zarandas	8	4	S/40.00
Zaranda	Criba	5	1	S/120.00

C. Determinar los sobrecostos después de la propuesta de mejora.

Para la CR1 se logró reducir la pérdida anual por sacos no producidos a S/ 2,563.725. En el caso de la CR2 la pérdida anual por rechazo de materia prima se redujo a S/ 771.90. En la CR3 se logró disminuir la pérdida anual por bajo rendimiento del producto terminado a S/ 8,311.626. En la CR4, se logró disminuir la pérdida anual por demoras en secado a S/17,545.20. En la CR5 se redujo la pérdida anual por paradas por fallas de maquinaria a S/ 3,666.25. En la CR6 se logró reducir la pérdida anual por reprocesos a S/ 29,254.82. Y en la CR7 se logró reducir la pérdida anual por demoras por compras urgentes de repuestos a S/ 5,890.314. Los resultados obtenidos fueron simulados en el software ProModel, dándonos evidencia de que, si hubo una mejora, entonces el número de total de entradas aumentó como se muestra en la Tabla IV.

TABLA IV
CUADRO COMPARATIVO DE LAS LOCACIONES

Locación	Entradas		Tiempo por entrada promedio (min)	
	Antes	Después	Antes	Después
Recepción, inspección y pesado de MP	6 692	8 131	3 897.56	3201.53
Despedrado	6 506	8 009	61.52	46.41
Zarandeado 1	6 505	8 008	64.87	53.88
Clasificación e inspección de trigo y afrecho 5%	6 504	8 008	74.58	63.49
Envasado, pesado y cocido de afrecho 1	328	38	0	0
Almacenamiento 1	328	38	0	0
Secado	6 175	7 969	76.79	59.99
Ventilado	7 090	8 756	33.6	33.6
Zarandeado 2	7 089	8 755	35.43	33.6
Clasificación e inspección de trigo y afrecho 2%	7 089	8 755	19.64	19.51
Envasado, pesado y cocido de afrecho 2	152	161	0	0
Almacenamiento 2	152	161	0	0
Clasificación e inspección de TR y TG	6 021	7 805	24.53	27.07
Partidora	2 308	3 061	33.6	33.6
Clasificación e inspección de TG y Afrecho	2 308	3 061	19.3	19.48
Pesado y sellado de PT	5 910	7 641	24	24
Clasificación de TR y TG	5 909	7 641	19.2	19.2
Almacenamiento 4	5 909	7 640	4.8	4.8
Envasado, pesado y cocido de afrecho 3	110	164	0	0
Almacenamiento 3	110	164	0	0

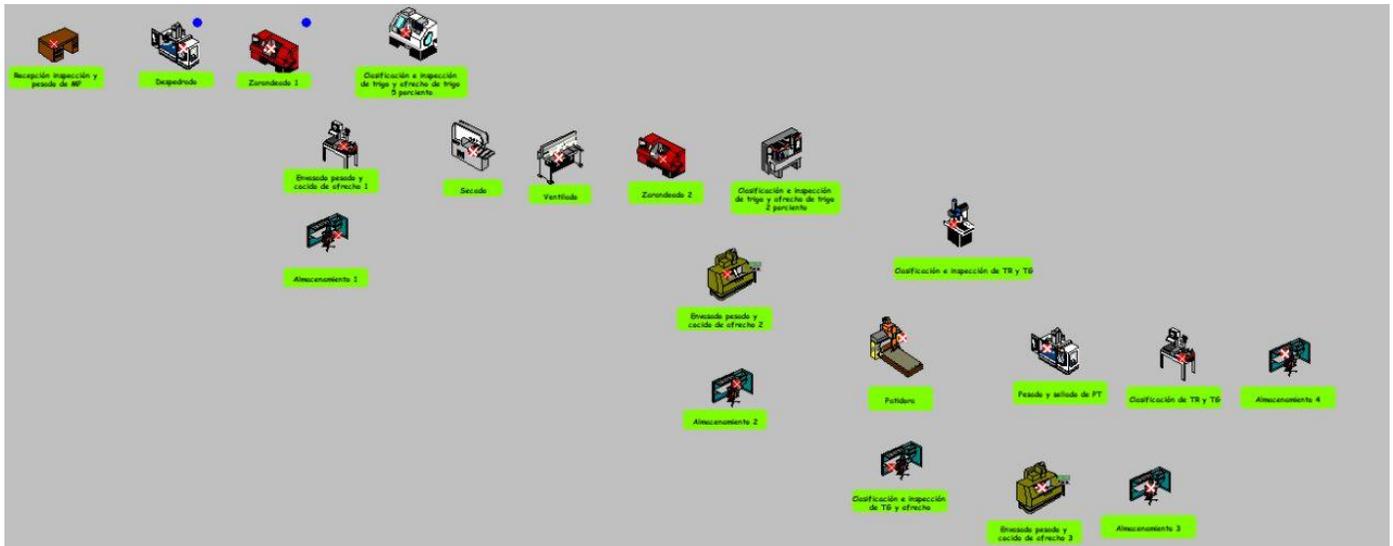


Fig. 2 Layout del modelo

En la Fig. 2, se muestra el Layout del modelo presentando el proceso productivo del trigo en la Molinera a lo largo de 1 año.

La comparación del modelo actual con el modelo mejorado en base a las locaciones, donde se evidenció un aumento de entradas anuales, empezando con la recepción, teniendo en el modelo actual 6692 entradas de MP y para el modelo mejorado aumentó a 8131, debido a una buena gestión de proveedores y a la implementación de un adecuado plan de requerimiento de materiales (MRP). Para la locación secado también presentó un crecimiento de unidades debido a la implementación de una máquina secadora y balance de línea, teniendo 6175 como entradas anuales para el modelo actual y 7969 para el modelo mejorado, esto quiere decir que se atendieron más unidades debido a la implementación realizada. Al capacitarse al personal a lo largo del año, se incrementó su desempeño laboral, por ende, se obtuvieron mejores resultados, y esto se reflejó en la locación clasificación de Trigo Resbalado y Trigo Granulado, donde inicialmente tenía 5909 entradas, pasó a tener 7641. Tras realizar el mantenimiento preventivo, la empresa pudo trabajar de forma continua, logrando que el modelo mejorado tenga un mayor número de sacos en el almacenamiento 3, siendo 164 a comparación del modelo actual que solo tuvo 110 entradas.

Con los resultados del ProModel se pudo comparar las variables del modelo actual con el modelo mejorado, donde se pudo evidenciar que las compras urgentes se redujeron a 27 cuando inicialmente eran 67, todo esto se debió a la implementación de la gestión de stock de repuestos críticos, donde mediante la realización de una evaluación previa, se adquirieron los repuestos más utilizados para evitar paradas y sobrecostos. El plan de mantenimiento preventivo también trajo consigo resultados positivos a la molinera minimizando la cantidad de producto reprocesado, en el modelo actual se tuvo 916 sacos reprocesados y pasó a solo 788 sacos.

Por otro lado, un adecuado plan de programación de producción redujo el número de sacos almacenados y pasó de tener 328 a 38 sacos, notándose la diferencia, también redujo las paradas por escasez de materia prima, anualmente presentaban 13 paradas, ahora solo presentaron 2. Asimismo, un plan de capacitación basado en Sistemas de Gestión de Calidad y en el adecuado manejo de la maquinaria hizo posible el aumento de materia prima aceptada, pasando de 6506 a 8009 sacos y redujo la materia prima rechazada pasando de 136 a 72 sacos.

TABLA V
PÉRDIDAS ECONÓMICAS ANTES Y DESPUÉS DE LA PROPUESTA

CR	Descripción	Pérdida Actual (S./AÑO)	Pérdida mejorada (S./AÑO)	Beneficio (S./)	Inversión (S./)
CR1	Falta de programación de producción	11,109	2,563	8,546	77,299
CR2	Falta de gestión de proveedores	1,796	771	1,025	
CR3	Falta de un control de calidad	33,512	8,311	25,201	
CR4	Falta de maquinaria	44,199	17,545	26,655	
CR5	Falta de capacitación al personal	12,175	4,126	8,049	
CR6	Falta de un plan de mantenimiento	33,201	29,255	3,947	
CR7	Falta de stock de repuestos	12,107	5,890	6,217	
	TOTAL	148,103	68,463	79,640	

Sustentados todos los resultados, se determina que con las mejoras establecidas basadas en las Herramientas Lean Manufacturing, se obtuvo un beneficio de S/79,640.20 anualmente. Dado que, inicialmente presentaba una pérdida de S/148,103.12 y con las mejoras esta pérdida se redujo a S/68,642.92. Como se evidencia en la Tabla V.

D. Evaluar el impacto económico / financiero de la propuesta de mejora en las áreas de estudio.

Debido a la evaluación financiera los resultados obtenidos fueron los siguientes: Inversión Total de S/77,298.60, el valor del Valor Neto Actual (VAN) fue de S/ 225,093.51 debido al valor positivo se afirmó que se recuperó lo invertido, una tasa Interna de retorno (TIR) de 86,37%, debido a que el TIR es mayor a la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) se afirmó que la propuesta fue factible, el Beneficio Costo (B/C) fue de 2.50, es decir, mayor a 1, lo que indicó que la propuesta fue viable, pues, por cada sol invertido se ganó S/1.50. El Periodo de Recuperación de Inversión (PRI) fue de 2.6 años. Por lo tanto, se concluyó que la propuesta de mejora para las áreas de producción y mantenimiento en la empresa molinera fue rentable.

IV. DISCUSIÓN

El presente estudio de investigación como primer objetivo determinó los sobrecostos antes de la propuesta de mejora y se realizó el diagnóstico de las áreas de producción y mantenimiento. En el cual se identificaron 7 causas raíz que afectaban la producción; 3 en el área de mantenimiento y 4 en el área de producción, siendo: falta de programación de producción (S/ 11,109.66), falta de gestión de proveedores (S/ 1,796.45), falta de un control de calidad (S/ 33,512.64), falta de maquinaria (S/ 44,331.83), falta de capacitación al personal (S/ 12,175.00), falta de un plan de mantenimiento (S/ 33,168.75) y falta de stock de repuestos (S/ 12,107.45), los sobrecostos mencionados anteriormente se determinaron con una evaluación financiera, dado que esta evalúa su desempeño económico y financiero de una empresa con el fin de comparar resultados con otras empresas del mismo ramo [32].

En el segundo objetivo se diseñó la propuesta de mejora para las áreas de producción y mantenimiento basada en herramientas Lean Manufacturing. En donde se determinaron las siguientes herramientas: Planificación de los Requerimientos de Material (MRP), gestión de proveedores AHP difuso, capacitaciones de sistemas de gestión de calidad ISO 9001:2015, gestión total de calidad (TQM) y mantenimiento, balance de línea y por último la gestión de stock de repuestos críticos. Gracias a la aplicación de dichas herramientas la empresa obtuvo resultados positivos, debido a que las Lean Manufacturing buscan la mejora continua y la optimización de producción mediante la eliminación de desperdicios, reducción de tiempos, reducción de costos y actividades que no suman valor [23].

En el tercer objetivo se determinó los sobrecostos después de la propuesta de mejora, mediante la aplicación de las herramientas de ingeniería industrial. En donde se determinó los siguientes sobrecostos: falta de programación de

producción (S/ 2,563.77), falta de gestión de proveedores (S/ 771.19), falta de un control de calidad (S/ 8,311.63) falta de maquinaria (S/ 17,545.20), falta de capacitación al personal (S/ 4,126.00), falta de un plan de mantenimiento (S/ 29,254.82) y falta de stock de repuestos (S/ 5,890.31). Donde, la reducción total de sobrecostos de ambas áreas fue de un 46%, es decir, la empresa obtuvo un ahorro de S/ 79,640.20. Del mismo modo, en Ref. [33] se halló una similitud, pues, aplicaron herramientas como: el Plan de capacitación a los operarios y metodología 5's, Plan de mantenimiento, verificación y auditorias, Procedimiento y/o técnicas de aseguramiento de la calidad, Balance de línea, Gestión de stock de repuestos críticos y Charlas con verificación de actividades donde obtuvieron una reducción total en costos del área de producción de 64.28%, es decir, un ahorro de S/ 307,858.58 anual y del área de mantenimiento de 72.88%, es decir, un ahorro de S/539,543.61 anual.

En el cuarto objetivo se evaluó el impacto económico / financiero de la propuesta de mejora en las áreas de estudio.

Donde, se determinaron los siguientes indicadores financieros, en función a ello se pudo evidenciar que la aplicación de las herramientas de la ingeniería industrial trae consigo resultados positivos, pues, el valor del VAN fue de S/ 260,000.00, el TIR fue de 139,99%, PRI fue de 1.5 años, COK 20% y B/C fue de 2.5, es decir que por cada S/1.00 invertido se obtuvo un beneficio de S/1.5. Así también lo demostró Ref. [34] en los resultados de sus indicadores financieros, dado que obtuvo un VAN de S/ 8,604.65 y un TIR de 9% (mensual) y termina concluyendo que su propuesta fue factible en términos económicos.

Y finalmente como objetivo general se determinó en qué medida influye la propuesta de mejora basada en herramientas Lean Manufacturing en los sobrecostos en áreas de producción y mantenimiento en una Molinera de cereales, Trujillo 2021, los resultados adquiridos después de la aplicación de las herramientas en las operaciones en las áreas de producción y mantenimiento permitieron reducir la pérdida a S/ 68, 462.92. Los mismos resultados presentaron Ref. [24] en la aplicación de la propuesta de lean Manufacturing a la gestión de producción y mantenimiento mejora las operaciones dentro de la organización y reduce los costos operativos de S/126,938.88 a S/44,428.61, permitiendo un mejor uso de los materiales, equipos y mano de obra.

Las limitaciones que se presentaron en la investigación fueron el periodo de tiempo para el desarrollo de la investigación, el difícil acceso a la información, dado que, los gerentes no disponían del tiempo para darnos la información que se requería, así como también la falta de confianza ya que toda empresa busca siempre mantener sus datos de forma confidencial.

V. CONCLUSIONES

Se utilizaron las herramientas Lean Manufacturing para resolver las pérdidas económicas como: paradas de maquinaria por fallas o por escasez de materia prima, producto no conforme, reprocesos, demoras en los procesos o por compras urgentes, influyendo de manera positiva debido a que redujo

un porcentaje significativo de los sobrecostos iniciales. Las herramientas generaron resultados positivos como un mejor abastecimiento de materia prima, producto conforme y eliminación de reprocesos, pero cabe recalcar que la implementación no es inmediata. En cuanto al MRP, fue una herramienta que ayuda a planificar la producción, pero no es exacta porque utiliza la data de años anteriores, pues, el mercado es dinámico y el futuro impredecible. Para el área de mantenimiento las herramientas utilizadas ayudaron a cumplir con el objetivo trazado en base a la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para evitar paradas de maquinarias, mejorar su manejo, invertir en maquinaria nueva y tener un stock de repuestos para evitar compras urgentes, una de las ventajas de utilizar estas herramientas es la inversión tanto en maquinaria como en sus repuestos, esta inversión deja a la empresa con menos presupuesto de lo establecido, pero a largo plazo trae beneficios a la empresa. La metodología que se utilizó implicaba que también en procesos similares reduce costos significativos.

Se empleó el Diagrama Pareto, la matriz FODA, la Matriz AMFE y la metodología de los 5 porqués, para obtener el diagnóstico actual de la empresa en las áreas de producción y mantenimiento, otorgando información base que ayudó a saber cómo se encontraba la empresa. Con el Diagrama Pareto se pudo identificar la causa raíz con mayor pérdida económica que fue la falta de maquinaria. Pero, se atendió a todos los problemas presentados, gracias a ello se tuvo un alcance de cuanto se estaba perdiendo anualmente; una de las desventajas de este diagrama es que se centra netamente en problemas pasados que de cierta forma necesitan ser solucionados, pero también deben tomarse en cuenta problemas presentes. Mediante la matriz FODA se obtuvo información de la situación actual de la empresa, este análisis trajo muchos beneficios, ya que se pudo identificar puntos débiles dentro de la empresa. Con la Matriz AMFE se estimaron y predijeron fallos que probablemente ocurrirían, para los fallos presentados se tomaron acciones recomendadas para solucionar dichos problemas. La metodología de los 5 porqués profundizó en el verdadero problema de cada causa raíz para dar solución al problema principal que generó los siguientes problemas. El uso de estas herramientas facilitó el diagnóstico de la empresa otorgando información clave. La metodología que se utilizó implicaba que también en estudios posteriores el uso de estas herramientas sería de mucha ayuda para las empresas ya que facilitan el diagnóstico situacional.

Se diseñó un MRP, un Sistema de Gestión de Proveedores AHP Difuso, Capacitaciones en Sistemas de Gestión en Calidad ISO 9001:2015, Balance de línea y capacitaciones en el manejo de maquinaria, mantenimiento preventivo y la Gestión de stock de repuestos críticos; estas herramientas ayudaron a mejorar los problemas expuestos anteriormente. Los pros y contras de estos métodos se vieron reflejados durante la implementación, bien se sabe que al emplear un MRP nos otorga una planeación adecuada de la producción, ayudando así a abastecer a la empresa de materia prima necesaria para atender demandas futuras, pero no es seguro porque se tomaron datos de años anteriores como referencias

para realizar pronósticos de la demanda y en base ella se obtuvieron los requerimientos de materiales. En cuanto a la gestión de proveedores Difuso se definió al proveedor adecuado, pero demandó tiempo evaluar cada proveedor y se tuvo que invertir, ya que se compró muestreos de materia prima para definir si la calidad del producto que se obtuvo es alta o baja. Para el área de mantenimiento, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en conjunto con la gestión de stock de repuestos ayudó a reducir las paradas inesperadas de maquinaria; debido a que las máquinas estuvieron en constante revisión y evitaron gastos en compras urgentes de repuestos. En cuanto, a las capacitaciones fueron necesarias para el personal, ya que mantenerse actualizado en cuanto a nuevas metodologías de trabajo o conocer el manejo adecuada de la maquinaria estandariza los procesos, una desventaja es la inversión que se le da y el tiempo que demandan. Las herramientas de mejora que se utilizó tuvieron implicancia en trabajos futuros para reducir o eliminar problemas en las áreas de producción y mantenimiento.

Se empleó la matriz de operacionalización de indicadores ayudó a determinar los sobrecostos después de la mejora de forma más detallada y resumida, siendo menores a las pérdidas iniciales, por lo que se concluyó que la mejora establecida en este caso fue beneficiosa. La herramienta que se utilizó tuvo implicancia en trabajos futuros para evaluar y comparar de forma más precisa las pérdidas que se obtuvieron.

La evaluación económica financiera utilizó indicadores como el VAN, TIR, B/C los cuales ayudaron a la toma de decisiones donde se identificó que la inversión y la implementación de las herramientas estaban por debajo de las ganancias, lo que quiere decir que es aceptable el proyecto. Como indicador financiero, el valor real neto (VAN) nos permitió determinar que el proyecto fue económicamente viable arrojando un valor de S/. 225,093.51. La tasa interna de retorno (TIR) fue de 86.37% reflejando que fue rentable el proyecto en base a la inversión dada. La relación B/C representó los ingresos y egresos, arrojando el valor de 2.5 siendo mayor a 1 indicando que los ingresos son mayores a los egresos, entonces el proyecto es aconsejable pero no es del todo confiable al igual que la TIR debido a que describen beneficios netos unitarios, pero no se detalla nada en cuanto a la totalidad de los beneficios netos producidos. Dejando de lado los contras de dichos indicadores se concluyó que fueron de vital importancia utilizar los tres índices de rentabilidad, ya que cada uno ofreció distintas interpretaciones que ayudaron a identificar si el proyecto se puede llevar a cabo o no. La metodología que se utilizó implicó que también en empresas similares permitiría identificar la rentabilidad del proyecto.

Finalmente, los autores proponen una solución factible a diferentes problemas de producción como: paradas de maquinaria por fallas o por escasez de materia prima, producto no conforme, reprocesos, demoras en los procesos o por compras urgentes, optando por la filosofía Lean Manufacturing, entendiendo que se ajusta mejor a la realidad de dichos problemas. Se defiende la herramienta Lean Manufacturing como un método de gestión óptimo y reproducible, como el recogido en este artículo.

REFERENCIAS

- [1] Silos Córdoba, Sector molinero: El mercado internacional está cambiando, 2017. Recuperado de: <https://siloscordoba.com/es/sala-de-prensa/sector-molinero-el-mercado-internacional-esta-cambiando/>
- [2] Martínez Rojas, N. C., & Palacio Botero, N. Caracterización de las principales cadenas agroalimentarias en Argentina y Brasil (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario), 2015. Recuperado de https://doi.org/10.48713/10336_11345
- [3] Juárez, J. El Mercado mundial y nacional de trigo, 2019. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/opinion/El-mercado-mundial-y-nacional-del-trigo-20190911-0094.html>.
- [4] Legua Castilla, C. A., & Ramírez Beltrán, G. C. Informe del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición-CENAN, 2022. Recuperado de <http://repositorio.ins.gob.pe:8083/xmlui/handle/INS/1190>
- [5] Observatorio de Complejidad Económica. *Trigo: 1001 (Sistema armonizado 1992 para 4 dígitos)*, 2020. Recuperado de <https://oec.world/es/profile/hs/wheat>
- [6] León, J. *INEI: Producción nacional agropecuaria creció 11.09% en julio del 2021*. Agencia Agraria de Noticias, 2021. Recuperado de <https://agraria.pe/noticias/inei-produccion-nacional-agropecuaria-crecio-11-09-en-julio--25592>
- [7] Ramos, J. Cómo se construye el marco teórico de la investigación. *Cadernos De Pesquisa*, 48(Cad. Pesqui., 2018 48(169)), 2018. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/198053145177>
- [8] Everett E. Adam & Ronald J. Ebert. Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento. Pearson Educación, 1991. Recuperado de books.google.es/books?isbn=9688802212
- [9] Pérez Rave, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., ... y Parra, C. Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingeniería*, 19(3), 396-408, 2011. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052011000300009>
- [10] Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Revista electrónica ingeniería primero issn*, 2076(3166), 91-98. Recuperado de https://www.academia.edu/download/35056968/manufactura_esbelta_to_yota.pdf
- [11] Vargas Crisóstomo, E. L., & Camero Jiménez, J. W. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249-271.
- [12] Waller, M. A. Administración de inventarios. Pearson Hispanoamérica, 2017. Contenido. <https://bookshelf.vitalsource.com/books/9786073241137>
- [13] Betloch-Mas, R. Ramón-Sapena, C. Abellán-García, J.C. Pascual-Ramírez. Implementation and Operation of an Integrated Quality Management System in Accordance With ISO 9001:2015 in a Dermatology Department, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2018.08.003>
- [14] Peña Lapeira, C. J., Segura Osuna, J. A., Rey Romero, M. R., Hernández Viveros, L. J., Pereira Bolaños, C. A., Murcia Rodríguez, J. C., & Castro Ardila, F. E. Modelos empresariales para la gestión organizacional y financiera en las mipymes, 2020. Recuperado de <https://repositorio.uniminuto.edu/handle/10656/11266>
- [15] Yajure, C. A. Comparación de los métodos multicriterio AHP y AHP Difuso en la selección de la mejor tecnología para la producción de energía eléctrica a partir del carbón mineral. *Scientia et Technica*, 20(3), 255-260, 2015. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84943818008.pdf>
- [16] Salvendy, G. (Ed.). Handbook of industrial engineering: technology and operations management. John Wiley & Sons, 2001. Recuperado de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sjY3IZ9Unv0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=%5B16%5D%09Salvendy,+G.+\(Ed.\),+Handbook+of+Industrial+Engineering:+Technology+and+Operations+Management,+John+Wiley+%26+Sons,+New+York,+USA+\(2001\)&ots=HZnTCOJNAI&sig=muhMWhwSjTg0zjP_RPOhxmLN2rM](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sjY3IZ9Unv0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=%5B16%5D%09Salvendy,+G.+(Ed.),+Handbook+of+Industrial+Engineering:+Technology+and+Operations+Management,+John+Wiley+%26+Sons,+New+York,+USA+(2001)&ots=HZnTCOJNAI&sig=muhMWhwSjTg0zjP_RPOhxmLN2rM)
- [17] Nahmias, S., Castellanos, A. T., Murrieta, J. E. M., Hernández, F. G., Nudiug, B., Juaáñez, R. A., & Milanés, J. Y. Análisis de la producción y las operaciones (Vol. 57). McGraw-Hill Interamericana, 2007. Recuperado de <http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/GuillermoOckham/article/download/2508/2190/6397>
- [18] Karim, Oliva, Madelein, Arellano, María, López, & Karen, Soler. Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 15(49), 125-140, 2010. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-99842010000100008&lng=es&tling=es.
- [19] Alavedra, C., Gastelu-Pinedo, Y., Méndez-Orellana, G., Minaya-Luna, C., Pineda-Ocas, B., Prieto-Gilio, K., Ríos-Mejía, K., & Moreno-Rojo, C. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, (034), 11-26, 2016. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2016.n034.529>
- [20] Cabral, J., & Holanda, U. Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants. *Dyna*, 82(194), 139-149. ISSN: 0012-7353, 2015. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49643211018>
- [21] Agudo Díaz, F. J., Rubio Collar, M. Á., & Seisdedos Rodríguez, I. (2017). La mejora continua en la gestión de la prevención de riesgos laborales en la empresa desde la vigilancia colectiva de la salud. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 26(1), 39-54.
- [22] Chiavenato, I. Gestión del talento Humano. México, D.F.: McGraw Hill, 2009. <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstream/handle/uvsc1/1242/Chiavenato.%20Gestion%20talento%20humano.%202009.pdf?sequence=1>
- [23] Rojas Sánchez, R. Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar el proceso de mezclado y envasado de gredina. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/137301>
- [24] Moncada Sanchez, O. A., & Quiroz Morillo, L. P. Propuesta de mejora basada en herramientas Lean Manufacturing para reducir los costos operativos en las áreas de mantenimiento y producción en una empresa molinera, Trujillo, 2021. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/28946>
- [25] Monteverde, H. & Pereyra, A. Reflexiones sobre costos Volumen 665 de Monografía del BID. Inter-American Development Bank, 2019. Recuperado de https://books.google.com/books?id=XWK-DwAAQBAJ&dq=que+es+sobrecostos&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- [26] Arroyo, P. & Vázquez, R. Ingeniería Económica: ¿Cómo medir la rentabilidad de un Proyecto?, 2016. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10726>
- [27] Romero, O. R. Línea de base de fertilidad, condiciones físicas del suelo y relación beneficio-costo de un sistema agroforestal y un cultivo en ladera, 2003. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/items/aeb8860-4974-4145-826d-133810faf797>
- [28] Mete, M. Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67-85, 2014. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006&lng=es&tling=es.
- [29] Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. Metodología de la investigación. Quinta edición. México: Editorial Mac Graw Hill, 2010. Recuperado de <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- [30] Nicaragua, E. Metodología de la investigación e investigación aplicada para Ciencias Económicas y Administrativas. *Revista de La Universidad Autónoma*, 1, 1-89, 2018. Recuperado de <https://opomania.net/wp-content/uploads/2021/05/Metadologia-de-la-investigacion-basica-e-investigacion-aplicada.pdf>
- [31] Adanaqué, C. B. Estrategia de marketing relacional para lograr la fidelización de los estudiantes de artes & diseño gráfico empresarial de una universidad. *TZHOECOEN*, 12(3), 334-347, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i3.1331>
- [32] Nava Rosillón, Marbelis Alejandra. Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista Venezolana de Gerencia*, 14(48), 606-628, 2009. Recuperado en 22 de noviembre de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-99842009000400009&lng=es&tling=es.

- [33] García Tocto, J. E., & Mosqueira Carmona, A. A. Propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento para reducir los costos operacionales en la empresa Industria Molinera Bustamante EIRL, 2021. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/27108>
- [34] García, G. Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (TPM), 2018. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12015>