

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**SIMULACIÓN DE LA MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO
DE LA EMPRESA GRANOS Y CEREALES S.A.C. PARA
INCREMENTAR SU PRODUCCIÓN**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

KARLA MARICIELO OLANO ARIAS

ASESOR

MARCOS GREGORIO BACA LOPEZ

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2021

Índice

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
I. INTRODUCCIÓN:	5
II. MARCO TEÓRICO:	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS:	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:	8
V. CONCLUSIÓN:	17
VI. BIBLIOGRAFÍA:	17

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha realizado en una empresa dedicada a la selección y venta de menestra, donde sus operarias realizan reprocesos. El objetivo del estudio ha sido realizar la simulación de una mejora del proceso productivo en la cual se implemente una selectora óptica en el proceso productivo, para ello, se realizó un diagnóstico del proceso productivo, de lo cual se obtuvo que la producción es de 152 sacos diarios pero con la simulación de la mejora implementada esta producción incrementa en 173 sacos diarios, y a su vez, se obtiene un costo beneficio de S/.158 609,00 soles anuales

Palabras clave: Menestras, selectora óptica

ABSTRACT

This research work has been carried out in a company dedicated to the selection and sale of vegetable stew, where its operators carry out reprocessing. The objective of the study has been to simulate an improvement of the production process in which an optical selector is implemented in the production process, for this, a diagnosis of the production process was carried out, from which it was obtained that the production is 152 bags per day but with the simulation of the improvement implemented, this production increases by 173 bags per day, and in turn, a cost benefit of S /. 158 609.00 soles per year is obtained

Keywords: Beans, optical selector

I. INTRODUCCIÓN:

Actualmente se puede notar a empresas con problemas referentes a la productividad, además de la mala administración de los recursos ya sean monetarios como la maquinaria, la mano de obra, la materia prima. En vista de que los negocios siempre están en reiterados cambios es importante maximizar el uso de los recursos con los que cuenta la empresa, optimizar procesos para la mejora continua que ayude a la organización a mantener la competitividad en el mercado.

Perú, a lo largo de los años es conocido como un país con riquezas en el sector agrario debido a los diversos climas que presenta en sus diferentes regiones. Debido a eso se han establecido diversas empresas dedicadas al procesamiento de los productos agrícolas para satisfacer el mercado nacional. [1]

En el ámbito local como en la región Lambayeque se registró la tasa más alta de producción agrícola de menestra con un 16.1%, y entre las menestras con más producción fue el pallar bebe, pallar grande, zarandaja, siendo sus cultivos predominantes el arroz, la caña de azúcar; a pesar de ello, su exportación en menestras aumento en 17%. [2]

En este escenario ingresa la empresa investigada GRANOS Y CEREALES S.A.C., se dedica a la selección y procesamiento de menestras en general para su posterior venta, a nivel local. En la actualidad, durante su proceso productivo para tener un control en la menestra tienen a su disposición maquinaria que necesita un constante mantenimiento por su tiempo de uso, herramientas, mano de obra que no desempeñan las mismas habilidades para la selección de menestra, con este tipo de inconvenientes la empresa tiene ganancias de 158 664,00 soles anuales a nivel local por la producción de pallar grande, pallar bebe, zarandaja, frijol de palo, pero la empresa puede aumentar sus ganancias aumentando su producción.

Frente a esta problemática surge la pregunta de investigación ¿Cómo simular la mejora del proceso productivo de la empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C. para aumentar su producción? Para poder responder esta interrogante, el presente estudio tiene como objetivo general simular una mejora del proceso productivo de la empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C. para aumentar su producción. Para llevarlo a cabo es necesario, en primer lugar, elaborar un diagnóstico del proceso productivo de la empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C. En segundo lugar, simular una mejora del proceso productivo de la empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C. Por último, realizar un análisis costo-beneficio de la mejora del proceso productivo de la empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C.

La presente investigación permitirá a las distintas empresas procesadoras de menestras, que no tienen información necesaria sobre un buen sistema productivo en sus menestras; evaluar sus distintas operaciones, para poder determinar las principales causas de fallos en sus procesos durante el procesamiento de menestras que afectan la producción para poder mejorarla.

II. MARCO TEÓRICO:

El proceso productivo es un conjunto de actividades, las cuales son realizadas con el objetivo de obtener nuevos productos o servicios, estos pueden dar un valor agregado. Cuando hablamos de proceso productivo, nos referimos a un conjunto de actividades, en las cuales ingresa una materia prima, la cual es transformada en un nuevo producto terminado. [3]

La simulación en Promodel, permite simular cualquier tipo de proceso de manufactura, servicios o materiales con el fin de optimizarlos y proponer posibles mejoras. [4]

Flores [1] en su investigación **“Plan de mejora continua en el proceso de selección de menestras para incrementar la productividad de la empresa Agrobeans S.R.L., Chiclayo 2018”**, indica que los distintos tipos de menestras como frejol castilla, pallar americano, pallar bebé, zarandaja tienen reprocesos debido a quejas por parte de los clientes, ya que, algunos operarios no tienen experiencia en la empresa, tienen tiempos ociosos y no realizan un control de calidad. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo maximizar la productividad de la empresa Agrobeans S.R.L. mediante un plan de mejora continua para el desarrollo de selección de menestra. Para ello, se analizó la productividad actual de la empresa, el proceso productivo y la menestra de mayor demanda; haciendo uso de herramientas como encuestas, diagramas de análisis de procesos, diagrama de Pareto, estandarización de procesos. Obteniendo como resultado, un aumento en la producción de 48 sacos/día a 58 sacos/días y sin la necesidad de hacer reprocesos.

Rodríguez [2] en su investigación **“Propuesta de mejora del proceso productivo del vino Borgoña semiseco aplicando lean manufacturing, para aumentar la productividad en la empresa Bodegas El Zarco”**, indican que factores como la calidad de la materia prima, las paradas por fallos en la maquinaria, la velocidad de la línea de producción y pérdidas durante el proceso afectan la producción del proceso. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo proponer mejoras de su proceso productivo para poder incrementar la producción de la empresa Bodegas El Zarco. Para ello, se implementó programas de BPM, HACCP, 5S de calidad en su línea de producción; haciendo uso de herramientas como toma de tiempos, métricas lean. Se obtuvo como resultado, un ordenamiento de los recursos (maquinaria, materia prima, etc) con un ahorro anual de 470 936,18 soles, un aumento en la producción con ganancias de 1 713 072,87 soles y un aumento en la productividad de materia prima de 4,58.

Mejía [3] en su investigación **“Análisis de propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”**, indica que la empresa tiene desorden en el área, altos tiempos en búsquedas de herramientas y tiempos de paradas de las máquinas, esto indica que presentan problemas en su proceso productivo. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo proponer una mejora del proceso productivo en el área de confecciones por medio de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta. Para ello, se hizo un análisis del proceso productivo, los productos, maquinarias; haciendo uso de herramientas de manufactura esbelta, diagramas de Pareto, diagrama de implementación de 5S, datos estadísticos (horas, frecuencia). Se obtuvo como resultado, que al proponer rediseño de operaciones y un plan de mantenimiento para las máquinas, aumentó la disponibilidad de las máquinas en 25%, la línea de confección en un 2% con reducción de tiempo de producción, un crecimiento de la calidad en 4,3% con reducción de productos defectuosos, esto a su vez, incrementó la capacidad de producción con ganancias de 4 543,62 soles.

Quispe, Taculí [4] en su investigación **“Diseño de mejora en el proceso de producción en la empresa avícola Soto S.A.C. para reducir costos de producción”**, indican que la

empresa le faltan inspecciones en el producto final, tiene desorden en el área de producción, mala distribución de la planta y mala calidad del producto final, todo ello, hace que la empresa tenga gastos de producción innecesarios. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar una mejora del proceso productivo de la empresa Soto S.A.C. para reducir costos de la producción. Para ello, se diagnosticó el proceso productivo, se midió a través de indicadores la producción y se evaluó financieramente la propuesta; haciendo uso de herramientas check list, imágenes, encuestas, medición de tiempos, diagrama de Ishikawa, diagrama analítico. Se obtuvo como resultado, que al proponer un muestreo del trabajo, una nueva distribución de planta, estandarización de tiempos en el proceso se tendría un aumento en las ganancias de producción de 38 848,34 soles.

Faya [5] en su investigación **“Propuesta de mejora del proceso productivo de leche de una empresa ganadera de la ciudad de Motupe para el incremento de la producción”**, indica que la mayor parte de operarios no tienen experiencia en la empresa, la empresa tiene una mala distribución, presenta cuello de botella en el ordeño de vacas y esto afecta la producción de la empresa. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo proponer una mejora del proceso productivo de leche de la empresa. Para ello, se realizó un diagnóstico del proceso productivo (materia prima, maquinaria, mano de obra, producto), con el uso de herramientas como diagrama de operaciones, estudio de tiempos, matriz de evaluación. Como resultado se obtuvo que, con la propuesta de un plan de capacitación, una nueva distribución de planta, una estandarización de tiempos se tendría un aumento de la producción de 633 961,01 a 842 394,51 Kg anualmente, esto a su vez, aumentaría sus ingresos a 1 110 023,24 soles anuales.

Wolniak, Skotnicka-Zasadzien, Zasadzien [6] en su investigación **“Application of the theory of constraints for continuous improvement of a production process-case study”**, indican que una empresa productora de equipos eléctricos para la industria minera, presenta cuello de botella en uno de sus procesos y a su vez afecta la producción. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo mejorar la producción. Para ello, se realizó un mapeo de procesos, las pérdidas económicas actuales de la empresa, las horas de reprocesos por producto, haciendo uso de herramientas como la teoría de limitaciones de la industria y la identificación del cuello de botella. Obteniendo como mejora la eliminación de cuello de botella en el proceso de pintado logrando un ahorro de tiempo de 1145 minutos a 1051 minutos.

Terwiesch [7] en su investigación **“Learning and process improvement during production ramp-up”**, indica que los ciclos de vida de producto, los altos costos de desarrollo hacen que empresas de fabricación reduzcan su tiempo de comercialización, tiempo de producción, esto a su vez, afecta la variación de producción. El presente trabajo de investigación analiza las interacciones del tiempo de producción, los rendimientos y la mejora de procesos productivos. Para ello, se realizó un estudio de las variaciones de producción anual, la aplicación de tiempos estándares, y el uso de diagramas operacionales. Obteniendo como conclusión que al analizarse la variación de producción, además se debe tomar en cuenta, el rendimiento y calidad del producto a corto y largo plazo.

Tamás [8] en su investigación **“Método de simulación de soporte de decisiones para la mejora de procesos de sistemas de producción intermitentes”**, indica que los procesos de producción tienen cambios. Estos incluyen un aumento de producto a producir, reducción del tiempo de entrega, por esta razón, las empresas han venido aplicando sistemas de producción intermitentes (producción por trabajo, producción por lotes) debido al aumento en el número de variantes de producto. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo demostrar que la mejora de sistemas de producción complejos se puede realizar de manera eficiente

mediante una simulación. Para ello, se hace uso de un software Siemens, se reconoce las áreas del proceso, se registra datos específicos de tiempo. Obteniendo como conclusión que se pueden eliminar el número de fallas, comparar alternativas de solución, definir un ciclo de producción.

Ferdousi, Ahmed [9] en su investigación **“An Investigation of Manufacturing Performance Improvement through Lean Production: A Study on Bangladeshi Garment Firms”**, indican que hoy en día, la mayoría de empresas realizan una fabricación ajustada con el fin de tener un aumento del rendimiento de la producción, mayormente en la fabricación de prendas de vestir. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo demostrar que hacer uso de métodos ajustados de producción mejora la productividad de las empresas. Para ello, se examinó el rendimiento de producción de nueve empresas, sus procesos en común con reprocesos, mediante el uso de entrevistas, encuestas. Dando como resultados que la mayoría de ellas aplican herramientas de lean manufacturing y al hacerlo tienen una reducción de inventario y reducción de costos de producción.

Buddhakulsomsiri [10] en su investigación **“Production efficiency improvement in batch production system using value stream mapping and simulation: a case study of the roasted and ground coffee industry”**, indica que el uso de mapeo de flujo de valor (VSM) y simulación para mejorar la eficiencia del sistema de producción por lotes que se encuentra comúnmente en pequeñas y medianas empresas. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo imitar un sistema de producción real para que las alternativas de mejora se puedan evaluar sin interrumpir la producción real y demostrar la optimización de los niveles de recursos necesarios para las operaciones de cuello de botella. Para ello, se identificó un grave problema de escasez de capacidad de una empresa caeftera que se utiliza como estudio de caso. Se evalúan tres alternativas de mejora: (1) incrementar la fuerza laboral en las operaciones de cuello de botella; (2) utilizar un nuevo plan de gestión de la fuerza laboral formulado a partir del análisis del VSM y la simulación y (3) invertir en una máquina para reemplazar las operaciones manuales de cuello de botella. Los resultados del análisis muestran la capacidad de estas herramientas para formular soluciones efectivas para el sistema de estudio de caso.

III. MATERIALES Y MÉTODOS:

La metodología empleada inició con la búsqueda de tesis y artículos científicos relacionados con el tema de investigación.

Posterior a ello, se realizó un diagnóstico del proceso productivo empleando recopilación de información proporcionada por la empresa, con lo cual se identificó cinco tipos de menestras que la empresa produce entre ellas: Pallar grande, pallar bebé, frijol castilla, chile, zarandaja; además de describir el proceso productivo de la empresa mediante un diagrama de bloques y diseñando la simulación del proceso tomando en cuenta las 7 máquinas que intervienen en el proceso para diagnosticar las fallas en el proceso productivo y proponer las posibles mejoras. Finalmente, se realizó un análisis costo beneficio, para evaluar la mejora propuesta frente al diagnóstico dado de los resultados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

4.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa:

4.1.1. Descripción de productos:

Como se puede observar en la tabla, la menestra más vendida en el año 2020 fue el frijol de palo, con un valor de 246 570,12 Kg; sin embargo, la menestra que más aportó a los ingresos de la empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C. fue el pallar bebé, con 191 620,59 Kg. vendidos que representan un ingreso de S/ 756 901,33 soles en el año 2020.

Tabla 1. Producción 2020

MENESTRAS	2020	PRECIO DE VENTA PROMEDIO	TOTAL VENTAS	PARTICIPACIÓN
PALLAR GRANDE	164 993,38	2,3	379 484,77	20,96%
PALLAR BEBÉ	191 620,59	3,95	756 901,33	41,80%
FRIJOL DE PALO	246 570,12	2,1	517 797,25	28,60%
FRIJOL CASTILLA	11 763,00	3,3	38 817,90	2,14%
FRIJOL ZARANDAJA O CHILE	73 560,50	1,6	117 696,80	6,50%
TOTAL	688 507,59		1 810 698,05	100%

Fuente: Datos de la empresa

4.1.2. Descripción del sistema productivo:

El proceso productivo se desarrolla de la siguiente manera:

Entrada de la materia prima: Los sacos de menestras son colocados en el área de recepción de materia prima y descartes, donde son revisados (pesaje y revisión de condiciones actuales)

Pre limpia de menestras: Las menestras pasan por un proceso de limpieza de materiales extraños livianos (pajas, palitos, tierra) para luego ser enviado a la despedradora.

Despedrado: En la despedradora, se retira de las menestras materia extraña más pesada (piedras, tierra).

Almacenamiento temporal: Los granos de menestra pasan a un silo, en el cual se almacenan mientras se va vertiendo a la próxima etapa.

Calibrado de granos: En la etapa de calibrado la menestra pasa por una máquina calibradora (gravimétrica), la cual es una máquina que consta de mayas metálicas que funciona por aire y movimiento de caída donde separa los granos en función de su tamaño y peso.

Selección de granos: Luego los granos seleccionados son transportados por medio de elevadores a un silo donde se almacenan para luego ser suministrados en las bandas transportadoras. En las bandas se encuentran distribuidas los operarios, quienes seleccionarán los granos defectuosos a medida que las menestras van avanzando.

Selección manual de granos: Las menestras pasan de las bandas a un silo grande al final de la línea, donde se almacenan para luego ser envasadas.

Envasado: Se llena la menestra en sacos blancos de pita (los pesos son de 25 y 50 kg, según el tipo de menestra).

Almacenamiento: Los sacos de menestras son llevados a almacenar en el almacén de productos terminados.

4.1.3. Mano de obra:

13 operarias seleccionan menestras de tamaño pequeño en 2 bandas transportadoras (lenteja de palo, frijol catilla, frijol zarandaja, pallar bebé). Esta corresponde el área de selección manual:

Tabla 2. Reprocesos

NÚMERO DE OPERARIOS	EDAD	Reprocesos	ÁREA DEL TRABAJO
Operaria 1	26	2 reprocesos	Producción
Operaria 2	53	3 reprocesos	Producción
Operaria 3	45	2 reprocesos	Producción
Operaria 4	58	1 reprocesos	Producción
Operaria 5	19	2 reprocesos	Producción
Operaria 6	38	2 reprocesos	Producción
Operaria 7	65	3 reprocesos	Producción
Operaria 8	25	2 reprocesos	Producción
Operaria 9	34	1 reprocesos	Producción
Operaria 10	47	2 reprocesos	Producción
Operaria 11	28	1 reprocesos	Producción
Operaria 12	47	2 reprocesos	Producción
Operaria 13	42	2 reprocesos	Producción

Fuente: Datos de la empresa
Elaboración: Propia

4.1.4. Estudio de tiempos:

Antes de determinar la cantidad de ciclos de observación se tomó como base 8 mediciones del proceso productivo de menestra que se realizaron el día 15/04/2021, como se muestra a continuación en la tabla:

Tabla 3. Tiempo en minutos

	MEDICIÓN 1	MEDICIÓN 2	MEDICIÓN 3	MEDICIÓN 4	MEDICIÓN 5	MEDICIÓN 6	MEDICIÓN 7	MEDICIÓN 8	PROMEDIO
Transporte a pre limpia	2,2	2,05	2,1	2,01	2	2,03	2,07	2,02	2,06
Pre limpia	1,25	1,12	1,3	1,1	2,15	1,2	1,18	1,15	1,31
Transporte a despedrado	2,3	2	2,25	2,15	2,3	2,2	2,23	2,18	2,2
Despedrado	2	2,08	2,1	2,15	2,05	2,1	2,16	2,13	2,1
Transporte a calibrado	1,15	1,1	1,3	1,25	1,1	1,15	1,14	1,25	1,18
Calibrado	2,25	2,3	2,2	2,35	2,15	2,2	2,3	2,22	2,25
Transporte a seleccionado	2	2,05	2,15	2,1	2,03	2,2	2,08	2,25	2,11
Seleccionado	0,5	0,4	0,45	0,42	0,4	0,5	0,45	0,48	0,45
Transporte a selección manual	2	2,05	2,15	2,1	2,03	2,2	2,08	2,25	2,11
Selección manual	2,55	2,57	2,58	2,57	2,55	2,58	2,56	2,53	2,56
Transporte a envasado	1	1,1	1,15	1,2	1,1	1,13	1,18	1,12	1,12
Envasado	1,1	1,15	1,25	1,2	1,13	1,2	1,26	1,18	1,18
Transporte a almacén PT	2,1	2,2	2,15	2,26	2,18	2,25	2,23	2,2	2,2
Almacén PT	2,13	2,23	2,2	2,15	2,18	2,21	2,12	2,2	2,18
TOTAL									25,01

Elaboración: Propia

4.1.5. Indicadores:

4.1.5.1. Producción:

Para la producción se definió que el tiempo de ciclo o cuello de botella tiene una duración de 2,56 minutos, en la selección manual de granos, lo cual representa el tiempo necesario para producir un saco de 50 Kg de menestra. Así mismo, este resultado sirvió para calcular la cantidad de producción diaria, en función a las horas diarias operativas de la empresa (6,50 horas).

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo de producción diaria (tiempo base)}}{\text{Ciclo}}$$

$$Producción = \frac{6,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}}{2,56 \text{min/saco } 50 \text{ kg}} = 152,34 \text{ sacos } 50 \text{ Kg}$$

Este valor obtenido de producción quiere decir que la empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C. con su método de trabajo produce 152 sacos de 50 kg de menestra al día.

4.1.5.2. Eficiencia física:

Para calcular la eficiencia física se necesita tomar en cuenta lo que ingresa como materia prima de menestra y lo que sale de menestra procesada.

$$Ef. \text{ física} = \frac{\text{Materia que sale}}{\text{Materia que entra}} = \frac{7\,600 \text{ Kg}}{11\,000 \text{ Kg}} = 0,69 = 69 \%$$

Esto quiere decir que la empresa aprovecha un 69% de la materia prima que ingresa al seleccionado de menestras

4.1.6. Identificación de problemas:

La empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C. presenta en su proceso productivo algunos problemas, los cuales fueron identificados y planteados a continuación.

4.1.6.1. Reprocesos:

Como se puede observar en la tabla 2, las 13 operarias de las fajas transportadoras realizan reprocesos, lo cual genera un cuello de botella durante la selección manual, como se observa en el estudio de tiempo de la tabla 3.

4.1.6.2. Tiempo útil de maquinaria:

La maquinaria utilizada en el proceso productivo tiene tiempo en la empresa desde el 2009, con lo cual tienen una capacidad de:

Tabla 4. Capacidad de máquinas

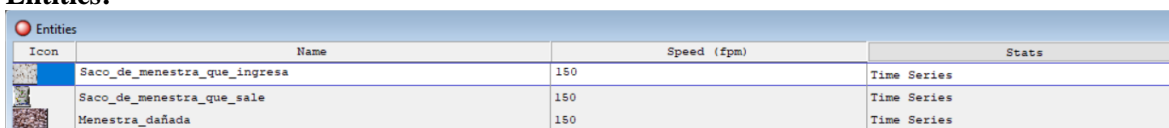
MAQUINARIA	CAPACIDAD	MANTENIMIENTO (Anual en soles)
Limpiadora	300 kg / hora	1 000
Despedradora	300 kg / hora	800
Elevadora	2000 kg / hora	980
Calibradora	3700 kg / hora	1 300
Mesa gravimétrica	3600 kg / hora	1 200
Faja transportadora	2800 kg / hora	1 500
Silo	2500 kg / hora	1 400

Elaboración: Propia

4.1.7. Simulación del proceso productivo actual

El software ProModel fue empleado como herramienta para la simulación del proceso productivo, donde se construyó el modelo utilizando los datos recolectados anteriormente.

Entities:






Icon	Name	Speed (fpm)	Stats
	Saco_de_menestra_que_ingresa	150	Time Series
	Saco_de_menestra_que_sale	150	Time Series
	Menestra_dañada	150	Time Series

Ilustración 1 Entities

Fuente: Elaboración propia

Locations:

Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stats	Rules...
	Entrada_de_materia_prima	220	1	None	Time Series	Oldest
	Prelimpia_de_menestras	6	1	None	Time Series	Oldest
	Despredado	6	1	None	Time Series	Oldest
	Calibrado_de_granos	74	1	None	Time Series	Oldest
	Selección_de_granos	72	1	None	Time Series	Oldest
	Selección_manual_de_granos	56	1	None	Time Series	Oldest
	Envasado	50	1	None	Time Series	Oldest
	Almacenamiento	200	1	None	Time Series	Oldest

Ilustración 2 Locations

Fuente: Elaboración propia

Arrivals:

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency
Saco_de_menestra_que_ingresa	Entrada_de_materia_prima	167		1	

Ilustración 3 Arrivals

Fuente: Elaboración propia

Proceso:

Entity	Location	Operation	Output	Destination	Rule	Move Logic
Saco_de_menestras_que_ingresa	Entrada_de_materia_prima		Saco_de_menestras_que_ingresa	Prelimpia_de_menestras	FIRST 1	MOVE FOR 2.06 MIN
Saco_de_menestras_que_ingresa	Prelimpia_de_menestras	WAIT 1.31 MIN	Saco_de_menestras_que_ingresa Menestra_dañada	Despredado EXIT	0.976000 1 0.024000	MOVE FOR 2.2 MIN
Saco_de_menestras_que_ingresa	Despredado	WAIT 2.1 MIN	Saco_de_menestras_que_ingresa Menestra_dañada	Calibrado_de_granos EXIT	0.976000 1 0.024000	MOVE FOR 1.18 MIN
Saco_de_menestras_que_ingresa	Calibrado_de_granos	WAIT 2.25 MIN	Saco_de_menestras_que_ingresa Menestra_dañada	Selección_de_granos EXIT	0.976000 1 0.024000	MOVE FOR 2.11 MIN
Saco_de_menestras_que_ingresa	Selección_de_granos	WAIT 0.45 MIN	Saco_de_menestras_que_ingresa	Selección_manual_de_granos	FIRST 1	MOVE FOR 2.11 MIN
Saco_de_menestras_que_ingresa	Selección_manual_de_granos	WAIT 2.56 MIN	Saco_de_menestras_que_ingresa Menestra_dañada	Envasado EXIT	0.976000 1 0.024000	MOVE FOR 1.12 MIN
Saco_de_menestras_que_ingresa	Envasado	WAIT 1.18 MIN	Saco_de_menestras_que_sale	Almacenamiento	FIRST 1	MOVE FOR 2.2 MIN
Saco_de_menestras_que_sale	Almacenamiento	WAIT 2.18 MIN	Saco_de_menestras_que_sale	EXIT	FIRST 1	

Ilustración 4 Proceso

Fuente: Elaboración propia

Layout Actual



Ilustración 5 Layout Actual

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la simulación se aprecian en las figuras 6 y 7, donde el total de sacos de menestras que salen del proceso bajo un horizonte de 6,5 horas (horas de trabajo/día) es de 152 unidades, lo cual coincide con el valor obtenido en el indicador de producción. Por su parte se hace evidente en la ilustración 7 el cuello de botella presente en el área de selección manual de granos, debido a que presenta el porcentaje de operación con 79,02%.

Diagnostico 1.MDD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Saco de menestra que ingresa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Saco de menestra que sale	152.00	0.00	80.74	12.98	0.00	12.03	55.73
Menestra dañada	15.00	0.00	79.02	5.56	0.00	4.91	68.54

Ilustración 6 Entity Activity

Fuente: Elaboración propia

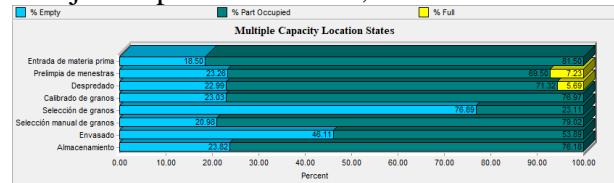


Ilustración 7 Location States Multiple Capacity

Fuente: Elaboración propia

4.2.Mejora del proceso:

Como se pudo observar anteriormente en la tabla 4, la empresa tiene 7 máquinas, las cuales son utilizadas en el procesamiento de menestra, ya que, son indispensables para la selección adecuada de menestra, pero, estas máquinas, tienen un buen tiempo de uso, debido a ello, la empresa gasta en su mantenimiento constante, esto genera pérdidas económicas anuales de S/. 8 180 anuales para la empresa.

Por ello, se propone la implementación de nueva maquinaria a la empresa, que facilite el proceso de selección, ya que, durante el proceso productivo se emplea maquinaria y operarias, las cuales realizan selección de menestra picada o que no cumple con lo requerido para su posterior venta.

De acuerdo, a lo mencionado anteriormente para la propuesta de mejora de la implementación de maquinaria, se propone una selectora óptica, ya que, realizará el proceso de selección de granos, al igual que las operarias, pero totalmente automatizado, sin la necesidad de realizar reprocesos, o tener un mantenimiento constante como la maquinaria de la empresa.

Para el desarrollo de esta propuesta de mejora se tomó en cuenta 2 tipos de selectoras, de las cuales se elegirá una, en base a sus beneficios para la producción.

FICHA TÉCNICA N° 1: Selectora óptica		
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DATOS GENERALES	
Esta máquina ha sido diseñada para garantizar la pureza de los productos a granel a través de un sistema de cámaras con sensores para detectar los granos en buen estado de los que están defectuosos.	Empresa que la comercializa	CIMBRIA
	Costo aproximado de la máquina	S/. 8 641,00
	Garantía	2 años
	Año de Adquisición	2021
DATOS TÉCNICOS		
Marca	CIMBRIA	
Modelo	SEA CHROMEX	
Potencia	3.8 HP	
Productividad	6 T de menestras procesada / hora	
Fuente de alimentación	230 – 50 Hz	
Vida útil	15 años	
Peso (Kg)	1 650	
Funcionamiento	Automático / selección	
Número de cámaras delante/atrás	14/28	
COSTOS DE FUNCIONAMIENTO		RECOMENDACIONES
Costo de electricidad (S/. por hora)	S/. 2.4/h	<u>Regulaciones:</u> - Configuración de parámetros de selección
Repuestos que utiliza la máquina	Vibradores, eyectores	- Ajustes para el reconocimiento de área dañada



FICHA TÉCNICA N° 2: Selectora óptica		
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	DATOS GENERALES	
Esta máquina ha sido diseñada para garantizar la pureza de los productos a granel a través de un sistema de cámaras con sensores para detectar los granos en buen estado de los que están defectuosos.	Empresa que la comercializa	BUHLER
	Costo aproximado de la máquina	S/. 10 456,00
	Garantía	2 años
	Año de Adquisición	2021
DATOS TÉCNICOS		
Marca	BUHLER	
Modelo	SORTEX A	
Potencia	3.6 HP	
Productividad	5 T de menestras procesada / hora	
Fuente de alimentación	240 – 60 Hz	
Vida útil	12 años	
Peso (Kg)	1 150	
Funcionamiento	Automático / selección	
Número de cámaras delante/atrás	10/20	
COSTOS DE FUNCIONAMIENTO		RECOMENDACIONES
Costo de electricidad (S/. por hora)	S/. 2.4/h	<u>Regulaciones:</u> - Configuración de parámetros de selección
Repuestos que utiliza la máquina	Vibradores, eyectores	- Ajustes de cámaras.



A continuación, en la tabla se puede observar, las diferencias entre ambas selectoras ópticas, de las cuales la selectora óptica SEA CHROMEX, tiene mayor capacidad de producción de 42 T/h, y una menor fuente de alimentación de 230 V; por lo tanto, sería conveniente su implementación, ya que, producirá más y consumirá menos energía eléctrica; de esa forma aumentará la productividad, pero con costos bajos de operatividad como el mantenimiento, ya que, esta selectora no lo requiere continuamente.

Tabla 5 Cuadro Comparativo de Maquinaria

SEA CHROMEX	BUHLER
Número de placas vibrantes: 7 placas	Número de placas vibrantes: 5 plcas
Número de cámaras delante/atrás: 14/28	Número de cámaras delante/atrás: 10/20
Número de electroválvulas: 378	Número de lectroválvulas: 270
Fuente de alimentación/frecuencia: 230 V/ 50Hz	Fuente de alimentación/frecuencia: 240 V/ 50 Hz
Potencia absorbida: 3.8 HP	Potencia absorbida: 3.6 Hp
Capacidad: 6 Toneladas/horas	Capacidad: 5 toneladas/hora

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Simulación de la propuesta

Para la propuesta se hicieron las siguientes modificaciones en el modelo previamente elaborado:

Locations:

Icon	Name	Cap.	Units	Dis...	Stats	Rules...
	Entrada_de_materia_prima	220	1	None	Time Series	Oldest
	Prelimpia_de_menestras	6	1	None	Time Series	Oldest
	Despredado	6	1	None	Time Series	Oldest
	Calibrado_de_granos	74	1	None	Time Series	Oldest
	Selección_de_granos	72	1	None	Time Series	Oldest
Aa	Selectora_óptica	120	1	None	Time Series	Oldest
	Envasado	50	1	None	Time Series	Oldest
	Almacenamiento	200	1	None	Time Series	Oldest

Ilustración 8 Locations

Fuente: Elaboración propia

Arrivals:

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency
Saco_de_menestra_qu	Entrada_de_materia	192		1	

Ilustración 9 Arrivals

Fuente: Elaboración propia

Proceso:

Entity	Location	Operation	Output	Destination	Rule	Move Logic
Saco_de_menes	Selectora_óptic	WAIT 0.85 MIN	Saco_de_menestra	Envasado	0.976000 1	MOVE FOR
tra_que_ingresa	a		Menestra_dañada	EXIT	0.024000	1.12 MIN

Ilustración 10 Proceso

Fuente: Elaboración propia

Layout Actual



Ilustración 11 Layout Actual

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la propuesta demuestran un incremento de 21 unidades en la producción de sacos de menestra, a la vez que, se ha reducido el porcentaje de operación del área de selección manual a un, con lo cual el nuevo cuello de botella del proceso se encontraría en el área de calibrado de granos.

Propuesta 1.MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Saco de menestra que ingresa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Saco de menestra que sale	173.00	0.00	86.90	12.98	0.00	10.32	63.50
Menestra dañada	19.00	0.00	89.22	4.09	0.00	3.25	81.88

Ilustración 12 Entity A C tivity: Propuesta

Fuente: Elaboración propia

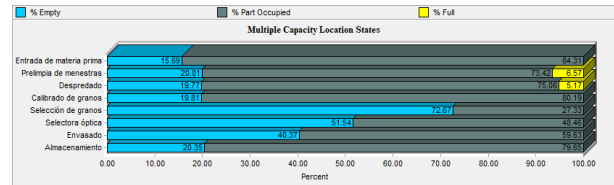


Ilustración 13 Location States Multiple

Capacity: Propuesta

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Nuevos Indicadores:

4.2.2.1. Producción:

Para el cálculo de la nueva producción, el tiempo de ciclo se vio afectado por la mejora, de manera que, con ella el cuello de botella pasaría a estar presente en el área de calibrado con 2,25 minutos. El resultado del cálculo de la producción muestra un aumento de 152 a 173 sacos de menestra.

$$Producción = \frac{6,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}}{2,25 \text{ min/saco } 50 \text{ kg}} = 173,33 \text{ sacos } 50 \text{ Kg}$$

4.2.2.2. Eficiencia física:

Para el nuevo cálculo de la eficiencia física, se han considerado que para la propuesta la cantidad de sacos de menestra que ingresa será de 192, mientras que la producción está dada por el valor anteriormente calculado, con ello se aprecia un resultado de 90,1%

$$Ef. física = \frac{\text{Materia que sale}}{\text{Materia que entra}} = \frac{8650 \text{ Kg}}{9600 \text{ Kg}} = 90,1 \%$$

4.3. Análisis costo benéfico de la mejora propuesta

El cálculo del beneficio de la propuesta está dado por la cantidad ganada de sacos con la implementación de la maquinaria, la cual es calculada de la siguiente manera:

$$\text{Beneficio Anual} = \text{Beneficio (Sacos)} * \frac{\text{Días op.}}{\text{Mes}} * \text{Precio Unitario}$$

$$\text{Beneficio Anual} = 21 \text{ sacos} * 24 \text{ día/mes} * S/.197,50 = S/.1 194 480,00$$

Por su parte para determinar el costo de la mejora, es necesario calcular el costo de materia prima por cada saco de menestra (S/.170,00/Saco), el costo de compra de la maquinaria y el costo del operario de envasado.

$$\text{Costo Anual} = \text{Costo MP(Sacos)} * \text{Maquinaria} * \text{M.O. Envasado}$$

$$\text{Costo Anual} = S/.1 028 160,00 * S/.8 641,00 * S/.11 160,00 = S/.1 047 961,00$$

Asimismo, se tuvo en consideración que con la adquisición de la selectora optimas la empresa estaría ahorrándose el pago de 13 operarios pertenecientes al área de selección manual, que sería de S/.12 090,00 anuales. Con lo cual el Beneficio del proyecto sería de S/.158 609,00anuales, tal como se aprecia a continuación.

$$\text{Beneficio} - \text{Costo} = \text{Beneficio Anual} + \text{Beneficio de O.P} - \text{Costo Anual}$$

$$\text{Beneficio} - \text{Costo} = S/.1 194 480,00 + S/.12 090,00 - S/.1 047 961,00$$

$$= S/.158 609,00$$

4.4. DISCUSIÓN:

Para la propuesta de mejora, tome en cuenta la investigación “Production efficiency improvement in batch production system using value stream mapping and simulation: a case study of the roasted and ground coffee industry” [10], que analiza tres tipos de alternativa de mejora, una es la implementación de una máquina para reemplazar las operaciones manuales de cuello de botella, logrando una reducción en el tiempo del 67 %, y a la vez un aumento en su producción.

V. CONCLUSIÓN:

La empresa GRANOS Y CEREALES S.A.C. dedicada a la selección y venta de menestra, su proceso productivo presentaba problemas de reprocesos y cuello de botella, con lo cual tenía una producción de 152 sacos de 50 Kg y una eficiencia de física del 69%.

Luego de proponer la mejora de implementación de una selectora óptica, la empresa puede alcanzar una producción de 173 sacos de 50Kg y una eficiencia física del 90.1%.

Finalmente se analizó la propuesta, dando un beneficio económico para la empresa de s/.158 609,00 soles anuales.

VI. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] M. d. a. d. Perú, «PLAN ESTRATÉGICO SECTORIAL MULTIANUAL,» Perú, 2016.
- [2] M. d. D. A. y. Riego, «Midagri,» [En línea]. Available: <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/33-sector-agrario/menestras>.
- [3] M. Quiroa, «Economipedia,» [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/proceso-productivo.html>.
- [4] ProModel, «ProModel,» [En línea]. Available: <http://promodel.com.mx/promodel/>.
- [5] Flores, «Plan de mejora continua en el proceso de selección de menestras para incrementar la productividad de la empresa Agrobeans S.R.L. Chiclayo 2018,» Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2018.
- [6] Rodriguez, «Propuesta de mejora del proceso productivo del vino Borgoña semiseco aplicando lean manufacturing, para aumentar la productividad en la empresa Bodegas El Zarco».
- [7] Mejía, «Análisis de propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta».
- [8] T. Quispe, «Diseño de mejora en el proceso de producción en la empresa avícola Soto S.A.C. para reducir costos de producción».
- [9] Faya, «Propuesta de mejora del proceso productivo de leche de una empresa ganadera de la ciudad de Motupe para el incremento de la producción».
- [10] S.-Z. Wolniak, «Application of the theory of constrains for continuous improvement of a production process-case study».
- [11] Terwiesch, «Learning and process improvement during production ramp-up».
- [12] Tamás, «Método de simulación de soporte de decisiones para la mejora de procesos de sistemas de producción intermitentes».
- [13] A. Ferdousi, «An Investigation of Manufacturing Performance Improvement through Lean Production: A Study on Bangladeshi Garment Firms».
- [14] Buddhakulsomsiri, «Production efficiency improvement in batch production system using value stream mapping and simulation: a case study of the roasted and ground coffee industry».