

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



**Mejora del proceso productivo de la procesadora Impulsagro
E.I.R.L para incrementar la productividad**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Christian Armando Reque Quiroz

ASESOR

Edward Florencio Aurora Vigo

<https://orcid.org/0000-0002-9731-4318>

Chiclayo, 2026

**Mejora del proceso productivo de la procesadora Impulsagro
E.I.R.L para incrementar la productividad**

PRESENTADA POR
Christian Armando Reque Quiroz

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Marcos Gregorio Baca López
PRESIDENTE

Pedro Martín Vizconde Meléndez
SECRETARIO

Edward Florencio Aurora Vigo
VOCAL

Dedicatoria

A mis abuelos José y Renee, por ser la inspiración de mis metas y por el anhelo que siempre tuvieron de verme convertido en profesional; hoy honro ese deseo que sembraron en mí.

A Adán y Lica, por su apoyo constante, por acompañarme en cada etapa de este camino y por brindarme siempre su ayuda incondicional.

Y a mis padres, Christian y Angélica, por su comprensión, su aliento y el cariño que me han dado, impulsándome a perseverar aun en los momentos más difíciles.

Agradecimiento

A la Empresa IMPULSAGRO E.I.R.L, por la colaboración para la realización del presente trabajo de investigación.

Al Ing° CARLOS ZAÑARTU OTOYA, gerente general de la Empresa Impulsagro E.I.R.L, por las facilidades brindadas, así mismo al Personal Técnico por el apoyo incondicional brindado.

Profundo y sincero agradecimiento al M.Sc. EDWARD AURORA VIGO, Asesor, gracias a sus enseñanzas y orientaciones como profesor, logró guiar de manera constante el desarrollo y la finalización exitosa de este trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que, de alguna manera, hicieron posible la culminación de esta tesis con su valiosa contribución y apoyo.

Mejora del proceso productivo de la procesadora Impulsagro E.I.R.L para incrementar la productividad

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.grafiati.com Fuente de Internet	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	revistas.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de Literatura	10
Materiales y Métodos	15
Resultados y Discusión	16
Conclusión	31
Recomendaciones	32
Referencias Bibliográficas	32
Anexos	38

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue mejorar el proceso productivo para incrementar la productividad de la Empresa Impulsagro E.I.R.L; se identificaron deficiencias que conllevan a la baja productividad por diversas causas: mermas 20% de pérdidas producidas durante los procesos, tiempo de cuello de botella 300 seg en la clasificación y movimientos innecesarios 70% en la recepción, llegando a un nivel de eficiencia del 80% de la capacidad instalada. La metodología consistió en la aplicación de herramientas de ingeniería como estandarización de tiempos, balance de línea, implemento de tecnologías y distribución de planta. Como resultados, se obtuvo un incremento contribuyendo al aumento de la productividad de mano de obra de 12,06 saquetas/operarios*día, productividad materia prima 0,0322 saquetas/kg, productividad laboral 1,208 sacos/horas-hombre; logrando una productividad total 0,0313 saqueta/S/. Asimismo, se generó una inversión, siendo factible con un valor actual neto es de S/ 397 127,28; la tasa interna de retorno es de 40,05%; el Costo Beneficio es 3,76 por lo cual es viable ya que $es > 1$; por último, el TMAR es 21,20%. En conclusión, la aplicación de herramientas de ingeniería ayudó a incrementar la productividad de la procesadora IMPULSAGRO E.I.R.L en un 16,63%.

Palabras Claves: Proceso, Productividad, Menestras, Mejoras

Abstract

The objective of this research was to improve the production process to increase the productivity of Impulsagro E.I.R.L.; deficiencies were identified that lead to low productivity for various reasons (mention causes) reaching an efficiency level of 80% of the installed capacity. The methodology consisted in the application of engineering tools such as time standardization, line balancing, technology implementation and plant distribution. As a result, an increase was obtained contributing to the increase in labor productivity of 12,06 bags/operators*day, raw material productivity 0,0322 bags/kg, labor productivity 1,208 bags/man-hours; achieving a total productivity of 0,0313 bags/S/. Likewise, an investment was generated, being feasible with a net present value of S/ 397 127,28; the internal rate of return is 40,05%; the Cost Benefit is 3,76 so it is feasible since it is >1; finally, the TMAR is 21,20%. In conclusion, the application of engineering tools helped to increase the productivity of the processing company IMPULSAGRO E.I.R.L by 16,63%.

Keywords: Process, Productivity, Hampers, Improvements

Introducción

Grandes empresas procesadoras de alimentos a nivel global desarrollaron un conjunto de operaciones con el fin de ofrecer un bien, un producto o servicio, que abarcaba actividades y procesos que involucraban a proveedores y empresas procesadoras. Según [1], las empresas que mejoraron continuamente su proceso productivo lograron aumentar su eficiencia, lo que incrementó los márgenes de ganancia en un 1% a 2% y elevó las ventas entre un 10% a 35% de lo habitual, beneficiando de este modo a la empresa. Por otro lado, compañías a nivel mundial como Bounduelle (Francia), Greenyard (Bélgica), OrtoRomi (Italia) y HAK (Países Bajos), líderes en el procesamiento de menestras, experimentaron en algunos periodos baja productividad de 12% a 21%, lo cual implicaba pérdidas en el proceso, es decir, mermas y devolución de productos [1]. Por ello, estas empresas mejoraron constantemente para que su sistema productivo fuera más eficaz y, de alguna manera, ofrecer a sus clientes productos de calidad. El MIDAGRI indicó que la producción de legumbres se realizó en más de 184 países en 79 millones de hectáreas, de las que se obtienen 71,3 millones de toneladas de grano seco, para el autoconsumo y el comercio [2]. Por otro lado, la India, China, Canadá y Brasil son los países más importantes en la producción de legumbres, donde estos cultivos figuran en el cuarto lugar de importancia después del trigo, el maíz y el arroz [3].

En el 2022, el Perú ha producido 287 000 toneladas de menestras, las cuales fueron cosechadas en 214 000 hectáreas, que fueron instaladas en 23 regiones del país. El 83% de la producción nacional de leguminosas de grano que se produce en el Perú, está destinada al consumo interno [3]. Por otra parte, las empresas procesadoras de menestras que experimentaban baja productividad enfrentaron efectos negativos que impactaron significativamente en la rentabilidad y en su capacidad de operar de manera eficiente, reduciendo entre 10% a 18% [4]. Factores como la falta de tecnología avanzada, el acceso limitado a financiamiento para modernizar sus operaciones, la fluctuación en los precios de las materias primas y la variabilidad en la calidad de los productos impactaron negativamente en la capacidad de cumplir con los estándares de exportación cada vez más rigurosos [5]. Las principales empresas dedicadas al procesamiento de menestras, como Agrícola Hoja Redonda, Campo Santo, Proanco, y el Punto del Campo, entre otras, también presentaron baja productividad en sus procesos productivos. En una investigación de [6], se explicaron las causas de la baja productividad en la empresa Proanco, atribuidas a la falta de personal, baja competitividad, averías en maquinaria, entre otros factores. A partir de esto, se propuso desarrollar estrategias en el proceso productivo para reducir pérdidas, aumentar la eficiencia, y mejorar la productividad y rentabilidad.

La presente investigación se realizó en la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L con RUC 20601534755, ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque es una de las empresas de procesamiento de menestras que más destaca en la región. La Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L desarrolla tres tipos de productos tales como: frijol castilla, frijol de palo y pallar, estos productos se encuentran en diferentes tipos de presentación, empacados en saquetas de 50,00 kg, saquetas de 25,00 kg, bolsas de 15,00 kg y bolsas de 10,00 kg.

En la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L, se identificó algunas deficiencias o problemas en el proceso productivo tales como: mermas 20% de pérdidas producidas durante los procesos, tiempo de cuello de botella 300 seg en la clasificación y movimientos innecesarios 70% en la recepción; precisar que el problema es la baja productividad en el proceso productivo, que conllevó a evaluar la productividad de manera global, siendo necesario utilizar herramientas que permitan transformar las menestras en productos de calidad [7].

Las deficiencias en los productos generan problemas en los clientes. En conclusión, se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo la mejora del proceso productivo de la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L. incrementa la productividad? Con ello se tuvo como objetivo general mejorar el proceso productivo de la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L para incrementar la productividad, y como objetivos específicos se tuvieron los siguientes: Diagnosticar el proceso productivo de la Empresa Impulsagro E.I.R.L; Proponer herramientas de ingeniería que deban adoptarse para mejorar el proceso productivo de la Empresa Impulsagro para incrementar la productividad; Evaluar económica y financieramente las propuestas alcanzadas para mejorar el proceso productivo de la Empresa Impulsagro E.I.R.L. incrementando la productividad.

Por ello, el presente trabajo busca mejorar el proceso productivo de la Empresa Impulsagro E.I.R.L., siendo necesario desarrollar estrategias y evaluar los indicadores propuestos. A partir de ello, se mejorará la mano de obra, se reducirán los tiempos muertos durante todo el proceso productivo, permitiéndole a la empresa ser más eficiente y enfrentarse a la competencia.

Por otra parte, se proponen nuevos métodos de procesamiento que buscan reducir la contaminación ambiental y mejorar la eficiencia de los procesos, maximizando las utilidades y minimizando el uso de recursos sin comprometer la calidad. Esto permite a la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L ser más competitiva y rentable, desarrollando metodologías aplicables por personas o entidades interesadas en abordar los impactos ambientales del crecimiento económico. Además, este estudio servirá como guía técnica para la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L., ayudándola a implementar estrategias y tecnologías que

optimicen la mano de obra, reduzcan tiempos muertos y movimientos improductivos, aumentando así su producción y productividad.

Revisión de Literatura

El presente trabajo brinda conceptos claros y trascendentales sobre un proceso productivo, sus funciones e importancia, ayudando a entender el desarrollo de actividades que permitan transformar las materias primas en productos finales, en este caso la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L, el mismo que tiene la finalidad de aportar a las investigaciones futuras para incrementar la productividad.

Las legumbres [8] fueron definidas como semillas comestibles derivadas de plantas leguminosas, recolectadas específicamente para el consumo humano. A diferencia de las legumbres, los cultivos que no pertenecen a esta categoría incluyeron aquellos que se cosecharon en su estado verde, los empleados para la extracción de aceites, y los cultivos leguminosos que se utilizaron con propósitos de siembra.

Por otra parte, FAO [9], describió que las leguminosas o legumbres pertenecen a la familia Fabaceae, que representa el tercer grupo vegetal más numeroso en el mundo. Dentro de esta familia, algunas categorías conocidas son Cicer, Cajanus, Lens y Faba. Una característica destacada de estas plantas es su capacidad para la fijación biológica del nitrógeno, enriqueciendo así los suelos donde se desarrollan [9]. Estas especies se adaptaron a diversas condiciones climáticas globales, incluyendo extremos de calor y frío. Sus necesidades hídricas son primordiales al comienzo de su crecimiento y pueden conservarse secas, similar a los cereales.

Un proceso [10], definen como un conjunto de actividades continuas que siguen directrices específicas para la producción de bienes. Además, un proceso consiste en la secuencia de actividades conectadas que utilizan insumos para lograr un resultado deseado.

Entre las principales características de un proceso [11] menciona, que tenemos a las diferenciaciones de proceso que ocurren cuando un proceso se repite, introducen pequeños cambios en la secuencia de operaciones que lo conforman, y estos cambios resultan en modificaciones en el resultado final obtenido. Asimismo, [11] comenta, que existen tipos de procesos que son el proceso estratégico, proceso clave y proceso de soporte.

La mejora de procesos [12], es la fusión de procedimientos llevadas a cabo en una empresa con el propósito de alcanzar mejoras en sus áreas específicas. La mejora de procesos puede ser de 2 tipos: en lo estructural, que es la que, emplea enfoques conceptuales como el análisis de valor y la realización de encuestas a los empleados, entre otros métodos [12].

En cuanto a la mejora continua [13], define como un enfoque que involucra la supervisión constante del flujo de un proveedor hasta un posible consumidor. La mejora continua es una estrategia que habilita a la empresa a supervisar minuciosamente todos los procesos.

Para [14], esta mejora continua, implica que el personal y los equipos de trabajo buscan constantemente la creación de condiciones laborales que tengan un impacto positivo en los resultados. Por otro lado, el proceso productivo implica llevar a cabo una serie de operaciones con el fin de generar valor, con el fin de generar valor y satisfacer las demandas de los clientes al transformar materias primas o insumos en productos o servicios. [14]. La finalidad de los procesos industriales es incrementar la eficiencia y elevar la calidad de la producción mediante la gestión eficaz de los recursos involucrados, que incluyen las materias primas, los insumos, la mano de obra, los materiales, capital, tecnología e informática [15].

Según [15] mencionan, que el proceso productivo puede variar ampliamente según la industria y el tipo de producto o servicio, pero en general, implica la planificación, diseño, adquisición de materias primas, transformación, ensamblaje, control de calidad y distribución del producto final. La eficiencia y la optimización del proceso productivo son fundamentales para reducir costos y mejorar la calidad de los productos o servicios.

Para aumentar la productividad, es necesario que la producción sea superior a los recursos utilizados. Según [16], las empresas pueden comparar sus resultados con las de su mismo sector si están disponibles, o bien, pueden evaluar su propia productividad a lo largo del tiempo si no hay comparaciones directas.

La gestión integral de la productividad [17], la define como un proceso de dirección que abarca cuatro etapas del "ciclo de productividad" con el propósito de elevarla y disminuir los costos unitarios totales de los productos, lo que a su vez permite aumentar los márgenes de beneficio.

En cuanto a la gestión de almacenes, [18], comprende un proceso que engloba la recepción, el almacenamiento y la distribución de materiales, que pueden llegar o no al cliente, que a su vez podría ser el usuario final. Por otro lado, esta gestión se enfoca principalmente en mejorar una parte crucial de la logística que desempeña un papel esencial en dos fases del flujo de productos: el suministro y la distribución física. [19].

Se presentaron diversas investigaciones que contribuyeron al avance del estudio en cuestión. El artículo de Ahmned [20] destacó la relevancia de optimizar el proceso productivo de las legumbres, abordando tanto los factores externos como internos que influyen en la producción. La utilización de herramientas de ingeniería industrial permitió mejorar los tiempos de producción, minimizar los cuellos de botella y elevar la eficiencia del proceso, resultando en

legumbres de mejor calidad disponibles en el mercado. Por su parte, se identificó como objetivo principal el incremento de la productividad al enfrentar dificultades como el uso ineficiente de recursos y la mala distribución de tareas entre los operarios. La adopción de nuevas herramientas tecnológicas facilitó la reducción de tiempos de inactividad durante la fase de secado, lo cual contribuyó a un aumento del 7% en productividad, un 5% en el tiempo de ciclo y un 65% en los ingresos. La evaluación económica de la investigación fueron un VAN de S/ 118 476,00 y una tasa interna de retorno del 35,8%, un beneficio-costo de S/ 1,67. Se concluyó que al implementarse herramientas de ingeniería, las empresas procesadoras podrán elevar su productividad, eficiencia y eficacia, ofreciendo productos de calidad a los clientes.

Asimismo, Najar A y Alvarez M [21] comentaron que, la empresa en estudio enfrentaba retos significativos en su proceso productivo debido a prolongados tiempos de operación que mermaban su capacidad de satisfacer la demanda en un 70%. El objetivo fue incrementar la eficiencia y la flexibilidad del proceso productivo y modernizar las tecnologías empleadas. Para ello, se inició con un diagnóstico interno seguido por el rediseño y mejora del proceso, tomando en cuenta factores productivos, económicos y ambientales. Como propuestas, se introdujo nueva maquinaria, se estandarizaron los tiempos de producción y se balanceó la línea para mejorar el flujo de trabajo. Una de las innovaciones tecnológicas más destacadas fue una solución para el secado de granos que emplea cascarilla de arroz como fuente energética. Los resultados financieros revelaron que la inversión se recuperaría en 4,2 años, con un Valor Actual Neto de S/. 107 499,00 y una Tasa Interna de Retorno del 27,4%, reflejando un ratio beneficio-costo de S/. 1,15.

Por otra parte, Tuesta, Chihuahua y Calla [22], el objetivo de su investigación fue aplicar métodos para aumentar la productividad en una empresa de conservación de pescado, se realizó un estudio preexperimental aplicando distintas herramientas de ingeniería. Se emplearon técnicas de análisis de datos y estudios de tiempos, junto a diagramas de Pareto e Ishikawa para identificar ineficiencias en el proceso de envasado. Se determinó que un 40,20% de las actividades había movimientos innecesarios, con una productividad promedio inicial de 48,56 cajas/hora por empleado. Además, se implementó un nuevo método de trabajo que redujo la distancia recorrida y optimizó el tiempo estándar a 645,33 segundos/caja. Se concluyó que con la implementación del nuevo método de trabajo llevó a una reducción en la distancia recorrida ya la determinación de un tiempo estándar mejorado. Este método eficaz ha mejorado los resultados de la operación.

Merino, Mogollón, Neciosup y Villar [23], describieron que su estudio realizado en Karsol S.A.C. aplicó un análisis de tiempos y movimientos para aumentar la productividad en el área

de fileteado. Se adoptó un diseño preexperimental con 25 colaboradores seleccionados mediante técnicas de reducción poblacional. El diagnóstico reveló un cuello de botella significativo en el fileteado, con un tiempo ocioso de 73 minutos entre estaciones, resultando en una productividad inicial de solo 5,50 kg por hora-hombre. Se implementaron mejoras según el ciclo PHVA y se estandarizaron los tiempos utilizando la metodología Westing House, lo que redujo el tiempo estándar en 39,66 segundos. Esto se complementó con mejoras en la calificación de habilidades y condiciones, aumentando las actividades productivas en 2,57%. Además, se estandarizó el proceso de fileteado con un manual de procedimientos y capacitaciones. En conclusión, la aplicación de estudios de tiempos y movimientos incrementó efectivamente la productividad en la empresa.

Por otro lado, Su Ramírez y Quiliche [24], comentaron que el estudio realizado aplicó un nuevo método operativo en el área de corte de anchoveta, resultando en una notable mejora de la productividad. Se utilizó un diseño de investigación preexperimental longitudinal y se analizaron los tiempos de operación del área de corte, identificando que el método de trabajo contribuía con demoras del 20% del tiempo total, lo cual era el principal obstáculo para la productividad. Mediante el estudio de tiempos y la aplicación de un diagrama bimanual, se optimizaron los tiempos y los movimientos necesarios, ajustando el número de balanzas para mitigar los cuellos de botella. Como resultado, el tiempo estándar por panera se redujo en un 40,18%, de 37,78 minutos a 22,60 minutos. Además, se eliminaron completamente las demoras, se aumentó la producción diaria de 3540 a 4762 paneras (un incremento del 34,52%), y se redujo el tiempo muerto de 0,197 a 0,126 minutos por panera (una mejora del 36,04%). La productividad por hora-hombre mejoró de 0,63 a 0,72 cajas (12,5%), y la productividad de la materia prima aumentó de 29,19 a 31,48 cajas por tonelada (7,8%). Estos avances se deben al establecimiento de tiempos estándar y a la mejora en la ejecución de las tareas.

Por otro lado, Moreno y Becerra [25], evaluaron el impacto de una óptima distribución de planta en la reducción de tiempos de ciclo de producción, mediante la minimización de las distancias recorridas por los materiales en el proceso productivo. El enfoque fue impulsado por la creciente demanda de productos de alta calidad, intensificando la necesidad de optimizar procesos y adoptar tiempos de producción más cortos y flexibles. Se implementaron cargas de trabajo balanceadas, resultando en una producción más continua y una mejor distribución de planta que incrementó la productividad en un 15%, redujo los tiempos de ciclo en un 20%, reduciendo los movimientos innecesarios en un promedio de 64,22% y disminuyó los costos operativos en un 10%. Estas mejoras no solo simplificaron la metodología operativa, sino que también redujeron significativamente los costos de producción entre un 31% y un 38%,

demostrando la importancia de una adecuada gestión y organización del espacio de trabajo para satisfacer eficazmente las demandas del mercado de trabajo.

Asimismo, Grimaldo [26], detalló los hallazgos de un estudio descriptivo de caso realizado en la línea de producción de yogurt de una empresa láctea. Ante la falta de investigaciones previas, la empresa desconocía su capacidad real de producción, enfrentándose a retos como la incertidumbre sobre el mercado que puede abastecer, la cantidad de materia prima necesaria y la determinación del número adecuado de empleados a contratar. Para abordar estas incógnitas, se implementó un análisis de tiempos según la metodología de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Los resultados revelaron que el tiempo estándar para procesar 550 litros de leche es de 601,32 minutos. Se identificó que el cuello de botella se encuentra en la estación de Preparación del yogurt, donde se invierten 391,19 minutos, representando la mayor parte del tiempo de ciclo. A partir de estos datos, se asume que la capacidad de producción efectiva es de 468 bolsas de yogurt por hora. El estudio concluyó con una revisión de la eficiencia de la línea de producción y la propuesta de estrategias de mejora.

Por otro parte, se desarrollaron investigaciones de tesis como la de Rivera, J [27], quien comentó que su estudio se enfocó en una empresa dedicada al envasado de aguacates en la región de Lambayeque, Perú. La empresa presentaba baja productividad debido a la falta de procesos estandarizados y automatización, así como a la falta de capacitación y normativas, lo que resultó en pérdidas de S/ 1 181 868,54 en tres años. En cuanto a las herramientas de mejora, se diseñó un modelo de simulación con el objetivo de incrementar la productividad, optimizando los procesos y mejorando la eficiencia operativa que, en su primer escenario, incrementó la eficiencia de la mano de obra en un 60,7% con un retorno de inversión en 3 meses. Otro escenario aumentó la productividad en un 183% con un retorno en 6,02 meses. El análisis financiero concluyó que la mejor opción era el primer escenario, con una recuperación de inversión en un año y un beneficio adicional de S/ 55 258 304,00.

De igual forma, Vásquez, N [28] comentó que la empresa procesadora en estudio enfrentaba como principal desafío la baja eficiencia en su línea de producción, lo que afectaba su efectividad y eficacia. Su productividad, del 51,33%, era significativamente inferior a la de Ambev Perú, que alcanzaba un 97,47%. La investigación tuvo como objetivo evaluar cómo las mejoras en los procesos impactaban en la productividad. Se utilizó una metodología científica aplicada, con un enfoque explicativo y un diseño cuasi experimental. Además, se propuso como mejora la redistribución de la planta con el fin de eliminar los movimientos innecesarios y reducir el tiempo del proceso. Como resultado, la implementación de estas mejoras en los

procesos logró incrementar la productividad de la empresa del 51,33% al 57,70%, reflejando un aumento del 12,41%.

De acuerdo a Vilcherrez, C [29], describió que la investigación en la empresa procesadora de café incluyó entrevistas y el uso de diagramas para analizar y mejorar los procesos productivos. Se identificaron causas de baja productividad, como reprocesos, fallas en las máquinas y desmotivación del personal, lo cual afectó la productividad en un 30%. Como mejoras, se implementaron un plan de capacitación, estandarización de tiempos y una línea de reproceso, lo que resultó en un aumento de producción del 8%, una mejora en la productividad laboral de 104 a 112.6 toneladas por operario al mes, y un incremento de la capacidad de planta de 3840 a 4160 toneladas mensuales. Además, la capacidad ociosa se redujo y la eficiencia de producción aumentó del 85% al 92%.

De la misma forma Vásquez, V [30] describió que, La organización de fabricación y comercialización de papa semiprocesada presentaba baja productividad debido a una mala distribución de planta, procesos manuales y falta de estandarización. La investigación, basada en entrevistas y revisión documental, buscó incrementar la productividad mediante mejoras en automatización, estandarización, balance de línea y redistribución de planta, logrando un aumento del 15%. Un estudio de tiempos mejoró aún más la eficiencia, alcanzando un incremento total del 20,42%. El análisis costo-beneficio confirmó la viabilidad del proyecto, generando un beneficio adicional de 0,4 soles por cada sol invertido.

Materiales y Métodos

La presente investigación fue aplicada, pues se planteó el cómo la empresa en estudio pueda mejorar su proceso productivo a fin de incrementar la productividad [31]. Asimismo, tiene un enfoque cuantitativo de nivel descriptivo, ya que se recolectó información de datos numéricos e información estadística para analizar y poder cumplir con los objetivos propuestos para incrementar la productividad. Para ello se ha elaborado la matriz de operacionalización en el Anexo 33. Por otro lado, el diseño de investigación es no experimental, puesto a que no se realizó la manipulación de variables [32].

La población de esta investigación es el proceso productivo de las legumbres de la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L conformada por procesos (recepción, análisis, clasificación, selección, empaçado y almacenado). En cuanto a la muestra se recopiló información de los procesos ejecutados entre los años 2021-2024, el muestreo es no probabilístico, considerando que la población no tiene una probabilidad conocida, es decir, esta se desarrolló en el año 2023

donde la información se sinceró y comparó con los volúmenes ejecutados entre los años 2021-2024.

En las técnicas de recolección de datos de la investigación [33], se obtuvieron observaciones de la situación actual que tiene la empresa y se identificó sus causas que originaron la baja productividad en el proceso productivo de la planta; a partir de ello, se planteó propuestas de mejora; los datos de la investigación, se obtuvo por medio del levantamiento de información y comparación de la data histórica (Anexo 9) y proyectada (Anexo 32) y consultas bibliográficas [34] distintos informes, artículos, entre otros con el propósito de adquirir información de valor que aporte a la investigación. Para abordar el primer objetivo, se consolidó, sistematizó, analizó información, identificando las causas de la baja productividad a través del diagrama de Ishikawa y balance de materia.

En el segundo objetivo de la investigación, se propuso herramientas de ingeniería, como estandarización de tiempos, utilizando la metodología de westing house [39] donde se calculó el tiempo promedio y estándar de los procesos manuales; así mismo el balance de línea se determinó con ritmos de operación por operario con el objetivo de sincronizar el ritmo de producción [40]; implementación de tecnología a través de la metodología Proceso Analítico Jerárquico (AHP) [41], distribución de planta mediante los métodos Guerchet [42] y SLP [42]. Por último, y con el tercer objetivo se evaluó las propuestas económicas y financieras de equipamiento utilizando evaluación de proyectos de inversión de la empresa [43] para mejorar el proceso productivo de la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L. incrementando la productividad.

Resultados y Discusión

Diagnosticar el proceso productivo de la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L

La Empresa Impulsagro E.I.R.L, es una empresa de procesamiento de menestras que se encuentra ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, viene desarrollando tres tipos de productos tales como: frijol castilla, frijol de palo y pallar, estos productos lo podemos encontrar en diferentes tipos de presentación, empacados en saquetas de 50,00 kg, saquetas de 25,00 kg, bolsas de 15,00 kg y bolsas de 10,00 kg (ver anexo 1).

En el proceso productivo de la Procesadora Impulsagro E.I.R.L, participan desde la recepción de la materia prima que viene del proveedor hasta el producto final listo para ser distribuido a los clientes mayoristas o minoristas; resaltar que el proceso productivo comprende desde la recepción, análisis, clasificación, selección, empacado y almacenado; incidiendo en un

producto de calidad superior con granos enteros y un mínimo porcentaje de impurezas de gran aceptación y satisfacción al consumidor, esto se desarrolla en su planta de procesamiento ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Por otro lado, se elaboró los diagramas que permiten detallar los procesos con las diversas actividades a desarrollar en el proceso productivo, siendo estas los diagramas DOP, DAP y de recorrido (ver anexo 2, 3 y 4). Por otro lado, se presenta a continuación un diagrama de flujo, donde se puede evidenciar el proceso productivo de Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L.

Las pérdidas producidas durante los procesos se presentan en la clasificación en un 1%, recepción 3%, empaçado 3%, almacenamiento 2%, Análisis 1% y Selección 10%; se tiene un total de 20% de pérdidas del volumen ingresado a la planta.

Las pérdidas económicas en el proceso productivo de la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L entre los años 2021 al 2024 representan el 20%, siendo por mermas 10% y por selección 10%; lo que significa que, para revertir esta situación, es necesario incrementar la productividad a futuro, la empresa debería aplicar estrategias para elevar el nivel de calidad de sus productos y puedan satisfacer las necesidades de los clientes.

En los últimos cuatro años considerados para la investigación, se pudo evidenciar en (ver anexo 5), que existe un 80% de productos buenos y un 20% de productos defectuosos como consecuencia de mermas, selección, cuellos de botella y movimientos innecesarios, a partir de ello, se origina pérdidas económicas que son perjudiciales en el rendimiento y productividad por parte de la empresa.

En el proceso productivo la empresa presenta pérdidas (ver anexo 6). Es por ello, que la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L, al mejorar su proceso, los equipos y/o maquinarias y la organización de la planta; permite productos terminados de calidad e incrementando la productividad.

Balance de materia:

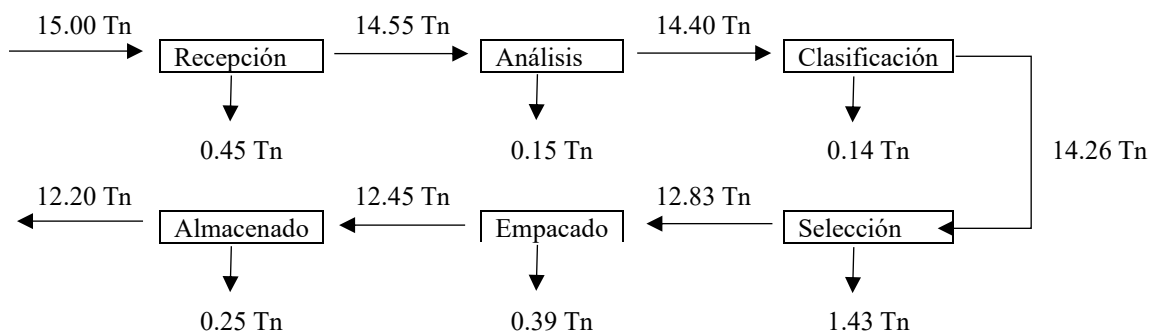


Figura 1. Balance de materia

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la producción, se evalúa la productividad de la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L, considerando la mano de obra, la misma que limita el incremento de la productividad, para ello, se aplicó una encuesta (ver anexo 7) que permita evaluar el nivel de experiencia dentro de la selección y clasificación de los granos de menestra. Los resultados de la encuesta aplicada se encuentran en el anexo 8. Por otra parte, se realizó cálculos para estimar el porcentaje de producto óptimo y deficiente de la empresa. En este caso, se consideró como producto saquetas de 25,00 kg de menestras, para evidenciar los datos se realizó los siguientes cálculos que se presentan a continuación:

- Unidades producidas
 - 15 600 saquetas de 25 kg mensuales
 - 187 200 saquetas de 25 kg anuales

Tabla 1. Saquetas Producidas de menestras con pérdidas durante los procesos (2021-2024)

Indicadores	Unid	Saquetas
Productos buenos	Saq/año	149 760
Productos defectuosos	Saq/año	37 440
Producción de menestra	Saq/año	187 200

Fuente: Elaboración Propia

- Saquetas producidas por hora

Tabla 2. Saquetas Producidos Anual Promedio Año 2021-2024

Productos	Saquetas (año)	Saquetas (mes)	Días trabajados (mes)	Horas trabajadas (hr/mes)	Saquetas producidas (hr)
Buenos	149 760	12 480	26	260	48
Defectuosos	37 440	3 120	26	260	12

Fuente: Elaboración Propia

Rating de la producción de saquetas buenas: 48 saquetas/hora y saquetas defectuosas: 12 saquetas/hora, siendo la producción de 60 saquetas de 25kg/hr.

Posteriormente, se evaluó y analizó por año de estudio la producción de saquetas durante el periodo 2021 – 2024, en el cual se pudo evidenciar el porcentaje de saquetas buenas y deficientes por año (ver anexo 9). Como resultado se tiene que, en la empresa, los niveles actuales de las saquetas de menestra producidas son bajos, se estimó mensualmente que el 75% de los granos en las saquetas defectuosas tiene características óptimas, es por ello que se realizó algunos cálculos para estimar el número saquetas posibles de productos buenos (ver anexo 9).

En cuanto, la utilización de la planta es la proporción de la capacidad real y la capacidad diseñada, esta se estima con el propósito de determinar la utilización de capacidad y la eficiencia de producción.

a. Capacidad Real

Se tuvo en cuenta que la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L en sus condiciones ideales de operación presenta una capacidad real de 60 saquetas/hora.

$$C_r = \frac{60 \text{ saquetas}}{\text{hora}} \times \frac{10 \text{ hora}}{1 \text{ día}} \times \frac{26 \text{ día}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ año}} = 187\,200 \text{ saquetas/año}$$

Tabla 3: Cantidad Promedio de Saquetas Óptimas Producidas entre 2021 - 2024

Año	Producción óptima (saquetas)
2021	148 980
2022	151 164
2023	148 668
2024	150 540
Promedio	149 838

Fuente: Elaboración Propia

b. Capacidad Diseñada

Se tuvo en cuenta que la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L en sus condiciones ideales de operación presenta una capacidad de diseño de 64 saquetas/hora.

$$C_p = \frac{64 \text{ saquetas}}{\text{hora}} \times \frac{10 \text{ hora}}{1 \text{ día}} \times \frac{26 \text{ día}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ año}} = 199\,680 \text{ saquetas/año}$$

Por consiguiente, en el periodo evaluado, el promedio de saquetas optimas producidas es de 149 838 saquetas/año.

Entonces, la utilización será la siguiente:

$$\text{Utilización} = \frac{187\,200 \text{ saquetas/año}}{199\,680 \text{ saquetas/año}} \times 100\%$$

$$\text{Utilización} = 93,75\%$$

c. Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{187\,200 \text{ saquetas/año}}{191\,232 \text{ saquetas/año}} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 97,89\%$$

d. Capacidad Efectiva

$$C_p = \frac{64 \text{ saquetas}}{\text{hora}} \times \frac{10 \text{ hora}}{1 \text{ día}} \times \frac{24,9 \text{ día}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ año}} = 191\,232 \text{ saquetas/año}$$

Es necesario precisar los clientes al recepcionar el producto encuentra deficiencias en los granos como: el tamaño, el color, entre otros; siendo rechazados o comercializados a un menor precio, por lo tanto, la empresa reduce su rentabilidad y pierde prestigio en el mercado.

La Empresa ha mantenido un registro detallado de sus pérdidas en los últimos cuatro años. A partir de esta información, se implementó estrategias, permitiendo mejoras en sus procesos, productos y políticas, con el objetivo de reducir las pérdidas siendo más eficientes. A continuación, se presentaron los porcentajes de la calidad de los productos en 4 años de estudio (ver anexo 10). Por otro lado, se realizó un muestreo por lote durante cuatro días, el cual se puede evaluar la salida de productos defectuosos (ver anexo 11).

A partir de lo acontecido, se utilizó un diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causas de los problemas, por el cual se realizó una ponderación de los ámbitos evaluados. Se tuvo que las causas más críticas son las relacionadas con los métodos de trabajo, las mermas y la mano de obra, ya que presentan los mayores efectos sobre el rendimiento del proceso, mientras en los otros ámbitos como maquinaria, entorno y medición se mantienen estables o con baja incidencia. (ver anexo 12).

Para incrementar o aumentar la productividad según [35], es necesario desarrollar acciones que permitan ser eficientes y poder lograr una mayor rentabilidad, para ello se muestra un diagrama en el cual, explica los beneficios de incremento de productividad (ver anexo 13).

Indicadores Actuales de Producción

Se realizó una evaluación mensual de los indicadores de productividad de mano de obra, materia prima, laboral y total. Para ser más específicos, se realizaron los cálculos en el anexo 14. Donde se calculó promedios de Productividad de Mano de Obra de 12,06 saquetas/operarios*día, Productividad Materia Prima 0,0322 saquetas/kg, Productividad Laboral 1,208 sacos/horas-hombre; logrando una Productividad Total 0,0313 saqueta/S/.

Movimientos innecesarios

Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L carece de una estandarización en el tiempo, debido a la falta de instrucción y verificación de técnicas operativas. Para abordar esta situación, se ha realizado un análisis de movimiento con el objetivo de documentar las técnicas empleadas actualmente en los procedimientos manuales. Para ello, se realizaron diagramas bimanuales para cada actividad que se identifican como innecesarios siendo: 1) Transportar a zona de pesaje 70%, 2) Depositar en Tolva de Recepción 60%, 3) Selección de granos 41,67% y 4) Llenado de los granos 50%.

En los diagramas bimanuales (ver anexo 15), se identificó la actividad de transportar a zona de pesaje presentó un 70% de ineficiencia, convirtiéndose en el cuello de botella en el proceso.

Por lo que, es crucial reducir estas actividades improductivas para optimizar el ritmo de producción.

Tiempos de producción

Realizando un análisis de la Empresa Procesadora Impulsagro E.I.R.L, se ejecutó un estudio de tiempos de cada proceso incluyendo las actividades que se realizan en cada una de ellas. A partir del diagrama de análisis de operaciones, se realizó el siguiente estudio de tiempos a través de mediciones, realizando 7 sondeos (ver anexo 16). Luego, se procedió a calcular el tiempo promedio y con ello estandarizar los procesos que participan en el proceso.

Tabla 4. Promedio de tiempos (segundos) para cada actividad del proceso en un ciclo

Proceso	Código	Actividades	Recurso	Promedio (Seg.)
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	245,14
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	181,71
	A3	Pesar los granos	Máquina	120,86
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	178,29
	A5	Transportar a zona de análisis (elevador)	Máquina	179,14
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	239,14
	A7	Transportar a zona de selección (elevador)	Máquina	241,71
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	234,86
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	300,00
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	241,71
	A11	Transporte al área de selección (elevador)	Máquina	238,29
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	237,43
	A13	Selección de Granos	Hombre	281,14
	A14	Transporte a zona de empaçado	Máquina	180,86
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Hombre	180,86
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	184,29
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	132,00

Fuente: Elaboración propia

Luego se calculó los tiempos por lote durante 1 ciclo de trabajo realizados (ver anexo 16). A partir de los resultados, se procedió a identificar el cuello de botella que existe en cada actividad de cada proceso. Por otra parte, se detectó en el proceso de recepcionar materia prima con un tiempo de 245,14 segundos, en la separación de tipos de granos con un tiempo de 300 segundos, en la selección de granos con un tiempo de 281,14 segundos (ver anexo 16)

Proponer herramientas de ingeniería que deban adoptarse para mejorar el proceso productivo de la Empresa Procesadora Impulsagro para incrementar la productividad

Implementación de maquinaria

Para solucionar la causa raíz de la selección inadecuada de granos, según lo establecido por la Sociedad Nacional de Industrias [37] señaló la necesidad de enfocarnos en la implementación de tecnología para reducir el porcentaje de mermas que se presenta en este proceso. Para ello, se evaluó mediante el método de Proceso Analítico Jerárquico (AHP) 3 máquinas selectoras

ópticas de granos y 2 máquinas empacadoras, el cual se tomaron en cuenta los criterios de garantía, costos de electricidad, repuestos que utiliza la máquina, productividad, vida útil, rendimiento y calidad. En el proceso metodológico se evaluó la maquinaria a través de las fichas técnicas y así mismo se realizó un análisis de costos e inversión de las maquinarias identificadas considerado 03 alternativas, se encuentran en el anexo 17 y anexo 18.

Como resultados, se obtuvo que la máquina TCSi modelo Delta 3,6 HP, 230-60 Hz de 1450 Kg para la selección de granos, destaca en los criterios evaluados por su sistema de reconocimiento inteligente, capaz de detectar y separar defectos de color, asegurando una selección precisa de granos en buen y mal estado. Con una capacidad de 1600 kg por hora, esta máquina incrementa la productividad del proceso al reducir el tiempo en el proceso donde se presenta el cuello de botella, mejorando así la eficiencia general. En cuanto, a la máquina empacadora la máquina SYNMEC modelo SeaChromex 3,8 HP, 230-50Hz de 2380 Kg para envasado de granos en sacos de 25 y 50 kg. Con una velocidad superior a 70 bolsas por hora, incrementa significativamente la productividad del proceso, mejorando la eficiencia y reduciendo el tiempo.

Estandarización de tiempos

Para realizar la estandarización de los tiempos actuales de la empresa, el cual se utilizó la metodología Westing House, se estimó el tiempo estándar para los procesos manuales basándose en observaciones iniciales. Posteriormente, se utilizó una fórmula específica para determinar el número de observaciones necesarias, añadiendo después los tiempos adicionales y el factor de valoración, donde se evaluó la habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia de las actividades manuales; y por último se aplicó la tabla de tolerancias o suplementos para cada actividad. Este análisis se efectuó durante el procesamiento de un saco de grano de menestra que pesa en kilogramos. Posteriormente, a partir de la implementación de la maquinaria, se realizó la nueva estandarización de tiempos. Los porcentajes de variación tanto de los tiempos promedio como de los tiempos estándar disminuyeron notablemente. Esta mejora reflejó una mayor eficiencia en las operaciones, ya que la reducción de los movimientos improductivos permitió una mejor utilización del tiempo en cada proceso, contribuyendo a una mayor estabilidad y precisión en los tiempos de operación. Sin embargo, ya no se tomó en cuenta la actividad de la selección (selección de granos) y empacado (llenado de los granos a saquetas/bolsas), debido a que, al implementarse maquinaria, el proceso ya no sería manualmente, reduciendo un total de 16 operarios en ambas operaciones. La nueva estandarización solo se llevó a cabo en todas las actividades manuales. Los cálculos realizados

tanto de la estandarización actual con la propuesta, se encuentran en el anexo 19. En la siguiente tabla, se pueden ver los resultados:

Tabla 5. Variación de tiempos promedios actuales vs propuestos

Operación	Tiempo promedio Actual (seg)	Tiempo promedio Propuesto (seg)	Variación	Tiempo estándar Actual(seg)	Tiempo estándar Propuesto(seg)	Variación
Recepción	245,14	229,86	Disminuyó un 6,23%	432,65	405,68	Disminuyó un 6,23%
Transportar a zona de pesaje	182,57	171,14	Disminuyó un 5,82%	301,68	282,79	Disminuyó un 5,82%
Depositar en tolva de Recepción	178,29	167,14	Disminuyó un 6,25%	306,75	287,56	Disminuyó un 6,26%
Empacado (transportar)	184,29	172,71	Disminuyó un 6,29%	317,24	297,30	Disminuyó un 6,29%
Almacenamiento	132	123,71	Disminuyó un 6,28%	228,57	214,22	Disminuyó un 6,28%

Fuente: Elaboración propia

Balance de línea:

Se llevó a cabo un balance de línea, en el cual se establecieron los ritmos actuales de operación del operario, con la finalidad de determinar el avance promedio en los distintos procesos. Por otro lado, se realizó un nuevo balance de línea para el proceso propuesto, sin considerar la selección de granos y llenado de los granos a saquetas/bolsas, ya que ambas actividades serán reemplazadas con maquinaria, donde los porcentajes de variación del ritmo de operación del operario han aumentado con la propuesta. Este incremento refleja una mayor capacidad productiva por operario, reduciendo en un 40% el número de operarios que participan en estas actividades, permitiendo aumentar la cantidad de menestra procesada por hora, contribuyendo a una mayor eficiencia en el rendimiento operativo. Se estimó el cálculo de ritmo de operación por etapa que realizan los operarios en actividades manuales, dividiendo los 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado. Los resultados de cada actividad tanto del balance de línea actual con el propuesto, se encuentran en el anexo 20, a continuación, se presentan en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 6. Variación del ritmo de operaciones

Operación	Ritmo de operación por operario Actual (kg/h.op)	Ritmo de operación por operario Propuesto (kg/h.op)	Variación
Recepción	208,02	221,85	Aumentó un 6,65%
Transporte a pesaje	298,33	318,26	Aumentó un 6,68%
Depositar en tolva	293,4	312,98	Aumentó un 6,67%
Empacado	258,06	277,06	Aumentó un 7,36%
Almacenamiento	393,75	420,13	Aumentó un 6,69%

Fuente: Elaboración propia

Simulación de proceso actual en el software ProModel

Se empleó el software ProModel, el cual a través de la herramienta StatFit, se simuló tanto el proceso actual como el proceso con la propuesta de mejora, con el fin de identificar la distribución más adecuada para los nuevos tiempos del proceso. Para la simulación se consideró las 10 horas diarias de operación de la empresa. Cabe destacar que, al implementar las máquinas sugeridas, el volumen de producción se incrementará, permitiendo alcanzar 16 toneladas diarias. Los resultados de la simulación del proceso actual y el proceso con proyecto, se encuentran en el anexo 21. Por otro lado, se realizó un nuevo estudio de tiempos es encuentra en el anexo 22.

Tabla 7. Tiempo de los procesos en situación con y sin proyecto (seg.)

Proceso	Código	Actividades	Tiempo Promedio Sin Proyecto (seg)	Tiempo Promedio Con Proyecto (seg)
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	245,14	229,82
	A2	Transportar a zona de pesaje	181,71	170,36
	A3	Pesar los granos	120,86	113,30
	A4	Depositar en tolva de recepción	178,29	167,14
	A5	Transportar a zona de análisis (elevador)	179,14	167,95
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	239,14	224,20
	A7	Transportar a zona de selección (elevador)	241,71	226,61
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	234,86	220,18
	A9	Separación de tipos de granos	300,00	281,25
	A10	Clasificar tamaño y peso	241,71	226,61
	A11	Transporte al área de selección (elevador)	238,29	223,39
Selección	A12	Bandas transportadoras	237,43	222,59
	A13	Selección de Granos	281,14	263,57
	A14	Transporte a zona de empacado	180,86	169,55
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	180,86	169,55
	A16	Transportar al área de almacén	184,29	172,77
Almacenado	A17	Almacenado	132,00	123,75
Tiempo total			3 597,43	3 372,59

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se hizo una comparación en el cual se muestra una disminución del tiempo de un ciclo, anteriormente se realizaba el proceso producto en 3 597,43 segundos, implementando estas máquinas el nuevo tiempo del proceso productivo sería 3 372,59 segundos.

Nueva Distribución de Planta

Se realizó una nueva distribución de planta con el objetivo de disminuir los movimientos improductivos que se tiene durante el proceso productivo. Se utilizaron tanto el método de SLP y Guerchet, para la distribución eficiente de la planta, el cual ayudaron a realizar un análisis de los flujos de trabajo, la distribución de maquinaria y la eficiencia de los procesos, buscando la

disposición más eficaz y funcional de las áreas de planta para garantizar la calidad y consistencia del producto, al tiempo que se maximizan la productividad y los estándares de sostenibilidad requeridos para el procesamiento de los granos de menestra. A partir de la implementación del nuevo diagrama de recorrido, los porcentajes de movimientos innecesarios o improductivos han disminuido significativamente de 55,42% a 35,46% en las actividades (ver anexo 23). Gracias a la optimización de las distancias entre estaciones de trabajo y la reducción de tiempos muertos, se logró una mayor eficiencia operativa, permitiendo que los operarios se concentren en tareas productivas y minimizando los tiempos de transporte y espera. Los cálculos de las áreas de la nueva distribución de planta (ver anexo 24), el diagrama relacional de actividades (ver anexo 25), diagrama de bloques de distribución (ver anexo 26), los diagramas de recorrido tanto del proceso actual con el propuesto, se encuentran en el anexo 27 y 28, el nuevo plano de Layout de la planta se encuentran en el anexo 29 y 30. Por otra parte, en la planta se va a implementar un techo industrial, debido a que la infraestructura del techo se encuentra deteriorada, por lo que se requiere reemplazarla para que los productos no sean afectados con las condiciones climatológicas dadas. Asimismo, es necesario que se adquiera nuevos pallets para facilitar el transporte de la carga, ya que los que se encuentra dentro de la procesadora están en mal estado.

Tabla 8. Movimientos Improductivos Actual vs Propuesto

ACTIVIDAD	% MOVIMIENTOS IMPRODUCTIVOS (ACTUAL)	% MOVIMIENTOS IMPRODUCTIVOS (PROPUESTO)	VARIACION
Transportar a zona de pesaje	70%	60%	Disminuyó un 14,29%
Depositar en tolva de recepción	60%	20%	Disminuyó un 66,67%
Selección de granos	41,67%	33,33%	Disminuyó un 20%
Llenado de los granos	50%	26,57%	Disminuyó un 46,86%

Fuente: Elaboración Propia

Capacitaciones

Dentro de la propuesta de mejora se contempló la implementación de maquinaria para optimizar el proceso de selección y empaque reduciendo la mano de obra, considerándose Capacitación Operativa en Manejo de Maquinaria, siendo necesario acompañar esta incorporación tecnológica con una capacitación dirigida al personal encargado de operarla. Esta capacitación estuvo orientada a fortalecer las habilidades y destrezas de los operadores en el manejo adecuado de la maquinaria, el control de parámetros de operación, mantenimiento y la detección oportuna de posibles fallas. Para ello, se identificaron las competencias que son necesarias reforzar para tener un mejor manejo y desarrollo de las actividades, a partir de ello, se planteó un programa de capacitación anual (ver anexo 31) para poder reforzar algunas brechas que necesitan ser mejoradas. Como resultados, se reforzaron aspectos de seguridad y

mantenimiento básico, con el fin de evitar errores por desconocimiento y asegurar un eficiente uso de la maquinaria. El objetivo principal fue facilitar la adaptación del personal al nuevo sistema mecanizado, reduciendo tiempos improductivos y defectos en el producto final. De esta manera, no solo se buscó mejorar el desempeño operativo, sino también generar confianza en el uso de la tecnología implementada, garantizando que la inversión realizada produzca los resultados esperados. El costo estimado del programa de capacitación es de aproximadamente S/1,000/mes, constituyendo una inversión viable frente a las pérdidas ocasionadas por baja calidad y reprocesos.

Nuevos Indicadores de Productividad

Se realizó una comparación de los indicadores de productividad del proceso actual con los del proceso propuesto (ver anexo 32), con el propósito de evaluar si aumentó o disminuyó los indicadores al implementar la maquinaria. Esta comparación permitió identificar la variación que este caso se muestra que aumentó un porcentaje regular de cada uno de los indicadores, permitiendo que con las propuestas el desempeño operativo de la empresa aumentaría.

Tabla 9. Nuevos Indicadores de Productividad

INDICADOR	ACTUAL	PROPUESTO	VARIACION
Productividad MP	0,0322 <i>saquetas/kg</i>	0,03725 <i>sacos/kg</i>	Aumentó un 15,71%
Productividad MOD	12,06 $\frac{\text{Saquetas}}{\text{operarios} * \text{dia}}$	24,85 $\frac{\text{Saquetas}}{\text{operarios} * \text{dia}}$	Aumentó un 106,14%
Productividad laboral	1,208 $\frac{\text{saquetas}}{\text{horas} - \text{hombre}}$	2,48 $\frac{\text{sacos}}{\text{horas} - \text{hombre}}$	Aumentó un 105,30%
Productividad Total	0,0313 <i>saqueta/S/.</i>	0,0366 <i>saqueta/S/.</i>	Aumentó un 16,63%

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, en el anexo 33, se realizó los nuevos cálculos que permita incrementar la eficiencia través de herramientas tecnológicas y con ello estimar el porcentaje de saquetas óptimas siendo 93,32%, en este caso, se ha considerado como producto saquetas de 25,00 kg. de menestras con un volumen de 16 toneladas/día.

Evaluar económica y financieramente las propuestas alcanzadas para mejorar el proceso productivo de la Empresa Impulsagro E.I.R.L. incrementando la productividad

Los ingresos se basan en la comercialización de venta de 36 197 saquetas al año que significa S/ 361 970,00 en el primer año.

Se realizó el análisis del costo/beneficio de la propuesta; la inversión tangible total es de S/ 888 252,23; el monto total de la inversión intangible es de S/ 12 000,00. Se ha considerado para complementar a la propuesta los siguiente: Infraestructura Industrial (techo), Maquinaria de

producción (máquina Selectora Óptica y máquina de empaçado), Equipos de producción (pallets y monta carga) y equipos de oficina.

Tabla 10. Inversión

INVERSIÓN		
Descripción	Inversión Total	
CAPITAL DE TRABAJO		
<u><i>Inversión Tangible</i></u>		
Infraestructura industrial	S/	286 500,00
Maquinaria de producción	S/	461 164,50
Equipos de producción	S/	53 500,00
Equipo de oficina	S/	32 790,00
Total Inversión Tangible	S/	833 954,50
<u><i>Inversión Intangible</i></u>		
Capacitación	S/	12 000,00
Total, Inversión Intangible	S/	12 000,00
Imprevistos 5%	S/	42 297,73
INVERSIÓN TOTAL	S/	888 252,23

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se detallaron los costos de mejora del control del producto terminado efectuados durante un periodo de catorce años, donde se incluye materiales y útiles de oficina, consumo de luz eléctrica, capacitaciones, seguro de maquinaria.

Tabla 11. Mejora del control del producto terminado

GASTOS ADMINISTRATIVOS						
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Materiales y útiles de Oficina	S/ 4 767,60	S/ 4 767,60	S/ 4 767,60	S/ 4 767,60	S/ 4 767,60	S/ 4 767,60
Consumo de luz eléctrica	S/ 24 012,41	S/ 24 012,41	S/ 24 012,41	S/ 24 012,41	S/ 24 012,41	S/ 24 012,41
Capacitaciones	S/ 12 000,00	S/ 12 000,00	S/ 12 000,00	S/ 12 000,00	S/ 12 000,00	S/ 12 000,00
Seguro maquinaria	S/ 23 058,23	S/ 23 058,23	S/ 23 058,23	S/ 23 058,23	S/ 23 058,23	S/ 23 058,23
TOTAL	S/ 63 838,23	S/ 63 838,23	S/ 63 838,23	S/ 63 838,23	S/ 63 838,23	S/ 63 838,23

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se detallaron los gastos de mantenimiento efectuados durante un periodo de catorce años. Esta información permite analizar los costos asociados al mantenimiento a lo largo del tiempo, asegurando una planificación adecuada y la gestión eficiente de los recursos.

Tabla 12. Mantenimiento preventivo y correctivo

Gastos Mantenimiento						
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Mano de Obra	S/ 2 625,00	S/ 2 703,75	S/ 2 784,86	S/ 2 868,41	S/ 2 954,46	
Plan de Mantenimiento Preventivo	S/ 892,50	S/ 919 28	S/ 946,85	S/ 975,26	S/ 1 004,52	
Plan de Mantenimiento Correctivo	S/ 1 365,00	S/ 1 405,95	S/ 1 448,13	S/ 1 491,57	S/ 1 536,32	
Implementar del CHECKLIST	S/ 2 730,00	S/ 2 811,90	S/ 2 896,26	S/ 2 983,14	S/ 3 072,64	
Total Mensual	S/ 7 612,50	S/ 7 840,88	S/ 8 076,10	S/ 8 318,38	S/ 8 567,94	
TOTAL ANUAL	S/ 91 350,00	S/ 94 090,50	S/ 96 913,22	S/ 99 820,61	S/ 102 815,23	

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de la propuesta del balance de línea de la propuesta, se determinó que es necesario reducir 16 operarios en las actividades de selección y empaçado, esto trae consigo reducción del pago de las planillas en un S/ 318 912,00 anual.

Finalmente, en el flujo de caja diseñado para evaluar la viabilidad de la propuesta, se compararon los ingresos generados con los egresos, con el objetivo de calcular la relación Beneficio/Costo. Se registraron las proyecciones de ingresos para los próximos catorce años junto con la inversión necesaria. De esta manera, se determinó que por cada sol invertido se generará una ganancia de S/ 3,76.

Considerando que en la propuesta se ha considerado la adquisición de maquinaria tales como: Maquina Selectora Óptica (MSO) con una vida útil de 14 años y Maquina Empacado (ME) con una vida útil de 10 años, para ello se ha calculado el valor de salvamento para un periodo de 05 años a través de:

$$\text{Valor de salvamento} = \text{Precio de maquinaria} \times \frac{\text{Vida útil restante en 5 años}}{\text{Vida útil total}}$$

Obteniéndose los siguientes datos:

$$\text{Valor de Salvamento (MSO)} = \text{S/ } 356\ 164,50 \times ((14 - 5) / 14) = \text{S/ } 228\ 962,89$$

$$\text{Valor de Salvamento (ME)} = \text{S/ } 105\ 000,00 \times ((10 - 5) / 10) = \text{S/ } 52\ 500,00$$

Siendo el valor de salvamento total S/ 281 462,89; se considerará como ingreso en el flujo de caja del último año.

Tabla 13. Flujo de Caja

Ítems	0 año	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
<u>INGRESOS</u>						
Aumento de la Producción	S/	289 576,00	S/	289 576,00	S/	289 576,00
Ahorro de mano de obra	S/	318 912,00	S/	318 912,00	S/	318 912,00
Granos óptimos en merma	S/	49 857,60	S/	49 857,60	S/	49 857,60
Valor de Salvamento						S/ 281 462,89
TOTAL INGRESOS (+)	S/ -	S/ 658 345,60	S/ 658 345,60	S/ 658 345,60	S/ 658 345,60	S/ 939 808,49
<u>EGRESOS</u>						
Inversión Tangible	S/	833 954,50				
Balance línea		S/ 88 977,78	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Mantenimiento preventivo		S/ 91 350,00	S/ 94 090,50	S/ 96 913,22	S/ 99 820,61	S/ 102 815,23
Control de producto terminado		S/ 63 838,23	S/ 63 838,23	S/ 63 838,23	S/ 63 838,23	S/ 63 838,23
TOTAL EGRESOS (-)	S/ 833 954,50	S/ 244 166,01	S/ 157 928,73	S/ 160 751,45	S/ 163 658,84	S/ 166 653,46
SALDO BRUTO (antes de impuestos)	-S/ 833 954,50	S/ 414 179,59	S/ 500 416,87	S/ 497 594,15	S/ 494 686,76	S/ 773 155,03
Impuesto a la Renta 30%	S/ -	S/ 124 253,88	S/ 150 125,06	S/ 149 278,25	S/ 148 406,03	S/ 231 946,51
SALDO (después de impuestos)	-S/ 833 954,50	S/ 289 925,71	S/ 350 291,81	S/ 348 315,91	S/ 346 280,73	S/ 541 208,52
Depreciación (tangible)		S/ 60 226,04	S/ 63 237,34	S/ 66 399,20	S/ 69 719,16	S/ 73 205,12
SALDO FINAL (FNE)	-S/ 833 954,50	S/ 350 151,75	S/ 413 529,14	S/ 414 715,11	S/ 415 999,89	S/ 614 413,64
UTILIDAD ACUMULADA	-S/ 833 954,50	-S/ 483 802,75	-S/ 70 273,61	S/ 344 441,50	S/ 760 441,40	S/ 1 374 855,04
CORRIENTE DE LIQUIDEZ NETA	-S/ 833 954,50	S/ 350 151,75	S/ 413 529,14	S/ 414 715,11	S/ 415 999,89	S/ 614 413,64
Valor actualizado neto (VAN)	S/ 397 127,28					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	40,05%					
TMAR	21,20%					
Relación B/C	3,76					

Discusión

En la investigación realizada en Impulsagro EIRL, se empleó la metodología indicada por Rivera, J [27], utilizando el diagrama de Ishikawa para identificar las causas de la baja productividad. Comparativamente, Rivera reportó una producción de 15 818 cajas/día y una productividad de 123,57 cajas/operario, mientras que Impulsagro produce 483 saquetas/día con una productividad de 12,06 saquetas/operario*día. Por otro lado, se identificó un cuello de botella de 300 segundos en la procesadora Impulsagro, en contraste con los 391,19 minutos reportados por Grimaldo, lo cual es mucho mayor el tiempo de ciclo comparado con la procesadora Impulsagro [26]. Por otra parte, se identificó que la empresa procesadora Impulsagro, se reportó un promedio 55,42% de movimientos improductivos o innecesarios, mientras que, en la investigación de Tuesta, Chihuahua y Calla [22], la empresa en estudio, se registró un promedio de 40,20% de movimientos innecesarios, afectando la productividad. De igual manera Vilcherrez [29], señaló en la empresa procesadora de su estudio registra deficiencias como desmotivación del personal, problemas en maquinaria y altos tiempos de producción que conllevó a que la productividad baja en un 30%; de igual forma Vásquez, N [28], presentó deficiencias en la empresa como movimientos innecesarios y alto tiempos de producción, teniendo una baja productividad total de 51,33%. Contrastando las dos últimas investigaciones, la empresa procesadora Impulsagro presentó similares deficiencias a las de [28] y [29], en este caso se alcanzó la productividad de manera parcial con indicadores como los siguientes: Productividad de Mano de Obra de 12,06 saquetas/operarios*día, Productividad Materia Prima 0,0322 saquetas/kg, Productividad Laboral 1,208 sacos/horas-hombre; logrando una Productividad Total 0,0313 sol/und.

A través de la propuesta de simulación, se identificó que al proponer las 2 máquinas tanto de selección y de empacado el cuello de botella, disminuye en 224,84 segundos, y la producción aumenta de 477 a 596 saquetas/día más implementando el nuevo proyecto con una producción total de 199 347 saquetas/año, mientras que, en Vásquez, V [30], se encontró que la locación cuello de botella con un tiempo de 6,595 segundos y con una producción total de 745 unidades/día. Por otro lado, Merino, Mogollón, Neciosup y Villar [23], comentaron que en su investigación se implementaron mejoras como la estandarización de tiempos utilizando la metodología Westing House reduciendo el tiempo estándar en el proceso de fileteado en 39,66 segundos, a comparación de la procesadora Impulsagro, se utilizó la misma metodología de estandarización de tiempos, en este caso se mencionará un proceso que es el de recepción, donde se logró disminuir de 432,65 segundos a 405,68 segundos. Por otra parte, en la investigación de Moreno y Becerra [25] y Vásquez, N [28], en las propuestas de mejora de las

investigaciones, se realizó una redistribución de planta; [25] disminuyó los movimientos innecesarios de 64,22% a 43,87%, mientras que en la procesadora Impulsagro también se realizó una nueva distribución, disminuyendo los movimientos innecesarios de 55,42% a 35,46%. Mientras el estudio de Vásquez, N [28], eliminó deficiencias en las distancias que hay de maquinarias que perjudicaba la eficiencia del proceso, teniendo un incremento de productividad de 18%, a comparación de la procesadora Impulsagro, teniendo la misma problemática, se realizó de la misma manera una nueva distribución de planta aumentando productividad en un 16,63%, teniendo como productividad de mano de obra de 24,85 saquetas/operarios*día, productividad materia prima 0,03725 saquetas/kg, productividad laboral 2,48 sacos/horas-hombre; logrando una productividad total 0,0366.

Los resultados obtenidos de la propuesta de mejora fueron favorables y se obtuvo finalmente como indicadores de viabilidad económica-financiera, se obtuvo que el valor actual neto (VAN) es de S/ 397 127,28; la tasa interna de retorno (TIR), es de 40,05%; el Costo Beneficio es 3,76 por lo cual es viable ya que es > 1 ; por último, el TMAR es 21,20%, mientras que [21], los resultados fueron del proyecto el valor actual neto positivo de S/ 107 499,00 y una tasa interna de retorno del 27,4%, beneficio-costo de S/ 1,15; considerándose así una inversión rentable al igual que en [20], ya que se consiguió fueron un VAN de S/ 118 476,00 y una tasa interna de retorno del 35,8%, un beneficio-costo de S/ 1,67.

Conclusión

El incremento en el proceso productivo de la Empresa Procesadora Impulsagro EIRL se logró con la implementación de herramientas de ingeniería, aplicando técnicas de estandarización de tiempos, balance de línea y métodos para mejorar la distribución, proponiendo tecnología de selección óptica para incrementar la productividad y mejorar la calidad del producto.

Las pérdidas por mermas y selección en la Empresa Procesadora Impulsagro EIRL originan baja productividad como consecuencia de los procesos de clasificación en un 1%, recepción 3%, empacado 3%, almacenamiento 2%, Análisis 1% y Selección 10%, atribuible a la falta de capacitación en la selección de granos y movimientos improductivos. Un estudio de tiempos identificó cuellos de botella en la separación de granos (300 segundos), selección (281,14 segundos) y recepción de materia prima (245,14 segundos)

Se establecieron procedimientos para incrementar la productividad identificando los procesos con mayores tiempos: en la recepción reduciendo en un 6,23%, en el empacado reduciendo en un 6,28%; así mismo en el balance de línea aumentó en un 6,65% en recepción

y en un 7,36% en empaçado, con ello se ha planteado implementar máquinas de selección óptica y de empaçado realizando simulación reduciendo tiempo de producción de 3 597.43 seg. a 3 372.59 seg. reduciendo cuellos de botella, aumentando la eficiencia en el proceso en un 13,32% mejorando la calidad del producto, siendo necesario reorganizar el layout de la planta para reducir movimientos improductivos.

En la evaluación económica se consideró variables que permitan la viabilidad del proyecto obteniéndose como resultados lo siguiente: Valor Actualizado Neto (VAN) S/ 397 127,28; Tasa Interna de Retorno (TIR) 40,05%; Tasa Mínima de Aceptable de Rendimiento (TMAR) 21,20% y Relación Beneficio – Costo (B/C) 3,76; siendo viable generando beneficios y rentabilidad que permita la sostenibilidad del mismo.

Recomendaciones

Es fundamental implementar un programa de capacitación continua para mejorar las habilidades del personal y asegurar la aplicación adecuada de tecnologías, manteniendo la calidad. Además, se debe monitorear los indicadores de rendimiento para ajustar la productividad. Se recomienda, en estudios futuros, investigar el impacto de la digitalización en la eficiencia y costos operativos a largo plazo.

Se recomienda que futuros estudios exploren herramientas de simulación y metodologías como Lean Manufacturing y Six Sigma para optimizar procesos agroindustriales, mejorando calidad y eficiencia, y reduciendo tiempos de producción. El uso de simulaciones avanzadas facilitaría la selección de prácticas óptimas, promoviendo mejoras sostenibles y competitividad a largo plazo.

El enfoque hacia la sostenibilidad puede ser otro punto de partida para futuras investigaciones. Se podría investigar cómo la implementación de tecnologías o la optimización de los recursos dentro del proceso productivo impactan en la reducción de residuos y emisiones, lo que beneficiaría tanto a la empresa como al entorno social y ambiental.

Referencias Bibliográficas

[1] Ramírez, D. (2022). Propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa de confección en la ciudad de Palmira mediante el estudio de métodos y tiempos. Revista Sapientía, 12(24), 16-26.
<https://repositorio.uniajc.edu.co/bitstream/handle/uniajc/1082/Plantilla%20Arti%CC%81culo%20Sapienti%CC%81a%20Diego%20Ramirez.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- [2] Portal MIDAGRI (2022). "Sector Agrario - Menestras". Disponible: <https://www.midagri.gob.pe/portal/33-sector-agrario/menestras>
- [3] Portal Agraria (2022). "Perú produjo 287 000 toneladas de menestras en el 2022 ". Disponible: <https://agraria.pe/noticias/peru-produjo-287-000-toneladas-de-menestras-en-2022-las-cual-32460>
- [4] Portal Industria Alimentaria (2020). "Sector Industrial y Alimentario en el Perú ". Disponible: <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/el-valor-del-sector-industrial-y-alimentario-en-el-peru>
- [5] E. Ávila. "Propuesta de mejora en la gestión de la cadena de suministro para reducir los costos actuales del sistema logístico". Repositorio UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/315101/soriano_varest-tesis.pdf?sequence=2
- [6] Y. Calle, K. Mendoza (2022). "Análisis de la gestión de procesos para mejorar la productividad en la Empresa PROANCO,". Repositorio UPC. <https://es.scribd.com/document/641559194/Grupo-02-PROANCO-Corregido-11-07-22>
- [7] Peña, E., & Martel, F. (2017). *Plan Estratégico de Alicorp S.A.A. del 2015 al 2025*. Tesis PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14961/PEÑA_RAMOS_PLAN_ALICORP%20S.A.A.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [8] Organización de las Naciones Unidas, «Día Mundial de las Legumbres,» 10 2022. [En línea]. <https://www.un.org/es/observances/world-pulsesAvailable:day#:~:text=Las%20legumbres%20son%20las%20semillas,m%C3%A1s%20com%C3%BAnmente%20conocidos%20y%20consumidos.>
- [9] FAO (2017) Legumbres, semillas nutritivas para un futuro sostenible, FAO, Inglaterra, 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5528s.pdf>
- [10] TOVAR, A. & Mota, A. (2007). CPIMC: Un Modelo de Administración por Procesos. 1ª ed. México: Panorama Editorial.

[11] LEMA, R. (2015). Estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de manteles de la empresa Aly Artesanías para mejorar la productividad. Quito: Universidad de las Américas.

[12] PROKOPENKO, J. (1989). La gestión de la productividad. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

[13] LEFCOVICH, M. (2009). Seis Sigma "Hacia un nuevo paradigma en gestión". Buenos Aires: El Cid.

[14] Bello, C. (2006). Manual de producción aplicado a las PYME. (2ª Ed.) Bogotá: ECOE

[15] Palacios, J. (2012). Administración de la Calidad. (2ª Ed.) México: Trillas

[16] Chase, R., Jacobs, F., Aquilano, N. (2009) Administración de las Operaciones. Producción y cadena de suministros. 12ª ed. (pp.52). México D.F. Mc Graw Hill Interamericana Editores.

[17] Talluri, S., & Narasimhan, R. (2004). A methodology for strategic sourcing. European journal of operational research, 154(1), pp: 236-250
2023.

https://books.google.com.pe/books?hl=fr&lr=&id=SaLNDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=cadena+de+suministro+de+alicorp&ots=1MeVJCgNab&sig=GYyjIna8EuqARVUClgHtMk7KIgg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

[18] Lara, C. (2020). Trabajo de mejora del almacén en una empresa comercializadora de equipos industriales: aptein s.a.c. Repositorio Institucional ULima. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11658/Lara_Tiravanti_Claudia_Verónica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[19] Escudero Serrano, J. (2014). Logística de Almacenamiento. Paraninfo SA.

[20] M. Ahmed (2024) "Chickpea – Mung Bean Systema": Libro: Cropping Systems Modeling under Changing

[21] Najjar A. y J. Alvarez Merino, «Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un,» redalyc, vol. 10, n° 1, pp. 22-32, 2017.

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4049/1/TL_VenturaMonjaSozani.pdf.

[22] Tuesta, Chihuahua y Calla (2020). Incremento de la productividad en una empresa conservera de pescado. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/350454900_Incremento_de_la_productividad_en_una_empresa_conservera_de_pescado/link/63ab3a52097c7832ca6e228b/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

[23] Merino, Mogollón, Neciosup y Villar (2021). Influencia del estudio de tiempos y movimientos en la productividad en el área de fileteado en una planta de conservas de pescado.

Recuperado de: <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/2417/1960>

[24] Su Ramírez y Quiliche (2018). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera. Recuperado de:

<https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1576/1391>

[25] P. Moreno y H. Becerra, “Elementos que benefician la disminución del tiempo de ciclo de una línea”. Revista de Operaciones Tecnológicas, vol. 2, N°5, 2018. Recuperado de:

https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Operaciones_Tecnologicas/vol2num5/Revista_de_Operaciones_Tecnologicas_V2_N5_1.pdf

[26] P. Moreno y H. Becerra (2018). “Medición del trabajo de una línea de producción de

yogurt - empresa La Hacienda Productos Alimenticios”. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/317572058_Medicion_del_trabajo_de_una_linea_de_produccion_de_yogurt_-_empresa_La_Hacienda_Productos_Alimenticios/link/5a9970db0f7e9be37963cc1c/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

[27] Rivera, J. (2021). Propuesta de mejora del proceso productivo de palta de una empresa agroindustrial mediante simulación para incrementar la productividad. Repositorio Institucional

USAT. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4999/1/TIB_RiveraFloresJennyfer.pdf

[28] Vásquez, N. (2019). Mejora de procesos para incrementar la productividad en una empresa procesadora de alimentos. Repositorio Institucional Universidad Peruana los Andes. https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4013/T037_46515215_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[29] Vilcherrez, C. (2021) Mejora continua en los procesos productivos de una planta procesadora de café para aumentar la productividad. Repositorio Universidad Cesar Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/29516/Vilcherrez_QC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[30] Vásquez, V. (2022) Propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa Procesos del Norte S.A.C. para incrementar la productividad. Repositorio Institucional USAT https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5675/8/TIB_VasquezGuevaraVictoria.pdf

[31] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, Metodología de la investigación, Ciudad de México: Editorial Mc Graw Hill Education, 2018.

[32] S. Palella y F. Martins, Metodología de la investigación cuantitativa, Caracas: Fedupel, 2012.

[33] R. H. Sampieri, Metodología de la investigación, México: Mc Graw Hill, 2017.

[34] M. C. V. I. M. A. C. V. G. B. C. J. C. G. M. A. A. P. E. I. A. R. G. A. E. R. G. Gabriel Baca Urbina, Introducción a la Ingeniería Industrial, México: Grupo Editorial Patria, 2014.

[35] José Agustín Cruelles Ruiz. Mejora de métodos y tiempo de fabricación, 2013. Recogido de file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/TL_JulcaTenorioBrayan.pdf

[36] Zambrano, M (2007) Ingeniería y Administración de la Productividad, editorial Mc geaw Hill 1990, Argentina. Recogido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7302/1/UPS-CT004237.pdf>

[37] Sociedad Nacional de Industrias, «Industria textil y confecciones, Marzo 2021. Recogido de <https://sni.org.pe/encuesta-opinion-industrial/>

[38] Julca, B (2019) Diseño De Puestos De Trabajo Para Incrementar La Productividad Del Proceso Productivo En La Empresa Procesos Del Norte S.A.C. Repositorio USAT
file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/TL_JulcaTenorioBrayan.pdf

[39] G. Kanawayt. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra Oficina Internacional del Trabajo. 1996

[40] Flores, Y. (2021) Propuesta de mejora del procesamiento de leguminosas secas en grano para aumentar la productividad de la empresa Agrobeans S.R.L. Repositorio Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.

[41] Portal Universidad Politécnica de Valencia. (2018) Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Recuperado: Universidad Politécnica de Valencia.
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/>

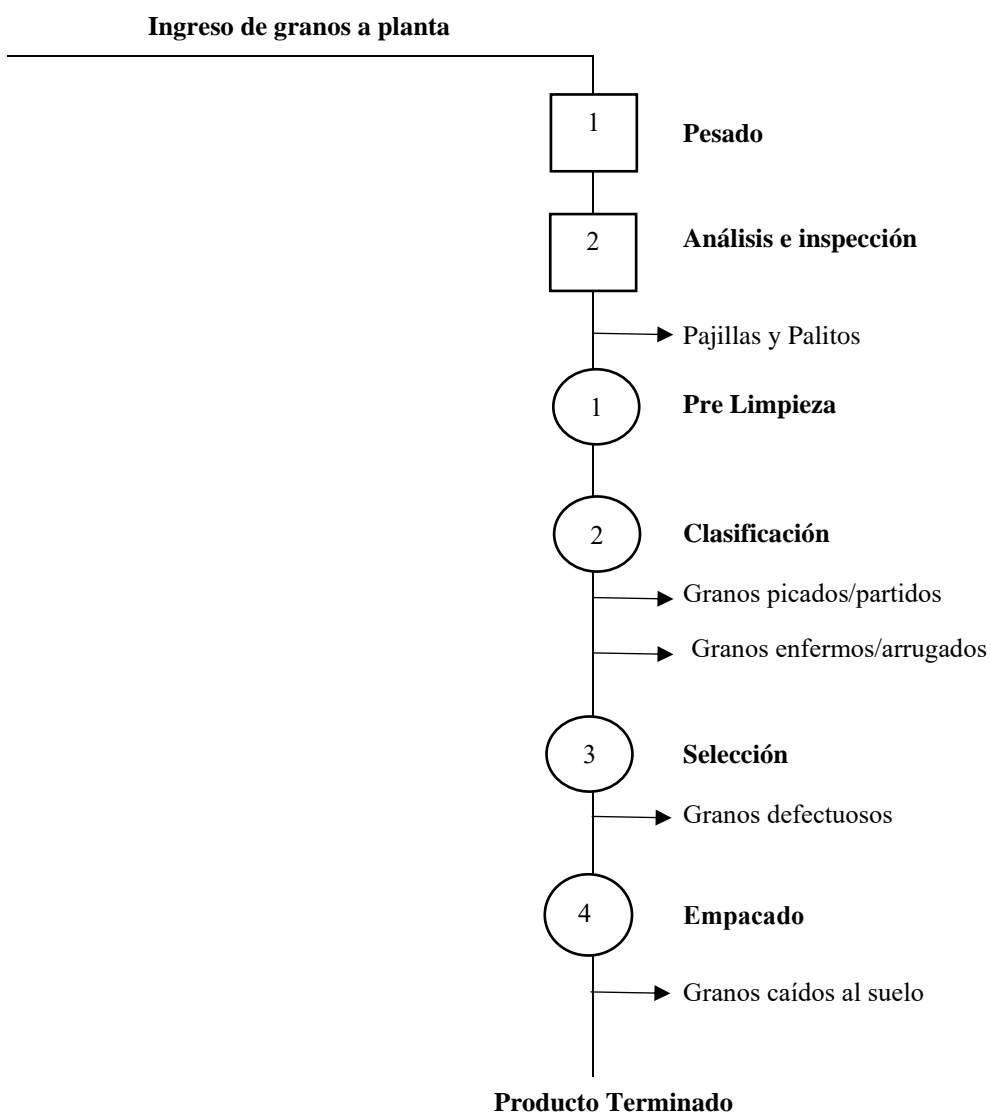
[42] Madruñero, J. (2022) Estimación de la superficie requerida y distribución de planta de una industria metalmecánica. Recuperado: Universidad Técnica del Norte, Guayaquil, Ecuador.
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/>

[43] Sapag Chaín, Nassir. Evaluación de Proyectos de Inversión de la Empresa. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.elmayorportaldegerencia.com/Documentos/Inversiones/%5BPD%5D%20Documentos%20-%20Evaluacion%20de%20los%20proyectos%20de%20inversion.pdf

Anexos**Anexo 1: Productos que vende la empresa****Frijol Castilla****Frijol de Palo****Pallar****Figura 1. Tipos de Menestra**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Diagrama DOP

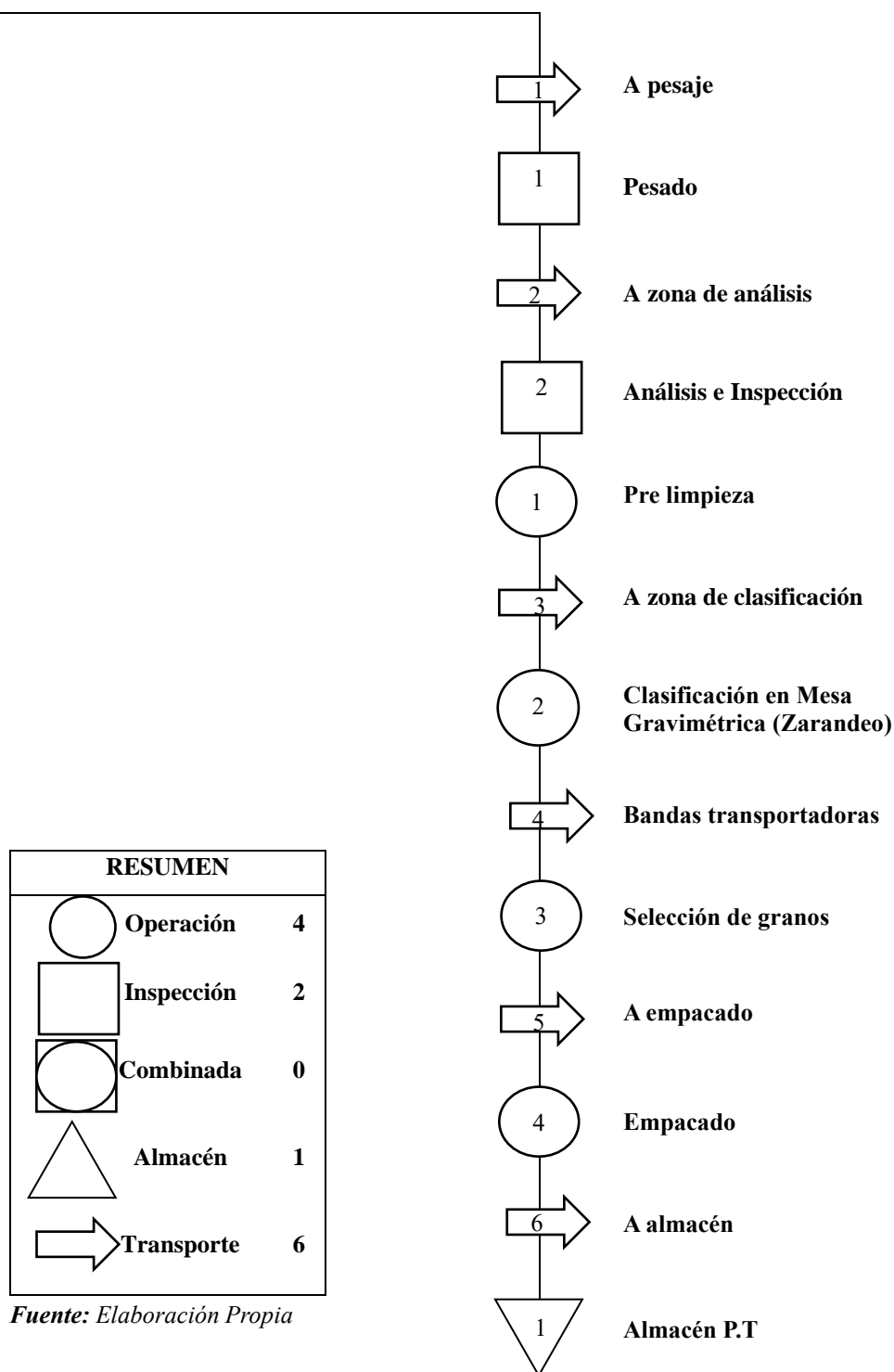


RESUMEN		
○	Operación	4
□	Inspección	2
◻	Combinada	0

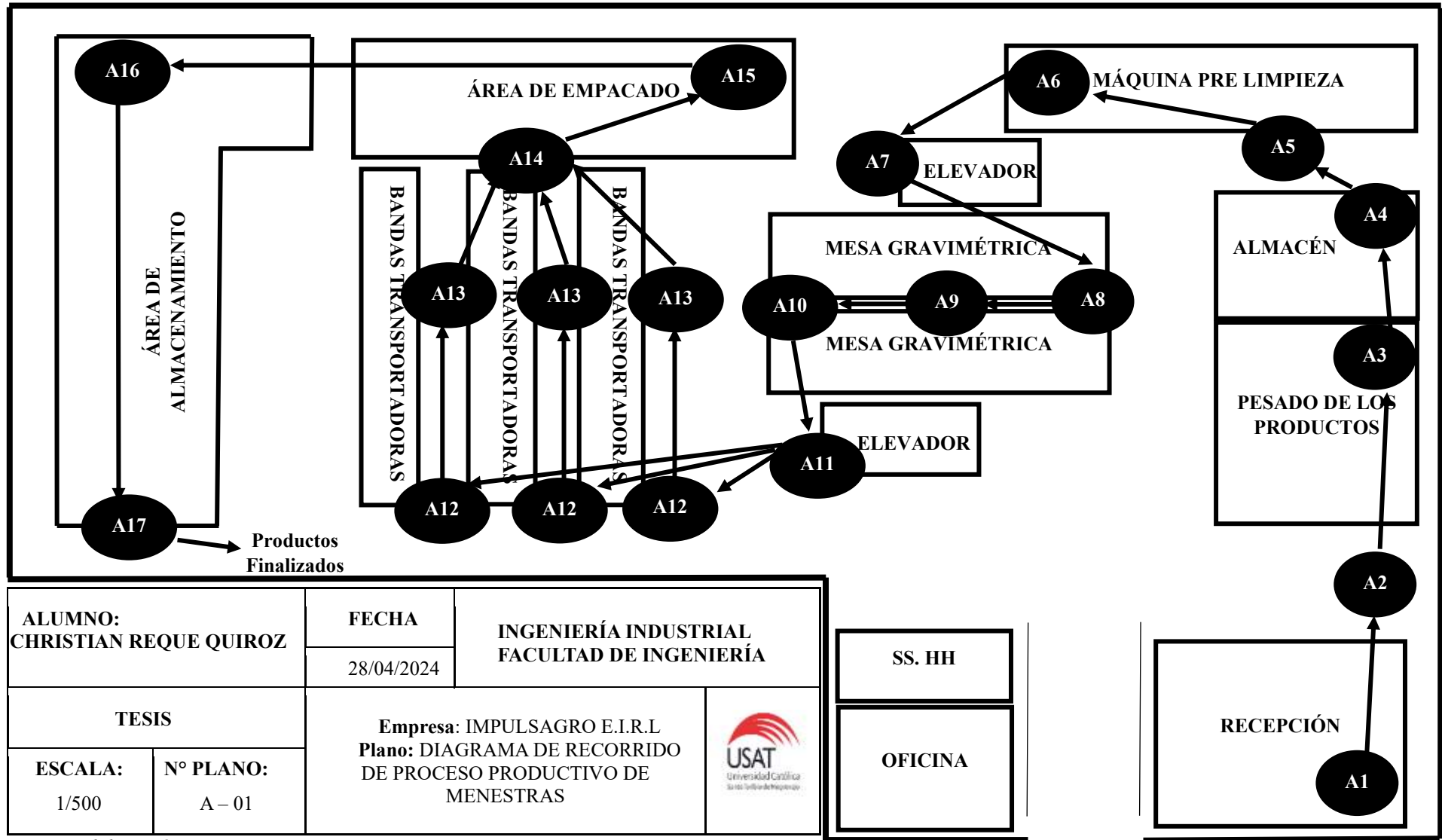
Fuente: Elaboración Propia


Anexo 3: Diagrama DAP

Ingreso de granos a planta



Anexo 4: Diagrama de Recorrido



ALUMNO: CHRISTIAN REQUE QUIROZ		FECHA 28/04/2024	INGENIERÍA INDUSTRIAL FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESIS		Empresa: IMPULSAGRO E.I.R.L Plano: DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESO PRODUCTIVO DE MENESTRAS		
ESCALA: 1/500	Nº PLANO: A - 01			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Porcentaje de la Calidad de los Productos

Tabla 1. Calidad de Productos Años 2021 – 2024

Meses	2021		2022		2023		2024	
	Productos buenos (%)	Productos defectuosos (%)	Productos buenos (%)	Productos defectuosos (%)	Productos buenos (%)	Productos defectuosos (%)	Productos buenos (%)	Productos defectuosos (%)
Enero	78%	22%	86%	14%	82%	18%	84%	16%
Febrero	81%	19%	83%	17%	80%	20%	80%	20%
Marzo	76%	24%	77%	23%	86%	14%	77%	23%
Abril	79%	21%	79%	21%	81%	19%	78%	22%
Mayo	83%	17%	78%	22%	76%	24%	81%	19%
Junio	85%	15%	75%	25%	74%	26%	79%	21%
Julio	77%	23%	80%	20%	82%	18%	82%	18%
Agosto	76%	24%	81%	19%	80%	20%	86%	14%
Setiembre	78%	22%	79%	21%	77%	23%	82%	18%
Octubre	80%	20%	84%	16%	78%	22%	78%	22%
Noviembre	78%	22%	82%	18%	82%	18%	79%	21%
Diciembre	84%	16%	85%	15%	75%	25%	81%	19%
Promedio	80%	20%	81%	19%	79%	21%	81%	19%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Resumen Calidad de Productos Periodo 2021 - 2024

Meses	Productos buenos (%)	Productos defectuosos (%)
Enero	82%	18%
Febrero	81%	19%
Marzo	79%	21%
Abril	79%	21%
Mayo	80%	20%
Junio	78%	22%
Julio	80%	20%
Agosto	81%	19%
Setiembre	79%	21%
Octubre	80%	20%
Noviembre	80%	20%
Diciembre	81%	19%
Promedio	80%	20%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6

Tabla 3. Pérdidas producidas durante los procesos periodo 2021 -2024

Tipo de Merma	Mermas	% Peso
En recepción	Volumen	3,00
Análisis	Impurezas	1,00
Clasificación	Granos defectuosos	1,00
Selección	Grano enfermo	2,00
	Grano picado	3,00
	Grano partido	4,00
	Grano arrugado	1,00
Empacado	Caída al piso	3,00
En almacenamiento	Condiciones ambientales	2,00
Total		20,00

Fuente: Elaboración Propia

De la información procesada se ha determinado volúmenes recepcionados, volúmenes almacenados y volúmenes seleccionados, los mismos que se presentan a continuación.

Tabla 4. Volúmenes de pérdidas periodo 2021 -2024

Producto	Cantidad recepcionada (Tn)	Mermas en recepción (Tn)	Cantidad analizada (Tn)	Mermas en análisis (Tn)	Cantidad clasificación (Tn)	Mermas en clasificación (Tn)	Cantidad selección (Tn)	Mermas en selección (Tn)	Cantidad empacado (Tn)	Mermas en Empacado (Tn)	Cantidad almacenada (Tn)	Mermas en almacén (Tn)	Volumen final (Tn)
Frijol castilla	7,00	0,21	6,79	0,07	6,72	0,07	6,65	0,67	5,99	0,18	5,81	0,12	5,69
Frijol de Palo	5,00	0,15	4,85	0,05	4,80	0,05	4,75	0,48	4,28	0,13	4,15	0,08	4,07
Pallar	3,00	0,09	2,91	0,03	2,88	0,03	2,85	0,29	2,57	0,08	2,49	0,05	2,44
Total	15,00	0,45	14,55	0,15	14,40	0,14	14,26	1,43	12,83	0,39	12,45	0,25	12,20

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7: Encuesta a trabajadores

ENCUESTA A OPERADORES DE LA EMPRESA IMPULSAGRO EIRL

RESOLVER EL SIGUIENTE CUESTIONARIO: **OBJETIVO**

1. ¿Cuánto tiempo viene trabajando en la Empresa IMPULSAGRO EIRL?
 - a) Menos de 1 año
 - b) Entre 1 a 5 años
 - c) Entre 5 a 10 años
 - d) Más de 10 años

2. ¿Tiene experiencia como operador de las actividades que realiza dentro de la Empresa IMPULSAGRO EIRL?
 - a) Mucha Experiencia
 - b) Ninguna Experiencia
 - c) Poca Experiencia

3. ¿Viene recibiendo capacitaciones en las actividades que realiza dentro de la Empresa IMPULSAGRO EIRL?
 - a) Siempre
 - b) A veces
 - c) Ninguna

4. ¿Cree que necesita capacitarse en las actividades que viene desarrollando dentro de la Empresa IMPULSAGRO EIRL?
 - a) Si
 - b) No

Anexo 8: Resultados de la Encuesta

¿CUANTO TIEMPO VIENE TRABAJANDO EN LA EMPRESA IMPULSAGRO EIRL?

[Copiar](#)

0/25 respuestas correctas

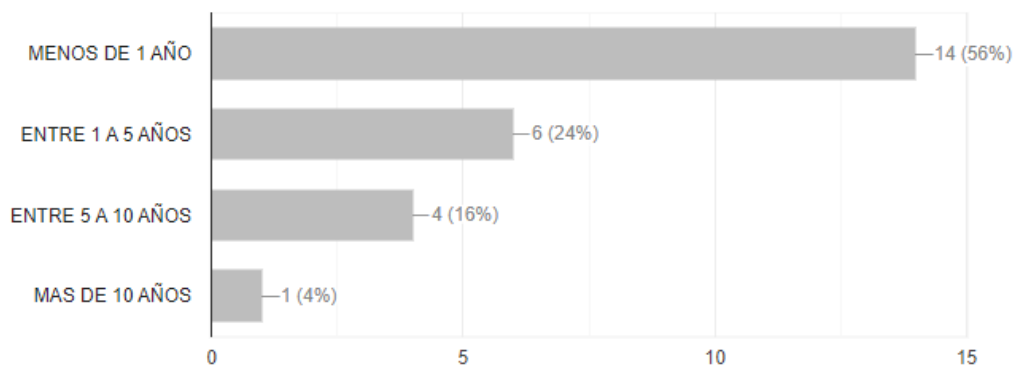


Figura 2. Resultados de la Pregunta 1

Fuente: Elaboración Propia

¿TIENE EXPERIENCIA COMO OPERADOR DE LAS ACTIVIDADES QUE REALIZA DENTRO DE LA EMPRESA IMPULSAGRO EIRL?

[Copiar](#)

0/25 respuestas correctas

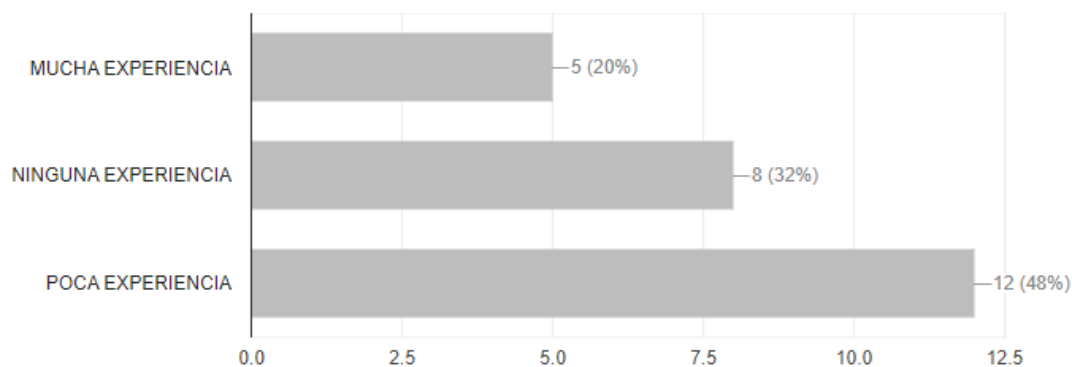


Figura 3. Resultados de la Pregunta 2

Fuente: Elaboración Propia

¿VIENE RECIBIENDO CAPACITACIONES EN LAS ACTIVIDADES QUE REALIZA DENTRO DE LA EMPRESA IMPULSAGRO EIRL?



0/25 respuestas correctas

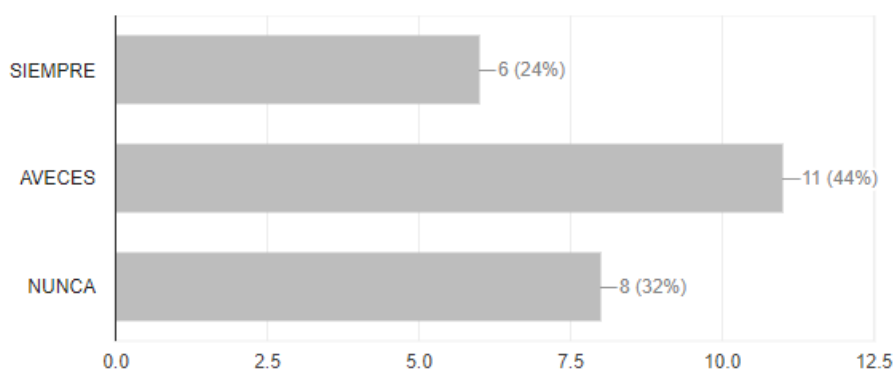


Figura 4. Resultados de la Pregunta 3

Fuente: Elaboración Propia

¿CREE QUE NECESITA CAPACITARSE EN LAS ACTIVIDADES QUE VIENE DESARROLLANDO DENTRO DE LA EMPRESA IMPULSAGRO EIRL?



0/25 respuestas correctas

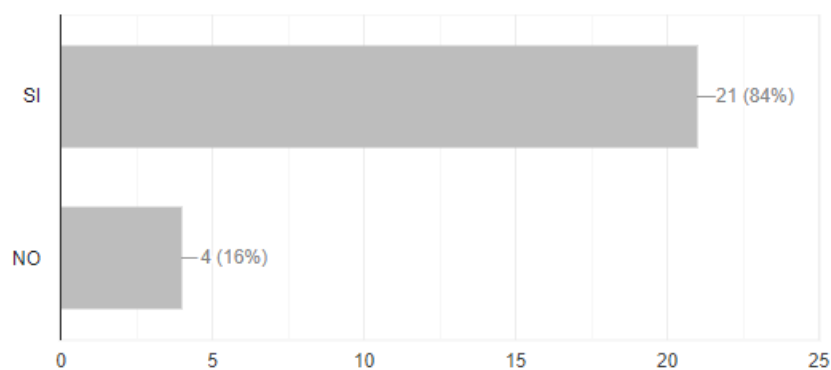


Figura 5. Resultados de la Pregunta 4

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9: Saquetas Producidas

Tabla 5. Saquetas Producidos Mensual entre el periodo 2021 - 2024

Año	Productos	Saquetas (mes)												Saquetas (año)	Días trabajados (mes)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
2021	Buenos	12 168	12 636	11 856	12 324	12 948	13 260	12 012	11 856	12 168	12 480	12 168	13 104	148 980	26
	Defectuosos	3 432	2 964	3 744	3 276	2 652	2 340	3 588	3 744	3 432	3 120	3 432	2 496	38 220	26
2022	Buenos	13 416	12 948	12 012	12 324	12 168	11 700	12 480	12 636	12 324	13 104	12 792	13 260	151 164	26
	Defectuosos	2 184	2 652	3 588	3 276	3 432	3 900	3 120	2 964	3 276	2 496	2 808	2 340	36 036	26
2023	Buenos	12 792	12 480	13 416	12 636	11 856	11 544	12 792	12 480	12 012	12 168	12 792	11 700	148 668	26
	Defectuosos	2 808	3 120	2 184	2 964	3 744	4 056	2 808	3 120	3 588	3 432	2 808	3 900	38 532	26
2024	Buenos	12 792	12 480	12 012	12 168	12 636	12 324	12 792	13 416	12 792	12 168	12 324	12 636	150 540	26
	Defectuosos	2 808	3 120	3 588	3 432	2 964	3 276	2 808	2 184	2 808	3 432	3 276	2 964	36 660	26

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Saquetas Producidos Diario entre el periodo 2021 - 2024

Año	Productos	Saquetas (día)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2021	Buenos	468	486	456	474	498	510	462	456	468	480	468	504
	Defectuosos	132	114	144	126	102	90	138	144	132	120	132	96
2022	Buenos	516	498	462	474	468	450	480	486	474	504	492	510
	Defectuosos	84	102	138	126	132	150	120	114	126	96	108	90
2023	Buenos	492	480	516	486	456	444	492	480	462	468	492	450
	Defectuosos	108	120	84	114	144	156	108	120	138	132	108	150
2024	Buenos	492	480	462	468	486	474	492	516	492	468	474	486
	Defectuosos	108	120	138	132	114	126	108	84	108	132	126	114

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Saquetas Producidos Hora entre el periodo 2021 - 2024

Año	Productos	Horas trabajadas (hrs/mes)	Saquetas producidas (hr)											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2021	Buenos	260	46,80	48,60	45,60	47,40	49,80	51,00	46,20	45,60	46,80	48,00	46,80	50,40
	Defectuosos	260	13,20	11,40	14,40	12,60	10,20	9,00	13,80	14,40	13,20	12,00	13,20	9,60
2022	Buenos	260	51,60	49,80	46,20	47,40	46,80	45,00	48,00	48,60	47,40	50,40	49,20	51,00
	Defectuosos	260	8,40	10,20	13,80	12,60	13,20	15,00	12,00	11,40	12,60	9,60	10,80	9,00
2023	Buenos	270	49,20	48,00	51,60	48,60	45,60	44,40	49,20	48,00	46,20	46,80	49,20	45,00
	Defectuosos	270	10,80	12,00	8,40	11,40	14,40	15,60	10,80	12,00	13,80	13,20	10,80	15,00
2024	Buenos	270	49,20	48,00	46,20	46,80	48,60	47,40	49,20	51,60	49,20	46,80	47,40	48,60
	Defectuosos	270	10,80	12,00	13,80	13,20	11,40	12,60	10,80	8,40	10,80	13,20	12,60	11,40

Fuente: Elaboración Propia

En el 2021 el rating de la producción de saquetas se encuentra en un rango de 45,60 a 51,00 saquetas/hora siendo la productividad promedio mensual: 1) % Saquetas Buenas = $148\ 980 \times 100 \div 187\ 200 = 79,58\%$ 2) % Saquetas Deficientes = $100\% - 79,58\% = 20,42\%$

En el 2022 el rating de la producción de saquetas se encuentra en un rango de 45,00 a 51,60 saquetas/hora siendo la productividad promedio mensual. 1) % Saquetas Buenas = $151\ 164 \times 100 \div 187\ 200 = 80,75\%$ 2) % Saquetas Deficientes = $100\% - 80,75\% = 19,25\%$

En el 2023 el rating de la producción de saquetas se encuentra en un rango de 44,40 a 51,60 saquetas/hora siendo la productividad promedio mensual. 1) % Saquetas Buenas = $148\ 668 \times 100 \div 187\ 200 = 79,42\%$ 2) % Saquetas Deficientes = $100\% - 79,42\% = 20,58\%$

En el 2024 el rating de la producción de saquetas se encuentra en un rango de 46,20 a 51,60 saquetas/hora siendo la productividad promedio mensual. 1) % Saquetas Buenas = $150\ 540 \times 100 \div 187\ 200 = 80,42\%$ 2) % Saquetas Deficientes = $100\% - 80,42\% = 19,58\%$

Anexo 10: Porcentaje de la Calidad de los Productos

Tabla 8. Calidad de Productos Años 2021 - 2024

Meses	2021		2022		2023		2024	
	N° Sacos Defectuosos	% Posibles Sacos Buenos	N° Sacos Defectuosos	% Posibles Sacos Buenos	N° Sacos Defectuosos	% Posibles Sacos Buenos	N° Sacos Defectuosos	% Posibles Sacos Buenos
Enero	3 432	2 574	2 184	1 638	2 808	2 106	2 808	2 106
Febrero	2 964	2 223	2 652	1 989	3 120	2 340	3 120	2 340
Marzo	3 744	2 808	3 588	2 691	2 184	1 638	3 588	2 691
Abril	3 276	2 457	3 276	2 457	2 964	2 223	3 432	2 574
Mayo	2 652	1 989	3 432	2 574	3 744	2 808	2 964	2 223
Junio	2 340	1 755	3 900	2 925	4 056	3 042	3 276	2 457
Julio	3 588	2 691	3 120	2 340	2 808	2 106	2 808	2 106
Agosto	3 744	2 808	2 964	2 223	3 120	2 340	2 184	1 638
Setiembre	3 432	2 574	3 276	2 457	3 588	2 691	2 808	2 106
Octubre	3 120	2 340	2 496	1 872	3 432	2 574	3 432	2 574
Noviembre	3 432	2 574	2 808	2 106	2 808	2 106	3 276	2 457
Diciembre	2 496	1 872	2 340	1 755	3 900	2 925	2 964	2 223

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11: Evaluación de salida de los productos

Tabla 9. Muestreo por Lote (día 1)

Nº lote	Nº UNIDAD DEFECTUOSAS di	TAMAÑO LOTE ni	p=di/ni	p: % UNIDADES DEFECTUOSAS	q: % UNIDADES NO DEFECTUOSAS
1	30,63	150	0,20	20,42	79,58
2	28,58	147	0,19	19,44	80,56
3	30,60	149	0,21	20,54	79,46
4	30,01	153	0,20	19,61	80,39
5	31,22	152	0,21	20,54	79,46
6	30,63	150	0,20	20,42	79,58
7	28,97	149	0,19	19,44	80,56
8	30,40	155	0,20	19,61	80,39
9	28,58	147	0,19	19,44	80,56
10	31,02	151	0,21	20,54	79,46

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Muestreo por Lote (día 2)

Nº lote	Nº UNIDAD DEFECTUOSAS di	TAMAÑO LOTE ni	p=di/ni	p: % UNIDADES DEFECTUOSAS	q: % UNIDADES NO DEFECTUOSAS
1	29,60	145	0,20	20,42	79,58
2	28,39	146	0,19	19,44	80,56
3	30,19	147	0,21	20,54	79,46
4	28,63	146	0,20	19,61	80,39
5	31,84	155	0,21	20,54	79,46
6	29,81	146	0,20	20,42	79,58
7	29,75	153	0,19	19,44	80,56
8	28,63	146	0,20	19,61	80,39
9	29,36	151	0,19	19,44	80,56
10	31,22	152	0,21	20,54	79,46

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Muestreo por Lote (día 3)

N° lote	N° UNIDAD DEFECTUOSAS di	TAMAÑO LOTE ni	p=di/ni	p: % UNIDADES DEFECTUOSAS	q: % UNIDADES NO DEFECTUOSAS
1	29,60	145	0,20	20,42	79,58
2	28,19	145	0,19	19,44	80,56
3	29,99	146	0,21	20,54	79,46
4	29,42	150	0,20	19,61	80,39
5	29,99	146	0,21	20,54	79,46
6	31,24	153	0,20	20,42	79,58
7	29,75	153	0,19	19,44	80,56
8	29,03	148	0,20	19,61	80,39
9	28,19	145	0,19	19,44	80,56
10	30,81	150	0,21	20,54	79,46

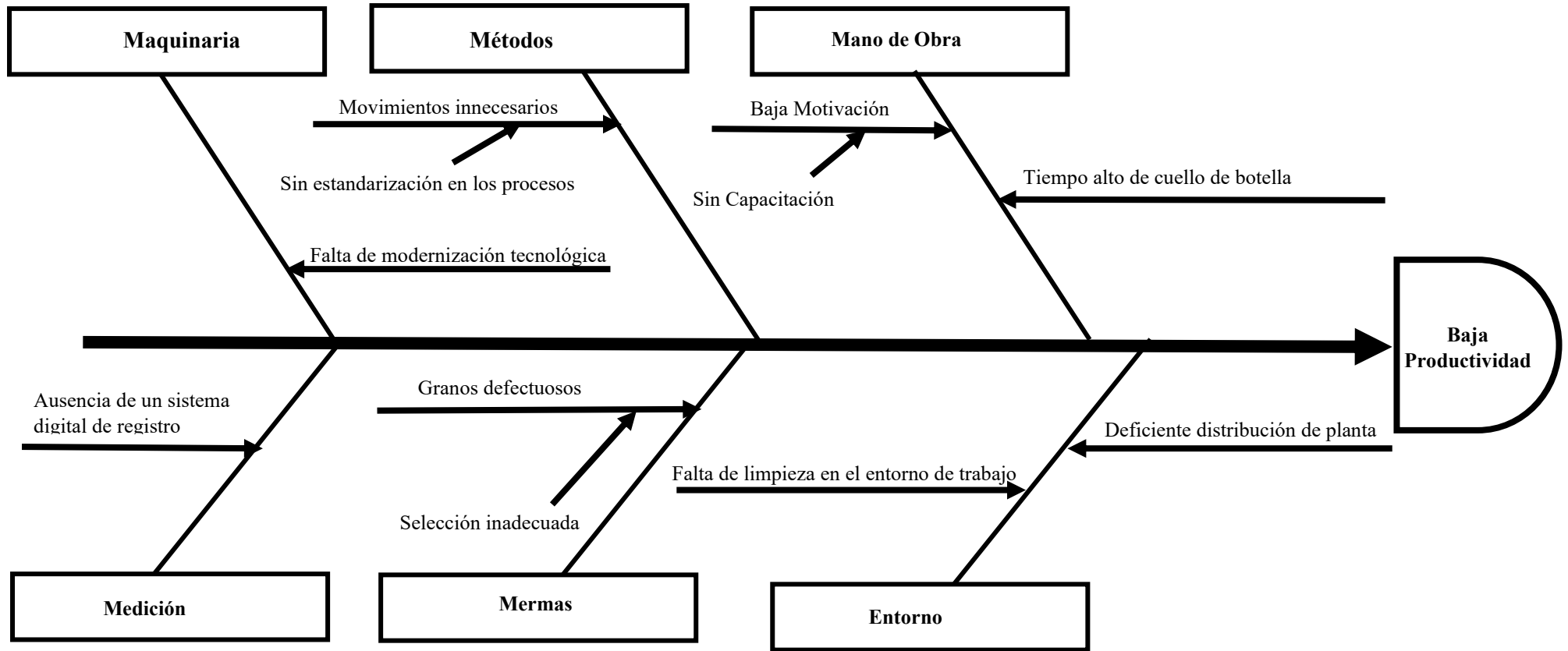
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Muestreo por Lote (día 4)

N° lote	N° UNIDAD DEFECTUOSAS di	TAMAÑO LOTE ni	p=di/ni	p: % UNIDADES DEFECTUOSAS	q: % UNIDADES NO DEFECTUOSAS
1	30,22	148	0,20	20,42	79,58
2	28,19	145	0,19	19,44	80,56
3	30,19	147	0,21	20,54	79,46
4	28,44	145	0,20	19,61	80,39
5	30,19	147	0,21	20,54	79,46
6	31,24	153	0,20	20,42	79,58
7	29,36	151	0,19	19,44	80,56
8	30,01	153	0,20	19,61	80,39
9	29,36	151	0,19	19,44	80,56
10	30,81	150	0,21	20,54	79,46

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 12: Diagrama de Ishikawa y Ponderación



Fuente: Elaboración Propia

Ponderación:

Escala:

- 1 = Muy Bajo
- 2 = Bajo
- 3 = Medio
- 4 = Alto
- 5 = Muy Alto

Tabla 13. Tabla de Ponderación

Categoría (6 M)	Causa principal identificada	Frecuencia (1-5)	Impacto (1-5)	Puntaje total (F×I)	Interpretación
Método	Falta de estandarización del proceso y control de tiempos	4	5	20	Causa crítica: afecta directamente la productividad por variabilidad operativa.
Mano de obra	Personal con limitada capacitación y alta rotación	4	4	16	Causa significativa: repercute en la calidad y velocidad de trabajo.
Material (Mermas)	Alta tasa de rechazo (20 %) por selección manual deficiente	4	5	20	Causa crítica: genera pérdida directa de producto y retrabajos.
Entorno	Iluminación y ergonomía inadecuadas en el área de selección	2	3	6	Causa menor: afecta parcialmente la comodidad del operario.
Maquinaria	Ausencia de máquina seleccionadora automática	3	4	12	Causa moderada: limita la capacidad de producción y uniformidad.
Medición	Control manual de producción sin sistema digital	2	2	4	Causa baja: influye poco, pero podría mejorar con automatización.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 13: Diagrama Beneficios de incremento de productividad

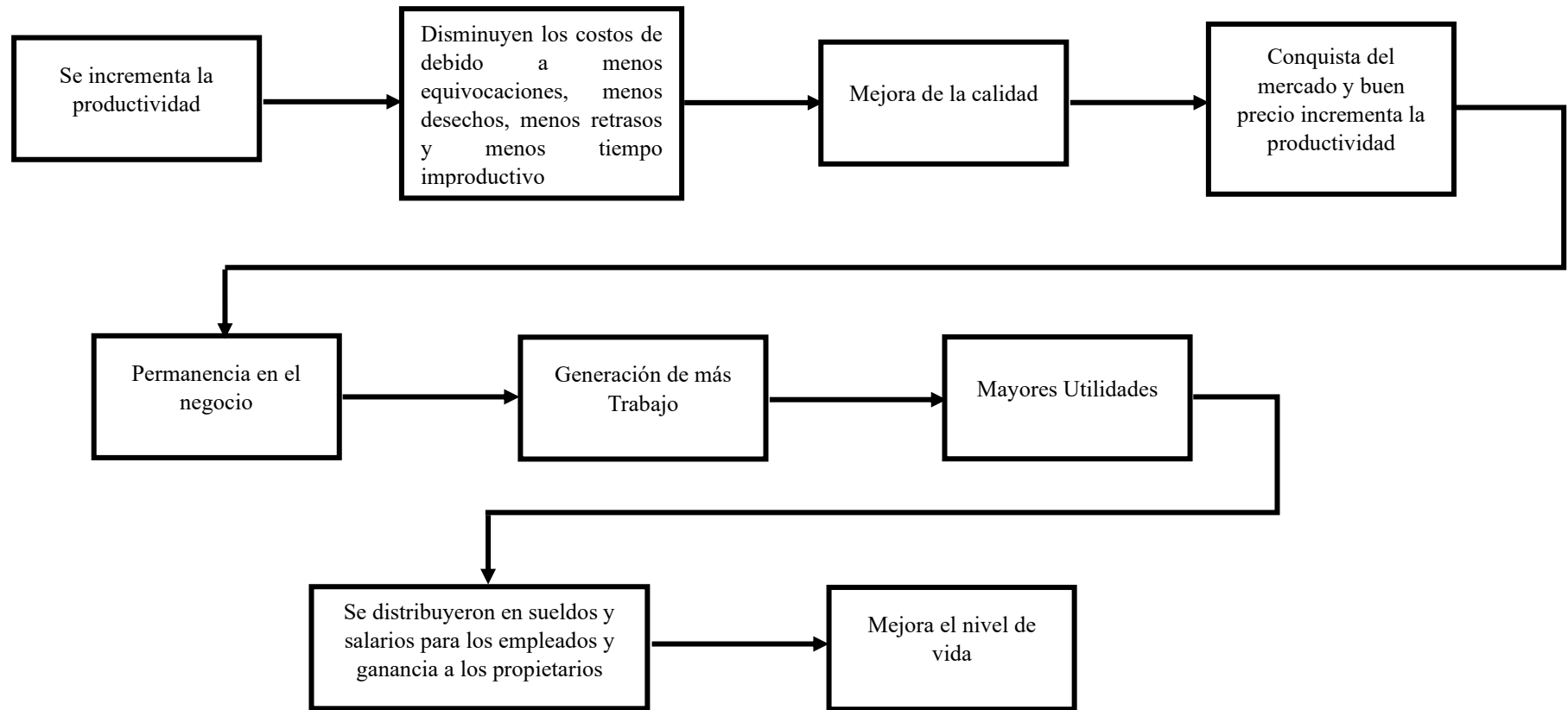


Figura 6. Beneficios de incremento de productividad

Fuente: El aumento de la Productividad y la mejora del nivel de Vida [35]

Anexo 14: Indicadores de Productividad

Productividad de Mano de Obra:

Tabla 14. Productividad de mano de obra Año 2021 - 2024

Año		2021			2022			2023			2024		
Mes	N° OP	Producción obtenida (saquetas)	P. MOD (saquetas/operario* mes)	P. MOD (saquetas/operario* día)	Producción obtenida (saquetas)	P. MOD (saquetas/operario* mes)	P. MOD (saquetas/operario* día)	Producción obtenida (saquetas)	P. MOD (saquetas/operario* mes)	P. MOD (saquetas/operario* día)	Producción obtenida (saquetas)	P. MOD (saquetas/operario* mes)	P. MOD (saquetas/operario* día)
Enero		12 168	332,10	13,84	13 416	323,33	13,47	12 792	321,38	13,39	12 792	323,25	13,47
Febrero		12 636	328,05	13,67	12 948	318,70	13,28	12 480	317,95	13,25	12 480	326,45	13,60
Marzo		11 856	319,95	13,33	12 012	321,63	13,40	13 416	321,45	13,39	12 012	326,83	13,62
Abril		12 324	320,96	13,37	12 324	320,90	13,37	12 636	318,23	13,26	12 168	328,45	13,69
Mayo		12 948	324,00	13,50	12 168	326,88	13,62	11 856	320,63	13,36	12 636	328,03	13,67
Junio	40	13 260	316,91	13,20	11 700	324,83	13,53	11 544	329,53	13,73	12 324	328,05	13,67
Julio		12 012	325,01	13,54	12 480	320,50	13,35	12 792	326,30	13,60	12 792	329,23	13,72
Agosto		11 856	327,04	13,63	12 636	322,15	13,42	12 480	326,00	13,58	13 416	323,33	13,47
Setiembre		12 168	319,95	13,33	12 324	327,40	13,64	12 012	321,45	13,39	12 792	318,50	13,27
Octubre		12 480	324,00	13,50	13 104	328,75	13,70	12 168	319,58	13,32	12 168	320,43	13,35
Noviembre		12 168	325,01	13,54	12 792	320,05	13,34	12 792	323,03	13,46	12 324	319,63	13,32
Diciembre		13 104	329,06	13,71	13 260	320,73	13,36	11 700	324,38	13,52	12 636	329,08	13,71

Fuente: Elaboración Propia

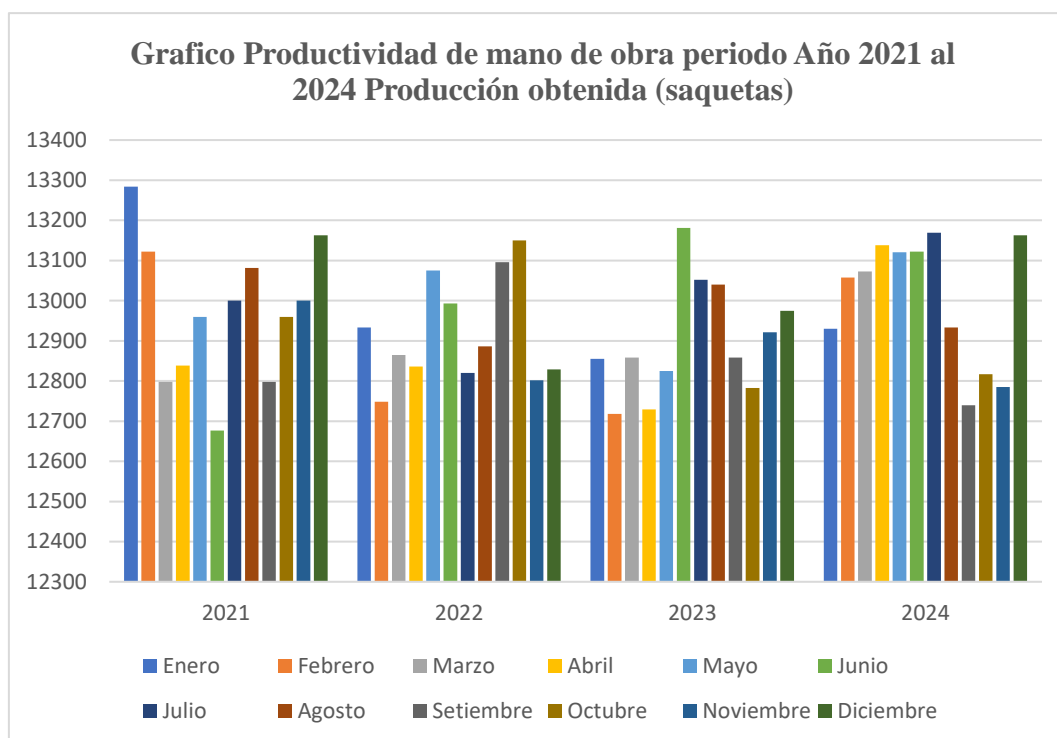


Figura 7. Productividad de mano de obra periodo Año 2021 al 2024

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resumen de Indicadores Actuales de Productividad Actual

INDICADORES	AÑO 2024											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Productividad de M.O. (Saquetas/operarios*día)	12,30	12,00	11,55	11,70	12,15	11,85	12,30	12,90	12,30	11,70	11,85	12,15
Productividad de M.P (saquetas/kg*día)	0,0328	0,0320	0,0308	0,0312	0,0324	0,0316	0,0328	0,0344	0,0328	0,0312	0,0316	0,0324
Productividad Laboral (saquetas)/(horas-hombre)	1,230	1,200	1,155	1,170	1,215	1,185	1,230	1,290	1,230	1,170	1,185	1,215
Productividad Total	0,032	0,031	0,030	0,030	0,031	0,031	0,032	0,033	0,032	0,030	0,031	0,031

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15: Diagramas Bimanuales

- **Transportar a zona de pesaje**

DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL			
Diagrama Núm. 1			
Operación: Proceso de Recepción	DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO PROCESO DE RECEPCIÓN (Transportar a zona de pesaje)		
Lugar: Recepción			
Método: Actual / Propuesto			
Operario (s): Jorge Sánchez Valverde			
Compuesto por: Fecha: 17/05/2024			
Aprobado por:			
Mano Izquierda	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	Mano Derecha
Cargar en contenedores	○	○	Cargar en contenedores
Evaluar producto	D	D	Evaluar producto
Sujetar carretillas	▽	○	Manipular carretillas
Sujetar tabla de registros	D	D	Sujetar tabla de registros
Transporte a balanzas	⇨	⇨	Transporte a balanzas
RESUMEN			
METODO	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA	
OPERACIÓN	1	2	
TRANSPORTE	1	1	
ESPERA	2	2	
SOSTÉN	1	0	
TOTALES	5	5	

Fuente: Elaboración Propia

- **Depositar en Tolva de Recepción**

DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL			
Diagrama Núm. 2		DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO PROCESO DE RECEPCIÓN (Depositar en Tolva de Recepción)	
Operación: Proceso de Recepción			
Lugar: Recepción			
Método: Actual / Propuesto			
Operario (s) : Pablo Soto Martínez			
Compuesto por: Fecha: 17/05/2024			
Aprobado por:			
Descripción Mano Izquierda	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	Descripción Mano Derecha
Evaluar producto	D	D	Evaluar producto
Trasladar las menestras	⇨	⇨	Trasladar las menestras
Manipular tolva	○	○	Manipular tolva
Regular flujo de menestras en tolva	○	○	Regular flujo de menestras en tolva
Ajustar compuerta de la tolva	○	○	Ajustar compuerta de la tolva
RESUMEN			
METODO	MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA
OPERACIÓN	3		3
TRANSPORTE	1		1
ESPERA	2		2
SOSTÉN	0		0
TOTALES	6		6

Fuente: Elaboración Propia

- Selección de Granos

DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL			
Diagrama Núm. 3		DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO PROCESO DE SELECCIÓN (Selección de granos)	
Operación: Proceso de Selección			
Lugar: Área de Selección			
Método: Actual / Propuesto			
Operario (s) : Raúl Tesén Santamaría			
Compuesto por: Fecha: 17/05/2024			
Aprobado por:			
Descripción Mano Izquierda	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	Descripción Mano Derecha
Manipular granos detectando defectos visibles	○	○	Manipular granos detectando defectos visibles
Evaluar el color	○	▽	Evaluar el color
Separar manualmente	○	○	Separar manualmente
Eliminar manualmente	○	○	Eliminar manualmente
Tomas registro cantidad de granos	▽	▽	Tomas registro cantidad de granos
Transferir los granos seleccionados	➡	➡	Transferir los granos seleccionados
RESUMEN			
METODO	MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA
OPERACIÓN	4		3
TRANSPORTE	1		1
ESPERA	0		0
SOSTÉN	1		2
TOTALES	6		6

Fuente: Elaboración Propia

- **Llenado de los granos a saquetas/bolsas**

DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL			
Diagrama Núm. 4			
Dibujo y Pieza:		DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO PROCESO DE EMPACADO (Llenado de los granos a saquetas/bolsas)	
Operación: Proceso de Empacado			
Lugar: Área de Empacado			
Método: Actual / Propuesto			
Operario (s) : Juan Medina Mendoza			
Compuesto por: Fecha: 17/05/2024			
Aprobado por:			
Descripción Mano Izquierda	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	Descripción Mano Derecha
Preparar las saquetas o bolsas	○	○	Preparar las saquetas o bolsas
Traslado a balanza	→	→	Traslado a balanza
Usar una balanza para pesar	D	D	Usar una balanza para pesar
Tomar una saqueta	▽	○	Coger y depositarla en la saqueta
Evaluar el Peso	D	D	Evaluar el Peso
Utilizar una máquina selladora	○	○	Utilizar una máquina selladora
Sellado de Saquetas	○	○	Sellado de Saquetas
RESUMEN			
METODO	MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA
OPERACIÓN	3		3
TRANSPORTE	1		1
ESPERA	2		2
SOSTÉN	1		0
TOTALES	7		6

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16: Estudio de Tiempos

Tabla 16. Tiempos Promedio de los Procesos

Proceso	Código	Actividades	Recurso	Promedio
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	245,14
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	182,57
	A3	Pesar los granos	Máquina	120,86
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	178,29
	A5	Transportar a zona de análisis (elevador)	Máquina	179,14
Análisis	A6	Limpieza materiales livianos	Máquina	239,14
	A7	Transportar a zona de selección (elevador)	Máquina	241,71
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	234,86
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	300,00
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	241,71
	A11	Transporte al área de selección (elevador)	Máquina	238,29
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	237,43
	A13	Selección de Granos	Máquina	281,14
	A14	Transporte a zona de empacado	Máquina	180,86
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Máquina	180,86
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	184,29
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	132,00

Fuente: Elaboración Propia

LOTE 1

Tabla 17. Registro de tiempos (segundos) para cada actividad del proceso

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	240,0	252,0	246,0	240,0	246,0	240,0	252,0
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	186,0	180,0	180,0	186,0	180,0	186,0	180,0
	A3	Pesar los granos	Máquina	120,0	126,0	120,0	120,0	114,0	126,0	120,0
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	180,0	174,0	180,0	168,0	186,0	180,0	180,0
	A5	Transportar a zona de análisis	Máquina	174,0	180,0	180,0	180,0	174,0	186,0	180,0
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	234,0	240,0	240,0	246,0	240,0	240,0	234,0
	A7	Transportar a zona de selección	Máquina	246,0	234,0	240,0	246,0	252,0	240,0	234,0
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	240,0	234,0	228,0	240,0	234,0	240,0	228,0
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	300,0	306,0	300,0	306,0	294,0	294,0	300,0
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	252,0	240,0	240,0	246,0	252,0	234,0	228,0
	A11	Transporte al área de selección	Máquina	240,0	234,0	240,0	228,0	246,0	240,0	240,0
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	240,0	234,0	234,0	228,0	240,0	246,0	240,0
	A13	Selección de Granos	Hombre	282,0	288,0	288,0	282,0	270,0	282,0	276,0
	A14	Transporte a zona de empaçado	Máquina	180,0	186,0	180,0	180,0	180,0	174,0	186,0
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Hombre	186,0	180,0	186,0	180,0	180,0	174,0	180,0
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	180,0	186,0	180,0	186,0	192,0	180,0	186,0
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	120,0	126,0	126,0	132,0	126,0	132,0	162,0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Recepción

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	240	252	246	240	246	240	252	245,14	906,00
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	186	180	180	186	180	186	180	182,57	
	A3	Pesar los granos	Máquina	120	126	120	120	114	126	120	120,86	
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	180	174	180	168	186	180	180	178,29	
	A5	Transportar a zona de análisis (elevador)	Máquina	174	180	180	180	174	186	180	179,14	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Análisis

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	234	240	240	246	240	240	234	239,14	480,86
	A7	Transportar a zona de selección (elevador)	Máquina	246	234	240	246	252	240	234	241,71	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Clasificación

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	240	234	228	240	234	240	228	234,86	1 014,86
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	300	306	300	306	294	294	300	300,00	
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	252	240	240	246	252	234	228	241,71	
	A11	Transporte al área de selección (elevador)	Máquina	240	234	240	228	246	240	240	238,29	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Selección

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	240	234	234	228	240	246	240	237,43	699,43
	A13	Selección de Granos	Hombre	282	288	288	282	270	282	276	281,14	
	A14	Transporte a zona de empacado	Máquina	180	186	180	180	180	174	186	180,86	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Empacado

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Hombre	186	180	186	180	180	174	180	180,86	365,14
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	180	186	180	186	192	180	186	184,29	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Almacenado

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	120	126	126	132	126	132	162	132,00	132,00

Fuente: Elaboración Propia

LOTE 2

Tabla 24. Registro de tiempos (segundos) para cada actividad del proceso

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	252,0	240,0	240,0	246,0	246,0	240,0	252,0
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	186,0	180,0	174,0	180,0	186,0	186,0	180,0
	A3	Pesar los granos	Máquina	126,0	120,0	120,0	114,0	120,0	126,0	120,0
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	174,0	180,0	168,0	180,0	186,0	180,0	180,0
	A5	Transportar a zona de análisis	Máquina	180,0	174,0	180,0	174,0	174,0	186,0	180,0
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	240,0	234,0	240,0	240,0	240,0	240,0	234,0
	A7	Transportar a zona de selección	Máquina	234,0	246,0	246,0	252,0	252,0	240,0	234,0
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	234,0	240,0	228,0	240,0	240,0	240,0	228,0
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	306,0	300,0	294,0	306,0	294,0	294,0	300,0
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	258,0	246,0	240,0	252,0	246,0	234,0	228,0
	A11	Transporte al área de selección	Máquina	234,0	240,0	228,0	240,0	246,0	240,0	240,0
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	234,0	240,0	234,0	228,0	246,0	246,0	240,0
	A13	Selección de Granos	Hombre	288,0	288,0	282,0	282,0	276,0	282,0	276,0
	A14	Transporte a zona de empacado	Máquina	186,0	186,0	180,0	186,0	180,0	174,0	186,0
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Hombre	180,0	180,0	186,0	186,0	180,0	174,0	180,0
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	186,0	186,0	192,0	186,0	192,0	180,0	186,0
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	114,0	120,0	132,0	126,0	120,0	132,0	162,0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Recepción

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	252	240	240	246	246	240	252	245,14	904,29
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	186	180	174	180	186	186	180	181,71	
	A3	Pesar los granos	Máquina	126	120	120	114	120	126	120	120,86	
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	174	180	168	180	186	180	180	178,29	
	A5	Transportar a zona de análisis (elevador)	Máquina	180	174	180	174	174	186	180	178,29	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Análisis

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	240	234	240	240	240	240	234	238,29	481,71
	A7	Transportar a zona de selección (elevador)	Máquina	234	246	246	252	252	240	234	243,43	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Clasificación

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	234	240	228	240	240	240	228	235,71	1 016,57
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	306	300	294	306	294	294	300	299,14	
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	258	246	240	252	246	234	228	243,43	
	A11	Transporte al área de selección (elevador)	Máquina	234	240	228	240	246	240	240	238,29	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Selección

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	234	240	234	228	246	246	240	238,29	702,86
	A13	Selección de Granos	Hombre	288	288	282	282	276	282	276	282,00	
	A14	Transporte a zona de empaclado	Máquina	186	186	180	186	180	174	186	182,57	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Empacado

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Hombre	180	180	186	186	180	174	180	180,86	367,71
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	186	186	192	186	192	180	186	186,86	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Almacenado

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	114	120	132	126	120	132	162	129,43	129,43

Fuente: Elaboración Propia

LOTE 3

Tabla 31. Registro de tiempos (segundos) para cada actividad del proceso

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	240,0	246,0	252,0	246,0	240,0	240,0	252,0
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	186,0	180,0	174,0	180,0	186,0	186,0	180,0
	A3	Pesar los granos	Máquina	126,0	120,0	120,0	120,0	114,0	126,0	120,0
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	174,0	174,0	180,0	174,0	186,0	180,0	180,0
	A5	Transportar a zona de análisis	Máquina	180,0	180,0	180,0	180,0	174,0	186,0	180,0
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	240,0	234,0	240,0	240,0	246,0	240,0	234,0
	A7	Transportar a zona de selección	Máquina	234,0	246,0	240,0	246,0	252,0	240,0	234,0
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	234,0	234,0	234,0	240,0	234,0	240,0	228,0
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	300,0	300,0	300,0	306,0	300,0	294,0	300,0
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	240,0	252,0	240,0	252,0	246,0	234,0	228,0
	A11	Transporte al área de selección	Máquina	234,0	240,0	240,0	246,0	234,0	240,0	240,0
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	234,0	240,0	228,0	234,0	240,0	246,0	240,0
	A13	Selección de Granos	Hombre	288,0	288,0	282,0	282,0	270,0	282,0	276,0
	A14	Transporte a zona de empaçado	Máquina	174,0	186,0	186,0	180,0	180,0	174,0	186,0
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Hombre	180,0	186,0	186,0	180,0	186,0	174,0	180,0
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	186,0	180,0	180,0	186,0	186,0	180,0	186,0
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	132,0	162,0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Recepción

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	240	246	252	246	240	240	252	245,14	906,00
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	186	180	174	180	186	186	180	181,71	
	A3	Pesar los granos	Máquina	126	120	120	120	114	126	120	120,86	
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	174	174	180	174	186	180	180	178,29	
	A5	Transportar a zona de análisis (elevador)	Máquina	180	180	180	180	174	186	180	180,00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Análisis

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	240	234	240	240	246	240	234	239,14	480,86
	A7	Transportar a zona de selección (elevador)	Máquina	234	246	240	246	252	240	234	241,71	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Clasificación

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	234	234	234	240	234	240	228	234,86	1 015,71
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	300	300	300	306	300	294	300	300,00	
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	240	252	240	252	246	234	228	241,71	
	A11	Transporte al área de selección (elevador)	Máquina	234	240	240	246	234	240	240	239,14	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Selección

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	234	240	228	234	240	246	240	237,43	699,43
	A13	Selección de Granos	Hombre	288	288	282	282	270	282	276	281,14	
	A14	Transporte a zona de empacado	Máquina	174	186	186	180	180	174	186	180,86	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Empacado

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Hombre	180	186	186	180	186	174	180	181,71	356,14
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	186	180	180	186	186	180	186	183,43	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Almacenado

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	126	126	126	126	126	132	162	132,00	132,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Tiempo de Cuello de Botella

	Recepcionar materia prima	245,14	segundos
Tiempo cuello de Botella	Separación de tipos de granos	300,0	segundos
	Selección de granos	281,14	segundos

Fuente: Elaboración Propia

Tiempo de Ciclo Total

Teniendo en cuenta el tiempo registrado para cada operación en el proceso de las menestras, el ciclo total tiene una duración de 60 minutos, lo que equivale a 1 hora. Tiempo de ciclo de producción = 1 hora = 60 minutos

Durante el día, se realizan 10 ciclos que equivalen a 600 minutos, es decir 10 horas.

Para calcular el tiempo ocioso en la producción, se siguió el enfoque de Delgado [21], quien sugiere que este se determina a partir de la diferencia entre el total de tiempo y la eficiencia de la línea.


$$Eficiencia\ de\ línea = \frac{60}{7 \times 13,78} = 62,2 \%$$

$$Tiempo\ Ocioso = 100\% - Eficiencia\ de\ línea = 100 - 62,2 = 37,8\%$$

Con estos datos se puede decir que más del 30% del tiempo establecido para la producción es tiempo ocioso.

Anexo 17: Método AHP para seleccionar máquina selectora

Selección de granos: Máquina Selectora 1

FICHA TÉCNICA N°1: Selectora Óptica			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
Esta máquina ha sido diseñada para garantizar la pureza de los productos en granos a través de un sistema de cámara de sensores para detectar los granos, en buen estado de los que están defectuosos			
Datos Técnicos			
Marca	CIMBRIA		
Modelo	SEA CHROMEX		
Potencia	3.8 HP		
Productividad	3 T de menestras procesada/hora		
Fuente de alimentación	230 - 50 Hz	Datos Generales	
Vida útil	15 años	Empresa que la comercializa	CIMBRIA
Peso (Kg)	1650	Costo aproximado de la máquina	S/. 426 541,00
Funcionamiento	Automático/selección	Garantía	2 años
Número de cámaras delante/atrás	14/28	Año de adquisición	2024
Costos de Funcionamiento		Recomendaciones	
Costo de electricidad (S/. 2.7 /h)	S/. 2.4/h	Regulaciones: -	
Repuestos que utiliza la máquina	Vibradores, eyectores	Configuración de parámetros de selección. - Ajustes para el reconocimiento de área dañada	

Fuente: Elaboración Propia

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Datos Generales			X							Datos Técnicos
Datos Técnicos						X				Eficiencia
Eficiencia					X					Datos Generales

	Datos Generales	Datos Técnicos	Eficiencia	Vector Propio	
Datos Generales	1	1	3	0.154	15.4%
Datos Técnicos	1	1	1	0.5206	52.1%
Eficiencia	1/3	1	1	0.3254	32.5%

Datos Generales

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Empresa que la comercializa				X						Costo aprox de la máquina
Empresa que la comercializa						X				Garantía
Empresa que la comercializa						X				Repuestos que utiliza la máquina
Costo aprox de la máquina						X				Empresa que la comercializa
Costo aprox de la máquina						X				Garantía
Costo aprox de la máquina			X							Costo de electricidad
Garantía				X						Empresa que la comercializa

Garantía				X						Costo aprox de la máquina
Garantía				X						Año de adquisición
Año de adquisición				X						Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X				Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X				Garantía
Repuestos que utiliza la máquina				X						Empresa que la comercializa
Repuestos que utiliza la máquina				X						Garantía
Repuestos que utiliza la máquina			X							Costo de electricidad

	Empresa que la comercializa	Costo aprox de la máquina	Garantía	Año de adquisición	Costo de electricidad	Repuestos que utiliza la máquina	Vector Propio
Empresa que la comercializa	1	5	3	7	9	3	0.381
Costo aprox de la máquina	1/5	1	1/3	1/7	1/7	1/3	0.0408
Garantía	1/3	3	1	5	7	5	0.2525
Año de adquisición	1/7	7	1/5	1	3	1/5	0.0906
Costo de electricidad	1/9	9	1/7	1/3	1	1/7	0.0788
Repuestos que utiliza la máquina	1/3	3	1/5	5	7	1	0.1563

Empresa que la comercializa	38.1%
Costo aprox de la máquina	4.1%
Garantía	25.3%
Año de adquisición	9.1%
Costo de electricidad	7.9%
Repuestos que utiliza la máquina	15.6%

Datos Técnicos	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Marca						X				Vida Útil
Marca				X						Peso
Marca							X			Funcionamiento
Modelo						X				Potencia
Modelo							X			Vida Útil
Modelo						X				Número de cámaras delante/atrás
Modelo							X			Productividad
Productividad			X							Potencia
Productividad				X						Funcionamiento
Productividad				X						Vida Útil
Potencia				X						Modelo
Potencia							X			Productividad
Potencia				X						Fuente de Alimentación
Fuente de Alimentación						X				Potencia
Fuente de Alimentación							X			Funcionamiento
Vida Útil			X							Modelo
Vida Útil						X				Productividad
Peso						X				Número de cámaras delante/atrás
Peso							X			Funcionamiento
Funcionamiento							X			Productividad
Funcionamiento			X							Peso
Número de cámaras delante/atrás				X						Modelo
Número de cámaras delante/atrás				X						Peso

	Marca	Modelo	Potencia	Productividad	Fuente de Alimentación	Vida Útil	Peso	Funcionamiento	Número de cámaras delante/atrás	Vector Propio
Marca	1	3	5	7	9	3	5	3	5	0.1146
Modelo	1/3	1	3	5	7	1	3	1	3	0.1485
Potencia	1/5	1/3	1	3	5	1/3	1	1/3	1	0.0636
Productividad	1/7	1/5	1/3	1	3	1/5	1/3	1/5	1/3	0.2311
Fuente de Alimentación	1/9	1/7	1/5	1/3	1	1/7	1/5	1/7	1/5	0.018
Vida Útil	1/3	1	3	1/5	7	1	3	1	3	0.1485
Peso	1/5	1/3	1	3	5	1/3	1	1/3	1	0.0636
Funcionamiento	1/3	1	3	1	7	1	3	1	3	0.1485
Número de cámaras delante/atrás	1/5	1/3	1	3	5	1/3	1	1/3	1	0.0636


Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Disponibilidad						X				Rendimiento
Rendimiento				X						Resistencia
Calidad					X					Disponibilidad

	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	Vector Propio
Disponibilidad	1	1/7	1/3	0.0882
Rendimiento	7	1	3	0.4687
Calidad	3	1/3	1	0.4431

Disponibilidad	8.8%
Rendimiento	46.9%
Calidad	44.3%

VARIABLES PRIMARIAS	PONDERACION	VARIABLES SEGUNDO NIVEL	PONDERACION	PONDERACION FINAL
Datos Generales	15%	Empresa que la comercializa	38%	6%
		Costo aproximado de la máquina	4%	1%
		Garantía	25%	4%
		Año de adquisición	9%	1%
		Costo de electricidad	8%	1%
		Repuestos que utiliza la máquina	16%	2%
Datos Técnicos	52%	Marca	11%	6%
		Modelo	15%	8%
		Potencia	6%	3%
		Productividad	23%	12%
		Fuente de Alimentación	2%	1%
		Vida Útil	15%	8%
		Peso	6%	3%
		Funcionamiento	15%	8%
Eficiencia	33%	Número de cámaras delante/atrás	6%	3%
		Disponibilidad	9%	3%
		Rendimiento	47%	15%
		Calidad	44%	14%

Selección de granos: Máquina Selectora 2

FICHA TÉCNICA N°2: Selectora Óptica			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
Esta máquina ha sido diseñada para garantizar la pureza de los productos en granos a través de un sistema de cámara con sensores para detectar los granos, en buen estado de los que están defectuosos			
Datos Técnicos			
Marca	BUHLER		
Modelo	SORTEX A		
Potencia	3.6 HP		
Productividad	3 T de menestras procesada/hora		
Fuente de alimentación	240 - 60 Hz	Datos Generales	
Vida útil	12 años	Empresa que la comercializa	BUHLER
Peso (Kg)	1150	Costo aproximado de la máquina	S/. 380 456,00
Funcionamiento	Automático/selección	Garantía	2 años
Número de cámaras delante/atrás	13/20	Año de adquisición	2024
Costos de Funcionamiento		Recomendaciones	
Costo de electricidad (S/. 2.7 /h)	S/. 2.4/h	Regulaciones: - Configuración de parámetros de selección. - Ajustes de cámaras	
Repuestos que utiliza la máquina	Vibradores, eyectores		

Fuente: Elaboración Propia

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Datos Generales				X						Datos Técnicos
Datos Técnicos						X				Eficiencia
Eficiencia				X						Datos Generales

	Datos Generales	Datos Técnicos	Eficiencia	Vector Propio	
Datos Generales	1	1/3	1/3	0.2503	25.0%
Datos Técnicos	3	1	1	0.4219	42.2%
Eficiencia	3	1	1	0.3278	32.8%

Datos Generales

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Empresa que la comercializa				X						Costo aprox de la máquina
Empresa que la comercializa						X				Garantía
Empresa que la comercializa						X				Repuestos que utiliza la máquina
Costo aprox de la máquina				X						Empresa que la comercializa
Costo aprox de la máquina						X				Garantía
Costo aprox de la máquina						X				Costo de electricidad
Garantía				X						Empresa que la comercializa

Garantía				X					Costo aprox de la máquina
Garantía						X			Año de adquisición
Año de adquisición				X					Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X			Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X			Garantía
Repuestos que utiliza la máquina							X		Empresa que la comercializa
Repuestos que utiliza la máquina				X					Garantía
Repuestos que utiliza la máquina				X					Costo de electricidad

	Empresa que la comercializa	Costo aprox de la máquina	Garantía	Año de adquisición	Costo de electricidad	Repuestos que utiliza la máquina	Vector Propio
Empresa que la comercializa	1	5	3	7	3	3	0.3648
Costo aprox de la máquina	1/5	1	5	5	5	5	0.2776
Garantía	1/3	1/5	1	3	3	3	0.1386
Año de adquisición	1/7	1/5	1/3	1	1/3	1/5	0.0338
Costo de electricidad	1/3	1/5	1/3	3	1	1/3	0.0703
Repuestos que utiliza la máquina	1/3	1/5	1/3	5	3	1	0.1148

Empresa que la comercializa	36.5%
Costo aprox de la máquina	27.8%
Garantía	13.9%
Año de adquisición	3.4%
Costo de electricidad	7.0%
Repuestos que utiliza la máquina	11.5%

Datos Técnicos	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Marca						X				Vida Útil
Marca				X						Peso
Marca							X			Funcionamiento
Modelo						X				Potencia
Modelo							X			Vida Útil
Modelo							X			Número de cámaras delante/atrás
Modelo							X			Productividad
Productividad				X						Potencia
Productividad						X				Funcionamiento
Productividad				X						Vida Útil
Potencia						X				Modelo
Potencia							X			Productividad
Potencia				X						Fuente de Alimentación
Fuente de Alimentación						X				Potencia
Fuente de Alimentación							X			Funcionamiento
Vida Útil				X						Modelo
Vida Útil						X				Productividad
Peso						X				Número de cámaras delante/atrás
Peso						X				Funcionamiento
Funcionamiento						X				Productividad
Funcionamiento			X							Peso
Número de cámaras delante/atrás				X						Modelo
Número de cámaras delante/atrás				X						Peso

	Marca	Modelo	Potencia	Productividad	Fuente de Alimentación	Vida Útil	Peso	Funcionamiento	Número de cámaras delante/atrás	Vector Propio
Marca	1	3	5	7	5	3	7	9	7	0.2189
Modelo	1/3	1	3	5	3	5	5	7	5	0.1634
Potencia	1/5	1/3	1	3	3	5	7	7	3	0.1399
Productividad	1/7	1/5	1/3	1	1/3	3	3	5	3	0.1983
Fuente de Alimentación	1/5	1/3	1/3	3	1	5	5	7	5	0.1181
Vida Útil	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5	1	7	7	3	0.0764
Peso	1/7	1/5	1/7	1/3	1/5	1/7	1	3	1/3	0.0266
Funcionamiento	1/9	1/7	1/7	1/5	1/7	1/7	1/3	1	1/5	0.016
Número de cámaras delante/atrás	1/7	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	3	5	1	0.0424


Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Disponibilidad						X				Rendimiento
Rendimiento			X							Resistencia
Calidad				X						Disponibilidad

	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	Vector Propio
Disponibilidad	1	1/3	1/5	0.2062
Rendimiento	3	1	7	0.3605
Calidad	5	1/3	1	0.4333

Disponibilidad	20.6%
Rendimiento	36.1%
Calidad	43.3%

VARIABLES PRIMARIAS	PONDERACION	VARIABLES SEGUNDO NIVEL	PONDERACION	PONDERACION FINAL
Datos Generales	25%	Empresa que la comercializa	36%	9%
		Costo aprox de la máquina	28%	7%
		Garantía	14%	3%
		Año de adquisición	3%	1%
		Costo de electricidad	7%	2%
		Repuestos que utiliza la máquina	11%	3%
Datos Técnicos	42%	Marca	22%	9%
		Modelo	16%	7%
		Potencia	14%	6%
		Productividad	20%	8%
		Fuente de Alimentación	12%	5%
		Vida Útil	8%	3%
		Peso	3%	1%
		Funcionamiento	2%	1%
Eficiencia	33%	Número de cámaras delante/atrás	4%	2%
		Disponibilidad	21%	7%
		Rendimiento	36%	12%
		Calidad	43%	14%

Selección de granos: Máquina Selectora 3

FICHA TÉCNICA N°3: Selectora Óptica			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
Esta máquina ha sido diseñada para garantizar la pureza de los productos en granos a través de un sistema de cámara con sensores para detectar los granos, en buen estado de los que están defectuosos			
Datos Técnicos			
Marca	TCSi		
Modelo	Delta		
Potencia	3.6 HP		
Productividad	1.6 T de menestras procesada/hora		
Fuente de alimentación	230 - 60 Hz	Datos Generales	
Vida útil	14 años	Empresa que la comercializa	TCSi
Peso (Kg)	1450	Costo aproximado de la máquina	S/. 356 164.5
Funcionamiento	Automático/selección	Garantía	2 años
Número de cámaras delante/atrás	15/20	Año de adquisición	2024
Costos de Funcionamiento		Recomendaciones	
Costo de electricidad (S/. 2.7 /h)	S/. 2.4/h	Regulaciones: - Configuración de parámetros de selección. - - Ajustes de cámaras	
Repuestos que utiliza la máquina	Vibradores, eyectores		

Fuente: Elaboración Propia

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Datos Generales			X							Datos Técnicos
Datos Técnicos							X			Eficiencia
Eficiencia			X							Datos Generales

	Datos Generales	Datos Técnicos	Eficiencia	Vector Propio	
Datos Generales	1	1/3	1/9	0.349	35%
Datos Técnicos	3	1	1/3	0.2	20%
Eficiencia	9	3	1	0.451	45%

Datos Generales

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Empresa que la comercializa				X						Costo aprox de la máquina
Empresa que la comercializa				X						Garantía
Empresa que la comercializa						X				Repuestos que utiliza la máquina
Costo aprox de la máquina						X				Empresa que la comercializa
Costo aprox de la máquina						X				Garantía
Costo aprox de la máquina						X				Costo de electricidad
Garantía				X						Empresa que la comercializa

Garantía				X						Costo aprox de la máquina
Garantía						X				Año de adquisición
Año de adquisición				X						Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X				Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X				Garantía
Repuestos que utiliza la máquina						X				Empresa que la comercializa
Repuestos que utiliza la máquina				X						Garantía
Repuestos que utiliza la máquina						X				Costo de electricidad

	Empresa que la comercializa	Costo aprox de la máquina	Garantía	Año de adquisición	Costo de electricidad	Repuestos que utiliza la máquina	Vector Propio
Empresa que la comercializa	1	7	3	5	3	5	0.3861
Costo aprox de la máquina	1/7	1	5	3	7	5	0.2472
Garantía	1/3	1/5	1	3	5	7	0.1782
Año de adquisición	1/5	1/3	1/3	1	3	3	0.0864
Costo de electricidad	1/3	1/7	1/5	1/3	1	1/3	0.04958
Repuestos que utiliza la máquina	1/5	1/5	1/7	1/3	3	1	0.0562

Empresa que la comercializa	38.6%
Costo aprox de la máquina	24.7%
Garantía	17.8%
Año de adquisición	8.6%
Costo de electricidad	5.0%
Repuestos que utiliza la máquina	5.6%

Datos Técnicos	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Marca						X				Vida Útil
Marca				X						Peso
Marca							X			Funcionamiento
Modelo						X				Potencia
Modelo							X			Vida Útil
Modelo						X				Número de cámaras delante/atrás
Modelo							X			Productividad
Productividad				X						Potencia
Productividad				X						Funcionamiento
Productividad				X						Vida Útil
Potencia						X				Modelo
Potencia						X				Productividad
Potencia				X						Fuente de Alimentación
Fuente de Alimentación						X				Potencia
Fuente de Alimentación							X			Funcionamiento
Vida Útil				X						Modelo
Vida Útil						X				Productividad
Peso						X				Número de cámaras delante/atrás
Peso						X				Funcionamiento
Funcionamiento						X				Productividad
Funcionamiento			X							Peso
Número de cámaras delante/atrás						X				Modelo
Número de cámaras delante/atrás				X						Peso

	Marca	Modelo	Potencia	Productividad	Fuente de Alimentación	Vida Útil	Peso	Funcionamiento	Número de cámaras delante/atrás	Vector Propio
Marca	1	7	3	3	5	3	5	5	5	0.1778
Modelo	1/7	1	3	5	5	3	5	7	5	0.1645
Potencia	1/5	1/3	1	5	3	3	7	7	3	0.1488
Productividad	1/3	1/5	1/5	1	3	5	3	5	3	0.2448
Fuente de Alimentación	1/5	1/5	1/3	1/3	1	5	5	5	5	0.0948
Vida Útil	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1	7	3	3	0.0712
Peso	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/7	1	3	1/3	0.0285
Funcionamiento	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1/5	0.0219
Número de cámaras delante/atrás	1/5	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	3	5	1	0.0477

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Disponibilidad						X				Rendimiento
Rendimiento				X						Resistencia
Calidad				X						Disponibilidad

	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	Vector Propio
Disponibilidad	1	5	3	0.5368
Rendimiento	1/5	1	3	0.2532
Calidad	1/7	1/7	1	0.21

Disponibilidad	53.7%
Rendimiento	25.3%
Calidad	21.0%

VARIABLES PRIMARIAS	PONDERACION	VARIABLES SEGUNDO NIVEL	PONDERACION	PONDERACION FINAL
Datos Generales	35%	Empresa que la comercializa	39%	13%
		Costo aprox de la máquina	25%	9%
		Garantía	18%	6%
		Año de adquisición	9%	3%
		Costo de electricidad	5%	2%
		Repuestos que utiliza la máquina	6%	2%
Datos Técnicos	20%	Marca	18%	4%
		Modelo	16%	3%
		Potencia	15%	3%
		Productividad	24%	5%
		Fuente de Alimentación	9%	2%
		Vida Útil	7%	1%
		Peso	3%	1%
		Funcionamiento	2%	0%
Eficiencia	45%	Número de cámaras delante/atrás	5%	1%
		Disponibilidad	54%	24%
		Rendimiento	25%	11%
		Calidad	21%	9%


MAQUINARIA	Costo aprox de la máquina	Costo de electricidad	Repuestos que utiliza la máquina	Potencia	Productividad	Peso	Número de cámaras delante/atrás	Disponibilidad	Rendimiento	Empresa que la comercializa	Garantía	Año de adquisición	Marca	Modelo	Fuente de Alimentación	Vida Útil	Funcionamiento	Calidad
SELECCIÓN	0,84	0,95	0,93	0,88	0,75	0,95	0,94	0,66	0,62	0,72	0,86	0,95	0,81	0,82	0,92	0,88	0,91	0,62
CIMBRIA	0,01	0,01	0,02	0,03	0,12	0,03	0,03	0,03	0,15	0,06	0,04	0,01	0,06	0,08	0,01	0,08	0,08	0,14
BUHLER	0,07	0,02	0,03	0,06	0,08	0,01	0,02	0,07	0,12	0,09	0,03	0,01	0,09	0,07	0,05	0,03	0,01	0,14
TCSi	0,09	0,02	0,02	0,03	0,05	0,01	0,01	0,24	0,11	0,13	0,06	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,09

Figura 8. Tabla de Selección de maquinaria selectora Óptica

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 18: Método AHP para seleccionar máquina de empaçado

Empacado de saquetas: Máquina 1

FICHA TÉCNICA N°1: Empacadora			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
Esta máquina ha sido diseñada para envasar los granos de menestra en las saquetas a través de sensores para detectar los granos			
Datos Técnicos			
Marca	SYNMEC		
Modelo	SEA CHROMEX		
Potencia	3.8 HP		
Rango de medida	20 -50 kg de menestras		
Fuente de alimentación	230 - 50 Hz	Datos Generales	
Vida útil	10 años	Empresa que la comercializa	SYNMEC
Peso (Kg)	2380	Costo aproximado de la máquina	S/. 105 000,00
Velocidad de Empaquetado	> 70 bolsas/h	Garantía	2 años
Número de cámaras delante/atrás	14/28	Año de adquisición	2024
Costos de Funcionamiento		Recomendaciones	
Costo de electricidad (S/. 2.7 /h)	S/. 2.4/h	Regulaciones: - Configuración de parámetros de envasado. - Ajustes para el reconocimiento de área dañada	
Repuestos que utiliza la máquina	Vibradores, eyectores		

Fuente: Elaboración Propia

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Datos Generales			X							Datos Técnicos
Datos Técnicos						X				Eficiencia
Eficiencia					X					Datos Generales

	Datos Generales	Datos Técnicos	Eficiencia	Vector Propio	
Datos Generales	1	3	3	0.254	25%
Datos Técnicos	1	1	1	0.3206	32%
Eficiencia	1/3	1/3	1	0.4254	43%

Datos Generales

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Empresa que la comercializa				X						Costo aprox de la máquina
Empresa que la comercializa						X				Garantía
Empresa que la comercializa						X				Repuestos que utiliza la máquina
Costo aprox de la máquina				X						Empresa que la comercializa
Costo aprox de la máquina						X				Garantía
Costo aprox de la máquina			X							Costo de electricidad
Garantía				X						Empresa que la comercializa

Garantía				X						Costo aprox de la máquina
Garantía				X						Año de adquisición
Año de adquisición				X						Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X				Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X				Garantía
Repuestos que utiliza la máquina				X						Empresa que la comercializa
Repuestos que utiliza la máquina						X				Garantía
Repuestos que utiliza la máquina			X							Costo de electricidad

	Empresa que la comercializa	Costo aprox de la máquina	Garantía	Año de adquisición	Costo de electricidad	Repuestos que utiliza la máquina	Vector Propio
Empresa que la comercializa	1	7	5	3	3	5	0.381
Costo aprox de la máquina	1/7	1	7	5	7	7	0.0408
Garantía	1/5	1/7	1	3	3	5	0.2525
Año de adquisición	1/3	1/5	1/3	1	5	3	0.0906
Costo de electricidad	1/3	1/7	1/3	1/5	1	1/3	0.0788
Repuestos que utiliza la máquina	1/5	1/7	1/5	1/3	3	1	0.1563

Empresa que la comercializa	38.1%
Costo aprox de la máquina	4.1%
Garantía	25.3%
Año de adquisición	9.1%
Costo de electricidad	7.9%
Repuestos que utiliza la máquina	15.6%

Datos Técnicos	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Marca						X				Vida Útil
Marca				X						Peso
Marca						X				Funcionamiento
Modelo						X				Potencia
Modelo							X			Vida Útil
Modelo						X				Número de cámaras delante/atrás
Modelo							X			Productividad
Productividad			X							Potencia
Productividad			X							Funcionamiento
Productividad				X						Vida Útil
Potencia				X						Modelo
Potencia							X			Productividad
Potencia				X						Fuente de Alimentación
Fuente de Alimentación						X				Potencia
Fuente de Alimentación							X			Funcionamiento
Vida Útil			X							Modelo
Vida Útil						X				Productividad
Peso						X				Número de cámaras delante/atrás
Peso							X			Funcionamiento
Funcionamiento							X			Productividad
Funcionamiento			X							Peso
Número de cámaras delante/atrás				X						Modelo
Número de cámaras delante/atrás				X						Peso

	Marca	Modelo	Potencia	Productividad	Fuente de Alimentación	Vida Útil	Peso	Funcionamiento	Número de cámaras delante/atrás	Vector Propio
Marca	1	1/5	1/3	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/7	0.0148
Modelo	5	1	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	0.0302
Potencia	3	3	1	3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	0.077
Productividad	7	5	1/3	1	1/5	1/3	1/5	1/3	1/3	0.275
Fuente de Alimentación	5	5	5	5	1	1/5	1/3	1/3	1/3	0.1408
Vida Útil	5	5	3	3	5	1	1/3	1/3	1/5	0.196
Peso	5	5	3	5	3	3	1	3	1/3	0.127
Funcionamiento	5	3	3	3	3	3	1/3	1	1/5	0.0653
Número de cámaras delante/atrás	7	5	3	3	3	5	3	5	1	0.0739

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Disponibilidad						X				Rendimiento
Rendimiento						X				Resistencia
Calidad				X						Disponibilidad

	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	Vector Propio
Disponibilidad	1	1	3	0.3736
Rendimiento	1/3	1	3	0.2865
Calidad	1/3	1	1	0.3399

Disponibilidad	37.4%
Rendimiento	28.7%
Calidad	34.0%

VARIABLES PRIMARIAS	PONDERACION	VARIABLES SEGUNDO NIVEL	PONDERACION	PONDERACION FINAL
Datos Generales	25%	Empresa que la comercializa	38%	10%
		Costo aprox de la máquina	4%	1%
		Garantía	25%	6%
		Año de adquisición	9%	2%
		Costo de electricidad	8%	2%
		Repuestos que utiliza la máquina	16%	4%
Datos Técnicos	32%	Marca	1%	0%
		Modelo	3%	1%
		Potencia	8%	2%
		Productividad	28%	9%
		Fuente de Alimentación	14%	5%
		Vida Útil	20%	6%
		Peso	13%	4%
		Funcionamiento	7%	2%
Eficiencia	43%	Número de cámaras delante/atrás	7%	2%
		Disponibilidad	37%	16%
		Rendimiento	29%	12%
		Calidad	34%	14%

Empacado de saquetas: Máquina 2

FICHA TÉCNICA N°2: Empacadora			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
Esta máquina ha sido diseñada para envasar los granos de menestra en las saquetas a través de sensores para detectar los granos			
Datos Técnicos			
Marca	BOLTPACK		
Modelo	DS-320C		
Potencia	2 HP		
Rango de medida	20 - 100 kg de menestras		
Fuente de alimentación	230 - 50 Hz	Datos Generales	
Vida útil	10 años	Empresa que la comercializa	BOLTPACK
Peso (Kg)	2450	Costo aproximado de la máquina	S/. 130 840,00
Velocidad de Empaquetado	> 120 bolsas/h	Garantía	2 años
Número de cámaras delante/atrás	14/28	Año de adquisición	2024
Costos de Funcionamiento		Recomendaciones	
Costo de electricidad (S/. 2.7 /h)	S/. 2.3/h	Regulaciones: - Configuración de parámetros de envasado. - Ajustes para el reconocimiento de área dañada	
Repuestos que utiliza la máquina	Vibradores, eyectores		

Fuente: Elaboración Propia

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Datos Generales			X							Datos Técnicos
Datos Técnicos						X				Eficiencia
Eficiencia					X					Datos Generales

	Datos Generales	Datos Técnicos	Eficiencia	Vector Propio	
Datos Generales	1	1/3	1/3	0.254	25%
Datos Técnicos	1	1	1	0.3606	36%
Eficiencia	1/3	1	1	0.3854	39%

Datos Generales

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Empresa que la comercializa				X						Costo aprox de la máquina
Empresa que la comercializa							X			Garantía
Empresa que la comercializa				X						Repuestos que utiliza la máquina
Costo aprox de la máquina				X						Empresa que la comercializa
Costo aprox de la máquina						X				Garantía
Costo aprox de la máquina			X							Costo de electricidad
Garantía						X				Empresa que la comercializa

Garantía				X					Costo aprox de la máquina
Garantía						X			Año de adquisición
Año de adquisición				X					Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X			Costo aprox de la máquina
Costo de electricidad						X			Garantía
Repuestos que utiliza la máquina						X			Empresa que la comercializa
Repuestos que utiliza la máquina				X					Garantía
Repuestos que utiliza la máquina				X					Costo de electricidad

	Empresa que la comercializa	Costo aprox de la máquina	Garantía	Año de adquisición	Costo de electricidad	Repuestos que utiliza la máquina	Vector Propio
Empresa que la comercializa	1	1/5	1/3	3	1/3	3	0.1015
Costo aprox de la máquina	5	1	1/3	5	1	5	0.2501
Garantía	3	3	1	3	1/3	3	0.232
Año de adquisición	1/3	1/5	1/3	1	1/5	1/3	0.0432
Costo de electricidad	3	1	3	5	1	5	0.3071
Repuestos que utiliza la máquina	1/3	1/5	1/3	3	1/5	1	0.0662

Empresa que la comercializa	10.2%
Costo aprox de la máquina	25.0%
Garantía	23.2%
Año de adquisición	4.3%
Costo de electricidad	30.7%
Repuestos que utiliza la máquina	6.6%

Datos Técnicos	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Marca						X				Vida Útil
Marca				X						Peso
Marca							X			Funcionamiento
Modelo						X				Potencia
Modelo							X			Vida Útil
Modelo							X			Número de cámaras delante/atrás
Modelo							X			Productividad
Productividad				X						Potencia
Productividad						X				Funcionamiento
Productividad				X						Vida Útil
Potencia						X				Modelo
Potencia							X			Productividad
Potencia				X						Fuente de Alimentación
Fuente de Alimentación						X				Potencia
Fuente de Alimentación							X			Funcionamiento
Vida Útil				X						Modelo
Vida Útil						X				Productividad
Peso						X				Número de cámaras delante/atrás
Peso						X				Funcionamiento
Funcionamiento						X				Productividad
Funcionamiento			X							Peso
Número de cámaras delante/atrás				X						Modelo
Número de cámaras delante/atrás				X						Peso

	Marca	Modelo	Potencia	Productividad	Fuente de Alimentación	Vida Útil	Peso	Funcionamiento	Número de cámaras delante/atrás	Vector Propio
Marca	1	3	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	0.0396
Modelo	1/3	1	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5	0.0321
Potencia	5	5	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1	0.1522
Productividad	5	5	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1	0.1522
Fuente de Alimentación	3	3	3	1	1	1	1	3	3	0.0797
Vida Útil	3	3	3	3	1	1	1	3	3	0.1235
Peso	3	3	3	3	1	1	1	3	3	0.1235
Funcionamiento	5	5	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1	0.145
Número de cámaras delante/atrás	5	5	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1	0.1522

Criterio	Extremadamente más importante	Mucho más importante	Bastante más importante	Moderadamente más importante	Igual	Moderadamente más importante	Bastante más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante	Criterio
Disponibilidad					X					Rendimiento
Rendimiento			X							Resistencia
Calidad				X						Disponibilidad

	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	Vector Propio
Disponibilidad	1	1/3	1/5	0.1204
Rendimiento	3	1	7	0.6215
Calidad	5	1/3	1	0.2581

Disponibilidad	12.04%
Rendimiento	62.15%
Calidad	25.81%

VARIABLES PRIMARIAS	PONDERACION	VARIABLES SEGUNDO NIVEL	PONDERACION	PONDERACION FINAL
Datos Generales	25%	Empresa que la comercializa	10%	3%
		Costo aprox de la máquina	25%	6%
		Garantía	23%	6%
		Año de adquisición	4%	1%
		Costo de electricidad	31%	8%
		Repuestos que utiliza la máquina	7%	2%
Datos Técnicos	36%	Marca	4%	1%
		Modelo	3%	1%
		Potencia	15%	5%
		Productividad	15%	5%
		Fuente de Alimentación	8%	3%
		Vida Útil	12%	4%
		Peso	12%	4%
		Funcionamiento	15%	5%
Eficiencia	39%	Número de cámaras delante/atrás	15%	5%
		Disponibilidad	12%	5%
		Rendimiento	62%	24%
		Calidad	26%	10%

MAQUINARIA	Costo aprox de la máquina	Costo de electricidad	Repuestos que utiliza la máquina	Potencia	Productividad	Peso	Número de cámaras delante/atrás	Disponibilidad	Rendimiento	Empresa que la comercializa	Garantía	Año de adquisición	Marca	Modelo	Fuente de Alimentación	Vida Útil	Funcionamiento	Calidad
SELECCIÓN	0,93	0,90	0,94	0,92	0,86	0,91	0,92	0,79	0,64	0,88	0,88	0,97	0,98	0,98	0,93	0,89	0,93	0,76
SYNMEC	0,01	0,02	0,04	0,02	0,09	0,04	0,02	0,16	0,12	0,10	0,06	0,02	0,00	0,01	0,05	0,06	0,02	0,14
BOLTPACK	0,06	0,08	0,02	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,24	0,03	0,06	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,10

Figura 9. Tabla de selección de maquinaria de empaçado

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Cuadro de análisis de costos e inversión de las maquinarias seleccionadas

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
	Selección granos TCSi s/ 356 164,5	Selección granos CIMBRIA s/ 426 541,00	Selección granos BUHLER s/ 380 456,00
	Empacado SYNMEC s/ 105 000,00	Empacado BOLTPACK s/ 130 840,00	Empacado BOLTPACK s/ 130 840,00
Valor actualizado neto (VAN)	S/ 3 316 058,28	S/ 3 275 847,47	S/ 3 295 107,32
Tasa Interna de Retorno (TIR)	84,93%	81,42%	83,06%
TMAR	21,20%	21,20%	21,20%
Relación B/C	1,33	1,32	1,32

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 19: Estandarización de tiempos del proceso

Estandarización de Tiempos del Proceso Actual

Para realizar la estandarización de los tiempos, estimó el tiempo estándar para los procesos manuales basándose en observaciones iniciales. Posteriormente, se utilizó una fórmula específica para determinar el número de observaciones necesarias, añadiendo después los tiempos adicionales y el factor de valoración Este análisis se efectuó durante el procesamiento de un saco de grano de menestra que pesa 25 kilogramos.

Recepción de Materia Prima

Tabla 40. Tiempo de observaciones de recepción

Observación	Tiempo (seg)
1	240
2	252
3	246
4	240
5	246
6	240
7	252

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la actividad de recepción

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	240	57 600
2	252	63 504
3	246	60 516
4	240	57 600
5	246	60 516
6	240	57 600
7	252	63 504
Total	1 716	420 840

Fuente: Elaboración propia

Por lo que las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{\sqrt{7 \times (420840) - (1716)^2}}{1716} \right)^2$$

$$n = 0,67$$

Estimación del tiempo promedio:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1716}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 245,14 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos

Tabla 42. Factores de valoración de recepción

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,11

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,06 + 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,11$

$$0,11 + 1 = 1,11$$

Tabla 43. Tolerancias aplicadas a recepción

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encurvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
		2 0
		5 1
		10 2
		12 3
		15 3
		17 3
		20 6
		22 7
		25 9
		27 11
		30 15

Peso Levantado (Kg)

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		59

		32	18
		35	22
	2.D. Falta de Iluminación		
	2.D.1 Ligeramente debajo		0
	2.D.2 Bajo		2
	2.D.3 Muy bajo		5
	2.E. Nivel de Ruido		
	2.E.1 Poco ruido		0
	2.E.2 Ruido Continuo		2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia		5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén		
	2.F.1 Favorable		0-2
	2.F.2 Regular		2-4
	2.F.3 Desfavorable		4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable		8-10

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el tiempo estándar, fue necesario considerar el tiempo suplementario, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la etapa de recepción de materia prima es de 432,65 seg

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,59) \times ((1 + 0,11) \times 245,14)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 432,65 \text{ seg}$$

Transportar a zona de pesaje:

Tabla 44. Tiempo de observaciones de transporte a selección

Observación	Tiempo (seg)
1	186
2	180
3	180
4	186
5	180
6	186
7	180

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados en la actividad transportar a zona de pesaje

Observación Preliminar	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	186	34 596
2	180	32 400
3	180	32 400
4	186	34 596
5	180	32 400
6	186	34 596
7	180	32 400
Total	1 278	233 388

Fuente: Elaboración propia

Las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{\sqrt[40]{7 \times (233388) - (1278)^2}}{1278} \right)^2$$

$$n = 0,42$$

Cálculo del tiempo promedio observado:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1278}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 182,57 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 46. Factores de valoración de transporte a zona de pesaje

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,08

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,03 + 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,08$

$0,08 + 1 = 1,08$

Tabla 47. Tolerancias aplicadas a la actividad transportar a zona de pesaje

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
	Peso Levantado (Kg)	2
		5
		10
		12
		15
		17
		20
		22
		25
		27
		30
	32	
	35	
	2	
	5	
	0	
	2	
	5	
	0	
	2	
	5	
	0-2	
	2-4	
	4-8	
	8-10	
	2.D. Falta de Iluminación	
	2.D.1 Ligeramente debajo	0
	2.D.2 Bajo	2
	2.D.3 Muy bajo	5
	2.E. Nivel de Ruido	
	2.E.1 Poco ruido	0
	2.E.2 Ruido Continuo	2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia	5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén	
	2.F.1 Favorable	0-2
	2.F.2 Regular	2-4
	2.F.3 Desfavorable	4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable	8-10

Fuente: Elaboración propia

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		53

Para calcular el tiempo estándar, fue importante considerar el tiempo adicional, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la actividad de transporte a pesaje es de 301,68 seg.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,53) \times ((1 + 0,08) \times 182,57)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 301,68 \text{ seg}$$

Depositar en tolva de recepción:

Tabla 48. Tiempo de observaciones en depositar los granos en tolva de recepción

Observación	Tiempo (seg)
1	180
2	174
3	180
4	168
5	186
6	180
7	180

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la actividad de depositar los granos en tolva

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	180	32 400
2	174	30 276
3	180	32 400
4	168	28 224
5	186	34 596
6	180	32 400
7	180	32 400
Total	1 248	222 696

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, las observaciones son:

$$n = \left(\frac{\sqrt{7 \times (222696) - (1248)^2}}{1248} \right)^2$$

$$n = 1,5$$

Estimación del tiempo promedio:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1248}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 178,29 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 50. Factores de valoración en depósito en tolvas de recepción

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,11

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,03 + 0,05 + 0,02 + 0,01 = 0,08$

$0,11 + 1 = 1,11$

Tabla 51. Tolerancias aplicadas en la actividad de depósito en tolvas de recepción

Tolerancias por Descanso		Hombre	%
1	Tolerancias Constantes		
	1.A. Tolerancias personales	5	
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4	
2	Tolerancias Variables		
	2.A. Tolerancia Estándar	4	
	2.B. Tolerancia por posición normal		
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0	
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2	
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6	
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular		
		2	0
		5	1
		10	2
		12	3
		15	3
		17	3
		20	6
		22	7
	Peso Levantado (Kg)		

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1

		25	9
		27	11
		30	15
		32	18
		35	22
	2.D. Falta de Iluminación		
	2.D.1 Ligeramente debajo		0
	2.D.2 Bajo		2
	2.D.3 Muy bajo		5
	2.E. Nivel de Ruido		
	2.E.1 Poco ruido		0
	2.E.2 Ruido Continuo		2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia		5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén		
	2.F.1 Favorable		0-2
	2.F.2 Regular		2-4
	2.F.3 Desfavorable		4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable		8-10

	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		55

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el tiempo estándar, fue importante considerar el tiempo adicional, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la actividad de depósito en la tolva es de 306,75 seg

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,55) \times ((1 + 0,11) \times 178,29)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 306,75 \text{ seg}$$

Selección de granos:

Tabla 52. Tiempo de observaciones de selección

Observación	Tiempo (seg)
1	282
2	288
3	288
4	282
5	270
6	282
7	276

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la etapa de selección

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
O1	282	79524
O2	288	82944
O3	288	82944
O4	282	79524
O5	270	72900
O6	282	79524
O7	276	76176
Total	1968	553536

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, las observaciones necesarias:

$$n = \left(\frac{\sqrt[40]{7 \times (553536) - (1968)^2}}{1968} \right)^2$$

$$n = 0,7$$

Cálculo del tiempo promedio observado:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1968}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 281,14 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 54. Factores de valoración en selección

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,08

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Factor de actuación: } 0,03 + 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,08$$

$$0,08 + 1 = 1,08$$

Tabla 55. Tolerancias aplicadas a selección

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
	Selección de Grano	2
		5
		10
		12
		15
		17
		20
		22
		25
		27
		30
	32	
	35	
	2.D. Falta de Iluminación	
	2.D.1 Ligeramente debajo	0
	2.D.2 Bajo	2
	2.D.3 Muy bajo	5
	2.E. Nivel de Ruido	
	2.E.1 Poco ruido	0
	2.E.2 Ruido Continuo	2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia	5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén	
	2.F.1 Favorable	0-2
	2.F.2 Regular	2-4
	2.F.3 Desfavorable	4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable	8-10

Fuente: Elaboración propia

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		66

Para calcular el tiempo estándar, fue importante considerar el tiempo adicional, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la actividad de selección es de 504,03 seg.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,66) \times ((1 + 0,08) \times 281,14)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 504,03 \text{ seg}$$

Empacado (transportar al área de almacén):**Tabla 56. Tiempo de observaciones de empacado**

Observación	Tiempo (seg)
1	180
2	186
3	180
4	186
5	192
6	180
7	186

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 57. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la etapa de empacado (traslado)**

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	180	32 400
2	186	34 596
3	180	32 400
4	186	34 596
5	192	36 864
6	180	32 400
7	186	34 596
Total	1 290	237 852

Fuente: Elaboración propia

Por lo que las observaciones necesarias:

$$n = \left(\frac{\sqrt[40]{7 \times (237852) - (1290)^2}}{1290} \right)^2$$

$$n = 0,8$$

Cálculo del tiempo promedio observado:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1290}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 184,29 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 58. Factores de valoración en empacado

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre

-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,14

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,06 + 0,05 + 0,02 + 0,01 = 0,14$

$0,14 + 1 = 1,14$

Tabla 59. Tolerancias aplicadas a empaqueo

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
		2 0
		5 1
		10 2
		12 3
		15 3
		17 3
		20 6
		22 7
		25 9
		27 11
		30 15
		32 18
		35 22
	Peso Levantado (Kg)	
	2.D. Falta de Iluminación	
	2.D.1 Ligeramente debajo	0
	2.D.2 Bajo	2
	2.D.3 Muy bajo	5
	2.E. Nivel de Ruido	
	2.E.1 Poco ruido	0
	2.E.2 Ruido Continuo	2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia	5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén	
	2.F.1 Favorable	0-2
	2.F.2 Regular	2-4
	2.F.3 Desfavorable	4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable	8-10

Fuente: Elaboración propia

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		51

Para calcular el tiempo estándar, fue importante considerar el tiempo adicional, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la actividad de empaçado (traslado) es de 317,24 seg.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,51) \times ((1 + 0,14) \times 184,29)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 317,24 \text{ seg}$$

Almacenamiento:

Tabla 60. Tiempo de observaciones de almacenamiento

Observación	Tiempo (seg)
1	120
2	126
3	126
4	132
5	126
6	132
7	162

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la etapa de almacenamiento

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	120	14 400
2	126	15 876
3	126	15 876
4	132	17 424
5	126	15 876
6	132	17 424
7	162	26 244
Total	924	123 120

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{\sqrt[40]{7 \times (123120) - (924)^2}}{924} \right)^2$$

$$n = 15$$

Cálculo del tiempo promedio observado:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{924}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 132 \text{ min}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 62. Factores de valoración en almacenamiento

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración				0,11	

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,06 + 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,11$

$0,11 + 1 = 1,11$

Tabla 63. Tolerancias aplicadas a almacenamiento

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encurvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
		2 0
		5 1
		10 2
		12 3
		15 3
		17 3
		20 6
		22 7
		25 9

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales		
	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0

		27	11
		30	15
		32	18
		35	22
	2.D. Falta de Iluminación		
	2.D.1 Ligeramente debajo		0
	2.D.2 Bajo		2
	2.D.3 Muy bajo		5
	2.E. Nivel de Ruido		
	2.E.1 Poco ruido		0
	2.E.2 Ruido Continuo		2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia		5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén		
	2.F.1 Favorable		0-2
	2.F.2 Regular		2-4
	2.F.3 Desfavorable		4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable		8-10

	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		56

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el tiempo estándar, fue importante considerar el tiempo adicional, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la actividad de almacenamiento es de 228,57 seg.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,56) \times ((1 + 0,11) \times 132)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 228,57 \text{ seg}$$

Tabla 65. Resumen de cálculo de tiempo estándar

Operación	Tiempo promedio (seg)	Factor de valoración	Suplementos	Tiempo estándar (seg)
Recepción	245,14	59%	11%	432,65
Transportar a zona de pesaje	182,57	53%	8%	301,68
Depositar en tolva de Recepción	178,29	55%	11%	306,75
Selección	281,14	66%	8%	504,03
Empacado (transportar)	184,29	51%	14%	317,24
Almacenamiento	132	56%	11%	228,57

Fuente: Elaboración propia

Nuevo Estandarización de Tiempos

Recepción de Materia Prima:

Tabla 66. Tiempo de observaciones de recepción

Observación	Tiempo (seg)
1	225
2	236
3	231
4	225
5	231
6	225
7	236

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la etapa de recepción

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	225	50 625
2	236	55 696
3	231	53 361
4	225	50 625
5	231	53 361
6	225	50 625
7	236	55 696
Total	1 609	369 989

Fuente: Elaboración propia

Las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{\sqrt[4]{7 \times (369989) - (1609)^2}}{1609} \right)^2$$

$$n = 0,64$$

Estimación del tiempo promedio:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1609}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 229,86 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 68. Factores de valoración de recepción

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable

-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,11

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,06 + 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,11$

$$0,11 + 1 = 1,11$$

Tabla 69. Tolerancias aplicadas a recepción

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
		2 0
		5 1
		10 2
		12 3
		15 3
		17 3
		20 6
		22 7
		25 9
		27 11
		30 15
		32 18
		35 22
	2.D. Falta de Iluminación	
	2.D.1 Ligeramente debajo	0
	2.D.2 Bajo	2
	2.D.3 Muy bajo	5
	2.E. Nivel de Ruido	
	2.E.1 Poco ruido	0
	2.E.2 Ruido Continuo	2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia	5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén	
	2.F.1 Favorable	0-2

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		59

	2.F.2 Regular	2-4
	2.F.3 Desfavorable	4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable	8-10

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el tiempo estándar, fue necesario considerar el tiempo suplementario, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la etapa de recepción de materia prima es de 405,68 seg.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,59) \times ((1 + 0,11) \times 229,86)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 405,68 \text{ seg}$$

Transportar a zona de pesaje:

Tabla 70. Tiempo de observaciones de transportar a zona pesaje

Observación	Tiempo (seg)
1	174
2	169
3	169
4	174
5	169
6	174
7	169

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados en la actividad transportar a zona de pesaje

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	174	30 407
2	169	28 561
3	169	28 477
4	174	30 407
5	169	28 477
6	174	30 407
7	169	28 477
Total	1 198	205 211

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{\sqrt[40]{7 \times (205211) - (1198)^2}}{1198} \right)^2$$

$$n = 1,4$$

Cálculo del tiempo promedio observado:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1198}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 171,14 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 72. Factores de valoración de transporte a zona de pesaje

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración			0,08		

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,03 + 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,08$

$$0,08 + 1 = 1,08$$

Tabla 73. Tolerancias aplicadas a la actividad transportar a zona de pesaje

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
		2 0
		5 1
		10 2
		12 3
		15 3
		17 3
	Peso Levantado (Kg)	

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5

		20	6
		22	7
		25	9
		27	11
		30	15
		32	18
		35	22
2.D. Falta de Iluminación			
	2.D.1 Ligeramente debajo		0
	2.D.2 Bajo		2
	2.D.3 Muy bajo		5
2.E. Nivel de Ruido			
	2.E.1 Poco ruido		0
	2.E.2 Ruido Continuo		2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia		5
2.F. Condiciones atmosféricas de almacén			
	2.F.1 Favorable		0-2
	2.F.2 Regular		2-4
	2.F.3 Desfavorable		4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable		8-10

Fuente: Elaboración propia

Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		53

Para calcular el tiempo estándar, fue importante considerar el tiempo adicional, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la actividad de transporte a pesaje es de 282,79 *seg*.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,53) \times ((1 + 0,08) \times 171,14)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 282,79 \text{ seg}$$

Depositar en tolva de recepción:

Tabla 74. Tiempo de observaciones en depositar los granos en tolva de recepción

Observación	Tiempo (seg)
1	169
2	163
3	169
4	158
5	174
6	169
7	169

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la actividad de depositar los granos en tolva

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	169	28 477
2	163	26 610
3	169	28 477
4	158	24 806
5	174	30 407
6	169	28 477
7	169	28 477
Total	1 170	195 729

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, las observaciones son:

$$n = \left(\frac{\sqrt[40]{7 \times (195729) - (1170)^2}}{1170} \right)^2$$

$$n = 1,4$$

Cálculo del tiempo promedio observado:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1170}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 167,14 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 76. Factores de valoración en depósito en tolvas de recepción

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,11

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,03 + 0,05 + 0,02 + 0,01 = 0,08$

$$0,11 + 1 = 1,11$$

Tabla 77. Tolerancias aplicadas en la actividad de depósito en tolvas de recepción

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
		2 0
		5 1
		10 2
		12 3
		15 3
		17 3
		20 6
		22 7
		25 9
		27 11
		30 15
		32 18
		35 22
	2.D. Falta de Iluminación	
	2.D.1 Ligeramente debajo	0
	2.D.2 Bajo	2
	2.D.3 Muy bajo	5
	2.E. Nivel de Ruido	
	2.E.1 Poco ruido	0
	2.E.2 Ruido Continuo	2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia	5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén	
	2.F.1 Favorable	0-2
	2.F.2 Regular	2-4
	2.F.3 Desfavorable	4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable	8-10

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		55

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el tiempo estándar, fue importante considerar el tiempo adicional, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la actividad de depósito en la tolva es de 287,56 seg

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,55) \times ((1 + 0,11) \times 167,14)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 287,56 \text{ seg}$$

Empacado (transportar al área de almacén):**Tabla 78. Tiempo de observaciones de empacado**

Observación	Tiempo (seg)
1	180
2	186
3	180
4	186
5	192
6	180
7	186

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 79. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la etapa de empacado**

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	169	28 477
2	174	30 407
3	169	28 477
4	174	30 407
5	180	32 400
6	169	28 477
7	174	30 407
Total	1 209	209 050

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, las observaciones son:

$$n = \left(\frac{\sqrt[40]{7 \times (209050) - (1209)^2}}{1209} \right)^2$$

$$n = 0,8$$

Cálculo del tiempo promedio observado:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{1209}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 172,71 \text{ seg}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 80. Factores de valoración en empacado

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		

0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,14

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,06 + 0,05 + 0,02 + 0,01 = 0,14$

$0,14 + 1 = 1,14$

Tabla 81. Tolerancias aplicadas a empaçado

Tolerancias por Descanso		Hombre %
1	Tolerancias Constantes	
	1.A. Tolerancias personales	5
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4
2	Tolerancias Variables	
	2.A. Tolerancia Estándar	4
	2.B. Tolerancia por posición normal	
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular	
		2 0
		5 1
		10 2
		12 3
		15 3
		17 3
		20 6
		22 7
		25 9
		27 11
		30 15
		32 18
		35 22
	2.D. Falta de Iluminación	
	2.D.1 Ligeramente debajo	0
	2.D.2 Bajo	2
	2.D.3 Muy bajo	5
	2.E. Nivel de Ruido	
	2.E.1 Poco ruido	0
	2.E.2 Ruido Continuo	2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia	5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén	
	2.F.1 Favorable	0-2
	2.F.2 Regular	2-4
	2.F.3 Desfavorable	4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable	8-10

Fuente: Elaboración propia

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		51

Para calcular el tiempo estándar, fue importante considerar el tiempo adicional, el factor de valoración y el tiempo promedio obtenido a partir de las observaciones. El tiempo estándar para la actividad de empacado (traslado) es de 297,30 seg.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,51) \times ((1 + 0,14) \times 172,71)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 297,30 \text{ seg}$$

Almacenamiento:

Tabla 82. Tiempo de observaciones de almacenamiento

Observación	Tiempo (seg)
1	120
2	126
3	126
4	132
5	126
6	132
7	162

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83. Cálculo de suma de valores y sus cuadrados de la etapa de almacenamiento

Observación	Tiempo (seg)	Tiempo (seg) ²
1	113	12 656
2	118	13 954
3	118	13 954
4	124	15 314
5	118	13 954
6	124	15 314
7	152	23 066
Total	866	108 211

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, las observaciones necesarias son:

$$n = \left(\frac{\sqrt[40]{7 \times (108211) - (866)^2}}{866} \right)^2$$

$$n = 16$$

Cálculo del tiempo promedio observado:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{866}{7}$$

$$\text{Tiempo promedio} = 123,71 \text{ min}$$

Factor de valoración y suplementos:

Tabla 84. Factores de valoración en almacenamiento

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Superior
0,13	A2	Superior	0,12	A2	Superior
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre	-0,17	F2	Pobre
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Ideales
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelentes
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buenas
0,00	D	Medias	0,00	D	Medias
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptables
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobres
Total Factor de Valoración					0,11

Fuente: Elaboración propia

Factor de actuación: $0,06 + 0,02 + 0,02 + 0,01 = 0,11$

$0,11 + 1 = 1,11$

Tabla 85. Tolerancias aplicadas a almacenamiento

Tolerancias por Descanso		Hombre	%
1	Tolerancias Constantes		
	1.A. Tolerancias personales	5	
	1.B. Tolerancias Básico por Fatiga	4	
2	Tolerancias Variables		
	2.A. Tolerancia Estándar	4	
	2.B. Tolerancia por posición normal		
	2.B.1 Ligeramente incómodo	0	
	2.B.2 Incómodo (encorvado)	2	
	2.B.3 Muy incómodo (acostado)	6	
	2.C. Empleo de fuerza o energía muscular		
		2	0
		5	1
		10	2
		12	3
		15	3
		17	3
		20	6
		22	7
		25	9
		27	11
		30	15

Peso Levantado (Kg)

2.G. Atención		
	2.G.1 Moderadamente	0
	2.G.2 Preciso	2
	2.G.3 Muy preciso	5
2.H. Interés		
	2.H.1 Poco	0
	2.H.2 Moderado	2
	2.G.3 Demasiado	5
2.I. Esfuerzo Mental		
	2.I.1 Moderadamente	0
	2.I.2 Requiere atención	2
	2.I.3 Muy complejo	5
Tolerancias de Contingencia		
Tolerancias Especiales	Por pausas Activas	1
	Limpieza de fajas	0
	Limpieza del ambiente	1
Total de Tolerancias %		56

		32	18
		35	22
	2.D. Falta de Iluminación		
	2.D.1 Ligeramente debajo		0
	2.D.2 Bajo		2
	2.D.3 Muy bajo		5
	2.E. Nivel de Ruido		
	2.E.1 Poco ruido		0
	2.E.2 Ruido Continuo		2
	2.E.3 Ruido de alta frecuencia		5
	2.F. Condiciones atmosféricas de almacén		
	2.F.1 Favorable		0-2
	2.F.2 Regular		2-4
	2.F.3 Desfavorable		4-8
	2.F.4 Muy Desfavorable		8-10

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el tiempo estándar, se debió tener en cuenta el tiempo suplementario, el factor de valoración y el tiempo promedio calculado con las observaciones. El tiempo estándar de la etapa de selección es de 214,22 seg.

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + \text{suplemento}) \times ((1 + \text{valoración}) \times \text{Tiempo promedio})$$

$$\text{Tiempo estándar} = (1 + 0,56) \times ((1 + 0,11) \times 123,71)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 214,22 \text{ seg}$$

Tabla 86. Resumen de cálculo de tiempo estándar

Operación	Tiempo promedio (seg)	Factor de valoración	Suplementos	Tiempo estándar (seg)
Recepción	229,86	59%	11%	405,68
Transportar a zona de pesaje	171,14	53%	8%	282,79
Depositar en tolva de Recepción	167,14	55%	11%	287,56
Empacado (transportar)	172,71	51%	14%	297,30
Almacenamiento	123,71	56%	11%	214,22

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Balance de Línea del Proceso Actual vs Proceso con Proyecto

Balance de línea de Proceso Actual:

Recepción

El ritmo de operación de la etapa de recepción de materia prima $TE_{Recepción}$ se estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Recepción}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{432,65 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 208,02 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Transportar a zona de pesaje

La actividad de transporte a zona de pesaje de materia prima $TE_{transporte pesaje}$ se estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Recepción}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{301,68 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 298,33 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Depositar en tolva de recepción

La actividad de depositar en tolva de recepción $TE_{depositar tolva}$ se estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Recepción}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{306,75 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 293,4 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Empacado

El ritmo de operación de la etapa de empacado de los granos de menestra $TE_{Empacado}$ estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Empacado}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{348,75 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 258,06 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Almacenamiento

El ritmo de operación de la etapa de almacenamiento de los granos de menestra $TE_{Almacenado}$ se estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Empacado}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{228,57 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 393,75 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Tabla 87. Resumen de ritmo de operaciones

Operación	Tiempo estándar (seg)	Ritmo de operación por operario (kg/h.op)
Recepción	432,65	208,02
Transporte a pesaje	301,68	298,33
Depositar en tolva	306,75	293,4
Selección	504,03	178,56
Empacado	348,75	258,06
Almacenamiento	228,75	393,75

Fuente: Elaboración propia

Balance de línea del Proceso con Proyecto:

Se llevó a cabo un nuevo balance de línea, en el cual se establecieron los nuevos ritmos de operación del operario. Se estableció los ritmos de operación del operario con el fin de determinar el avance promedio en las distintas estaciones de trabajo.

Recepción

El ritmo de operación de la etapa de recepción de materia prima $TE_{Recepción}$ estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Recepción}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{405,68 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 221,85 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Transportar a zona de pesaje

En la actividad de transporte a zona de pesaje de materia prima $TE_{transporte pesaje}$ estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Recepción}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{282,79 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 318,26 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Depositar en tolva de recepción

El ritmo de operación de la actividad de depositar en tolva de recepción $TE_{depositar tolva}$ estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Recepción}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{287,56 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 312,98 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Empacado

El ritmo de operación de la etapa de empacado de los granos de menestra $TE_{Empacado}$ estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Empacado}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{324,84 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 277,06 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Almacenamiento

El ritmo de operación de la etapa de almacenamiento de los granos de menestra $TE_{Almacenado}$ se estimó dividiendo lo 25 kg que compara el peso de cada producto terminado con el tiempo estándar previamente determinado.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{TE_{Empacado}} \\ \text{Ritmo operación} &= \frac{25 \text{ kg}}{214,22 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}}} \\ \text{Ritmo operación} &= 420,13 \text{ kg/hora} \end{aligned}$$

Tabla 88. Resumen de ritmo de operaciones

Operación	Tiempo estándar (seg)	Ritmo de operación por operario (kg/h.op)
Recepción	405,68	221,85
Transporte a pesaje	282,79	318,26
Depositar en tolva	287,56	312,98
Empacado	324,84	277,06
Almacenamiento	214,22	420,13

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo 21: Simulación del Proceso Actual vs Proceso con Proyecto

Simulación de proceso actual en el software ProModel

- StatFit Recepción

autofit of distributions

distribution	rank	acceptance
Normal(15.1, 0.158)	100	do not reject
Lognormal(-453, 6.15, 0.000338)	100	do not reject
Uniform(14.7, 15.3)	0.416	reject

Figura 10. StatFit Recepción Diagnóstico

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Análisis

autofit of distributions

distribution	rank	acceptance
Lognormal(6.79, 0.201, 0.114)	100	do not reject
Normal(8.02, 0.14)	64.3	do not reject
Uniform(7.8, 8.3)	7.92	do not reject
Exponential(7.8, 0.219)	0.176	reject

Figura 11. StatFit Análisis Diagnóstico

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Clasificación

autofit of distributions

distribution	rank	acceptance
Normal(16.9, 0.241)	100	do not reject
Lognormal(12.1, 1.58, 0.0496)	95.7	do not reject
Uniform(16.5, 17.4)	50	do not reject
Exponential(16.5, 0.429)	0.236	reject

Figura 12: StatFit Clasificación Diagnóstico

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Selección

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Normal(11.7, 0.111)	99.6	do not reject
Lognormal(10.8, -0.0965, 0.121)	96.1	do not reject
Uniform(11.5, 11.9)	1.66	reject
Exponential(11.5, 0.176)	0.356	reject

Figura 13. StatFit Selección Diagnóstico

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Empacado

distribution	rank	acceptance
Normal(6.14, 0.095)	53.1	do not reject
Lognormal(-286, 5.68, 0.000326)	53.1	do not reject
Uniform(6, 6.3)	19.7	do not reject

Figura 14. StatFit Empacado Diagnóstico

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Almacenado

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal(1.81, -1.13, 0.528)	100	do not reject
Exponential(1.9, 0.286)	2.22	reject
Normal(2.19, 0.223)	1.29	reject
Uniform(1.9, 2.7)	0	reject

Figura 15. StatFit Almacenado Diagnóstico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89. Resumen de StatFit del proceso actual

Proceso	StatFit
Recepción	N (15.1,0.158)
Análisis	L (6.79, 0.201, 0.114)
Clasificación	N (16.9, 0.241)
Selección	N (11.7, 0.111)
Empacado	N (6.14, 0.095)
Almacenado	L (1.81, -1.13, 0.528)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 16. Simulación de Proceso de Menestra

Fuente: Elaboración Propia

Localización Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
Recepción	668.00	40.00	52.00	28,470.30	35.86	40.00	40.00	89.66	
Análisis	665.00	1.00	501.00	75.77	0.95	1.00	1.00	95.14	
Clasificación	585.62	1.00	493.00	64.52	0.91	1.00	1.00	90.52	
Selección	437.00	1.00	440.00	44.29	0.74	1.00	0.00	74.32	
Empacado	407.00	1.00	434.00	34.81	0.62	1.00	1.00	61.87	
Almacenado	207.02	1.00	411.00	1.77	0.06	1.00	0.00	5.85	
Llegada de frijol	683.00	999,999.00	55.00	2,125.11	2.85	3.00	3.00	80.75	
transporte a análisis	668.00	999,999.00	504.00	245.28	2.99	3.00	3.00	78.36	
Transporte a clasificación	665.00	999,999.00	497.00	263.69	3.28	4.00	4.00	76.00	
Transporte a selección	207.00	999,999.00	440.00	1.91	0.07	2.00	0.00	1.71	
Transporte a empacado	207.00	999,999.00	434.00	1.53	0.05	2.00	0.00	0.79	

Figura 17. Resumen Simulación de Proceso de Menestra

Fuente: Elaboración Propia

Simulación de proceso aplicando el software ProModel

- StatFit Recepción

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal(815, 3.51, 0.208)	100	do not reject
Normal(849, 7.03)	82.3	do not reject
Uniform(838, 861)	22	do not reject
Exponential(838, 10.5)	2.52	do not reject

Figura 18. Statfit Recepción Propuesta

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Análisis

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal(349, 4.62, 0.075)	100	do not reject
Normal(451, 7.61)	75.5	do not reject
Uniform(439, 461)	10.1	do not reject
Exponential(439, 12)	2.44	do not reject

Figura 19. Statfit Análisis Propuesta

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Clasificación

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal(174, 6.66, 0.0136)	99.9	do not reject
Normal(951, 10.6)	99	do not reject
Uniform(934, 968)	34.4	do not reject

Figura 20: Statfit Clasificación Propuesta

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Selección

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Normal(654, 5.81)	100	do not reject
Lognormal(580, 4.31, 0.0782)	77.9	do not reject
Uniform(646, 664)	7.88	do not reject
Exponential(646, 7.87)	3.84	reject

Figura 21. Statfit Selección Propuesta

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Empacado

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Normal(342, 5.01)	100	do not reject
Lognormal(-1.59e+003, 7.57, 0.0026)	98.3	do not reject
Uniform(332, 350)	8.66	reject

Figura 22. Statfit Empacado Propuesta

Fuente: Elaboración Propia

- StatFit Almacenado

autofit of distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal(110, 2.26, 0.827)	91.2	do not reject
Exponential(113, 11.3)	32.5	do not reject
Normal(124, 12)	3.24	reject
Uniform(113, 152)	0	reject

Figura 23. Statfit Almacenado Propuesta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90. Resumen de StatFit del proceso simulado

Proceso	StatFit
Recepción	L (815, 3.51, 0.208)
Análisis	L (349, 4.62, 0.075)
Clasificación	L (174, 6.66, 0.0136)
Selección	N (654, 5.81)
Empacado	N (342, 5.01)
Almacenado	L (110, 2.26, 0.827)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 24. Resultados de la simulación propuesta

Fuente: Elaboración Propia

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
Recepción	142.39	40.00	44.00	5,026.92	25.89	40.00	40.00	64.72	
Análisis	96.01	1.00	157.00	32.92	0.90	1.00	1.00	89.71	
Clasificación	82.00	1.00	155.00	22.18	0.70	1.00	0.00	69.87	
Selección	96.00	1.00	143.00	30.61	0.76	1.00	0.00	76.00	
Empacado	54.00	1.00	138.00	6.93	0.30	1.00	0.00	29.50	
Almacenado	54.00	1.00	135.00	2.27	0.09	1.00	0.00	9.46	
Llegada de frijol	138.39	999,999.00	47.00	442.83	2.51	3.00	3.00	70.96	
transporte a análisis	142.39	999,999.00	160.00	159.60	2.99	3.00	3.00	78.21	
Transporte a clasificación	68.00	999,999.00	155.00	41.57	1.58	4.00	0.00	36.54	
Transporte a selección	68.00	999,999.00	143.00	46.06	1.61	3.00	0.00	40.71	
Transporte a empacado	54.00	999,999.00	138.00	1.57	0.07	1.00	0.00	0.99	

Figura 25. Resultados de la simulación propuesta

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 22: Nuevo Estudio de Tiempos

LOTE 1

Tabla 91. Registro de tiempos (segundos) para cada actividad del proceso

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	225,0	236,3	230,6	225,0	230,6	225,0	236,3
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	174,4	168,8	168,8	174,4	168,8	174,4	168,8
	A3	Pesar los granos	Máquina	112,5	118,1	112,5	112,5	106,9	118,1	112,5
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	168,8	163,1	168,8	157,5	174,4	168,8	168,8
	A5	Transportar a zona de análisis	Máquina	163,1	168,8	168,8	168,8	163,1	174,4	168,8
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	219,4	225,0	225,0	230,6	225,0	225,0	219,4
	A7	Transportar a zona de selección	Máquina	230,6	219,4	225,0	230,6	236,3	225,0	219,4
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	225,0	219,4	213,8	225,0	219,4	225,0	213,8
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	281,3	286,9	281,3	286,9	275,6	275,6	281,3
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	236,3	225,0	225,0	230,6	236,3	219,4	213,8
	A11	Transporte al área de selección	Máquina	225,0	219,4	225,0	213,8	230,6	225,0	225,0
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	225,0	219,4	219,4	213,8	225,0	230,6	225,0
	A13	Selección de Granos	Máquina	264,4	270,0	270,0	264,4	253,1	264,4	258,8
	A14	Transporte a zona de empacado	Máquina	168,8	174,4	168,8	168,8	168,8	163,1	174,4
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Máquina	174,4	168,8	174,4	168,8	168,8	163,1	168,8
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	168,8	174,4	168,8	174,4	180,0	168,8	174,4
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	112,5	118,1	118,1	123,8	118,1	123,8	151,9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Recepción

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Recepción	A1	Recepcionar materia prima	Hombre	225	236	231	225	231	225	236	229,82	849,38
	A2	Transportar a zona de pesaje	Hombre	174	169	169	174	169	174	169	171,16	
	A3	Pesar los granos	Máquina	113	118	113	113	107	118	113	113,30	
	A4	Depositar en tolva de recepción	Hombre	169	163	169	158	174	169	169	167,14	
	A5	Transportar a zona de análisis (elevador)	Máquina	163	169	169	169	163	174	169	167,95	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 93. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Análisis

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Análisis	A6	Limpiezas materiales livianos	Máquina	219,375	225	225	230,625	225	225	219,375	224,20	450,80
	A7	Transportar a zona de selección (elevador)	Máquina	230,625	219,375	225	230,625	236,25	225	219,375	226,61	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 94. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Clasificación

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Clasificación	A8	Mesa gravimétrica	Máquina	225	219,375	213,75	225	219,375	225	213,75	220,18	951,43
	A9	Separación de tipos de granos	Máquina	281,25	286,875	281,25	286,875	275,625	275,625	281,25	281,25	
	A10	Clasificar tamaño y peso	Máquina	236,25	225	225	230,625	236,25	219,375	213,75	226,61	
	A11	Transporte al área de selección (elevador)	Máquina	225	219,375	225	213,75	230,625	225	225	223,39	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 95. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Selección

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Selección	A12	Bandas transportadoras	Máquina	225	219,375	219,375	213,75	225	230,625	225	222,59	655,71
	A13	Selección de Granos	Hombre	264,375	270	270	264,375	253,125	264,375	258,75	263,57	
	A14	Transporte a zona de empacado	Máquina	168,75	174,375	168,75	168,75	168,75	163,125	174,375	169,55	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 96. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Empacado

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Empacado	A15	Llenado de los granos a saquetas/bolsas	Hombre	174,375	168,75	174,375	168,75	168,75	163,125	168,75	169,55	365,14
	A16	Transportar al área de almacén	Hombre	168,75	174,375	168,75	174,375	180	168,75	174,375	172,77	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 97. Registro de tiempos (segundos) por lote en el proceso de Almacenado

Proceso	Código	Actividades	Recurso	1	2	3	4	5	6	7	Promedio	Tiempo
Almacenado	A17	Almacenado	Hombre	112,5	118,125	118,125	123,75	118,125	123,75	151,875	123,75	123,75

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 23: Resumen Movimientos Innecesarios

Diagramas Bimanuales Propuesta

- **Transportar a zona de pesaje**

DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTA			
Diagrama Núm. 1			
Operación: Proceso de Recepción	DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO PROCESO DE RECEPCIÓN (Transportar a zona de pesaje)		
Lugar: Recepción			
Método: Actual / Propuesto			
Operario (s): Jorge Sánchez Valverde			
Compuesto por: Fecha: 17/05/2024			
Aprobado por:			
Mano Izquierda	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	Mano Derecha
Cargar en contenedores	○	○	Cargar en contenedores
Evaluar producto	D	D	Evaluar producto
Sujetar tabla de registros	D	D	Sujetar tabla de registros
Transporte a balanzas	⇨	⇨	Transporte a balanzas
RESUMEN			
METODO	MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA
OPERACIÓN	1		1
TRANSPORTE	1		1
ESPERA	2		2
SOSTÉN	0		0
TOTALES	4		4

Fuente: Elaboración Propia

- **Depositar en Tolva de Recepción**

DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTA			
Diagrama Núm. 2			
Operación: Proceso de Recepción		DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO PROCESO DE RECEPCIÓN (Depositar en Tolva de Recepción)	
Lugar: Recepción			
Método: Actual / Propuesto			
Operario (s) : Pablo Soto Martínez			
Compuesto por: Fecha: 17/05/2024			
Aprobado por:			
Descripción Mano Izquierda	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	Descripción Mano Derecha
Evaluar producto	D	D	Evaluar producto
Manipular tolva	○	○	Manipular tolva
Ajustar compuerta de la tolva	○	○	Ajustar compuerta de la tolva
RESUMEN			
METODO	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA	
OPERACIÓN	2	2	
TRANSPORTE	0	0	
ESPERA	1	1	
SOSTÉN	0	0	
TOTALES	3	3	

Fuente: Elaboración Propia

- Selección de Granos

DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTA			
Diagrama Núm. 3		DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO PROCESO DE SELECCIÓN (Selección de granos)	
Operación: Proceso de Selección			
Lugar: Área de Selección			
Método: Actual / Propuesto			
Operario (s) : Raúl Tesén Santamaría			
Compuesto por: Fecha: 17/05/2024			
Aprobado por:			
Descripción Mano Izquierda	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	Descripción Mano Derecha
Manipular granos detectando defectos visibles	○	○	Manipular granos detectando defectos visibles
Tomas registro cantidad de granos	▽ →	▽ →	Tomas registro cantidad de granos
Transferir los granos seleccionados	→	→	Transferir los granos seleccionados
RESUMEN			
METODO	MANO IZQUIERDA	MANO DERECHA	
OPERACIÓN	1	1	
TRANSPORTE	1	1	
ESPERA	0	0	
SOSTÉN	1	1	
TOTALES	3	3	

Fuente: Elaboración Propia

- **Llenado de los granos a saquetas/bolsas**

DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTA			
Diagrama núm. 4			
Dibujo y Pieza:		DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO PROCESO DE EMPACADO (Llenado de los granos a saquetas/bolsas)	
Operación: Proceso de Empacado			
Lugar: Área de Empacado			
Método: Actual / Propuesto			
Operario (s) : Juan Medina Mendoza			
Compuesto por: Fecha: 17/05/2024			
Aprobado por:			
Descripción Mano Izquierda	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	Descripción Mano Derecha
Preparar las saquetas o bolsas	○	○	Preparar las saquetas o bolsas
Traslado a balanza	⇨	⇨	Traslado a balanza
Usar una balanza para pesar	D	D	Usar una balanza para pesar
Tomar una saqueta	▽	○	Coger y depositarla en la saqueta
Evaluar el Peso	D	D	Evaluar el Peso
Utilizar una máquina selladora	○	○	Utilizar una máquina selladora
Sellado de Saquetas	○	○	Sellado de Saquetas
RESUMEN			
METODO	MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA
OPERACIÓN	3		3
TRANSPORTE	1		1
ESPERA	2		2
SOSTÉN	1		0
TOTALES	7		6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 98. Movimientos Innecesarios del Proceso Actual

Movimientos Improductivos	Porcentaje %	Promedio %
Transportar a zona de pesaje	70 %	
Depositar en Tolva de Recepción	60 %	55,42 %
Selección de granos	41,67 %	
Llenado de los granos a saquetas/bolsas	50 %	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99. Movimientos Innecesarios del Proceso con Proyecto

Movimientos Improductivos	Porcentaje %	Promedio %
Transportar a zona de pesaje	60 %	
Depositar en Tolva de Recepción	20 %	35,46 %
Selección de granos	33,33 %	
Llenado de los granos a saquetas/bolsas	28,57 %	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Nueva distribución de Planta - Layout

- Describir el plan de distribución de planta. Áreas. Método de Guerchet.

Tabla 100. Área de Recepción

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Báscula de piso	1	1	0,3	0,4	0,8	0,12	0,12	0,192	0,432
Pallets	8	3	1,2	0,8	0,8	7,68			7,68
Montacarga manual	1	1	2	1,5	0,8	3			3
Estibas metálicas	3	1	2.85	6.6	0.8	56,43			56,43
TOTAL						67,23	0,12	0,198	67,542

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101. Área de Producción

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Máquina pre-limpieza	1	2	2,5	2,9	0,8	7,25	14,5	16,3125	38,0625
Elevador	2	2	4,3	1,3	0,8	11,18	22,36	25,155	58,695
Mesa Gravimétrica	2	4	1,2	0,5	0,8	1,2	4,8	4,5	10,5
Banda transportadora	3	2	7,8	0,5	0,8	11,7	23,4	26,325	61,425
Máquina Óptica Selectora	1	1	2,1	1,54	0,8	3,234	3,234	4,851	11,319
Mesa de aluminio	3	1	0,9	0,9	0,8	2,43	2,43	3,645	8,505
TOTAL						36,994	70,724	80,7885	188,5065

Fuente: Elaboración propia

Tabla 102. Área de Almacén de producto terminado

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Estantes	15	1	1,5	0,5	0,8	11,25			11,25
Pallets	12	3	1,2	0,8	0,8	11,52			11,52
Montacarga manual	2	1	2	1,5	0,8	6			6
Transpaletas	1	1	1	1.07	0,8	1,07			1,07
TOTAL						29,84			29,84

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103. Área de SSHH para hombres-operarios

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Lavamanos	4	1	0,6	0,5	1,0	1,2			1,2
Urinario	4	1	0,35	0,3	1,0	0,42			0,42
Inodoro	4	1	0,8	0,6	1,0	1,92			1,92
Basurero	5	1	0,15	0,12	1,4	0,09			0,09
TOTAL						3,63			3,63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104. Área de SSHH para mujeres-operarios

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Lavamanos	4	1	0,6	0,5	1,0	1,2			1,2
Inodoro	4	1	0,8	0,6	1,2	1,92			1,92
Basurero	5	1	0,15	0,12	1,4	0,09			0,09
TOTAL						3,21			3,21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 105. Área de Vestuario

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Lockers	16	1	0,5	0,5	0,8	4			4
Banqueta	2	1	2	0,6	0,8	2,4			2,4
TOTAL						6,4			6,4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106. Oficinas administrativas

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Silla	4	1	0,6	0,7	0,8	1,68			1,68
Escritorio	4	1	1,7	0,8	0,8	5,44			5,44
Estante	4	1	1	0,5	0,7	2			2
Sillón	4	1	1,8	0,8	0,8	5,76			5,76
TOTAL						14,88			14,88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 107. Área de Empacado

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Mesa de Empacado	3	4	0,9	0,9	0,9	2,43			2,43
Máquina de Empacado	1	1	2,4	1,8	0,7	4,32	4,32	5,94	14,58
Sillas	6	3	0,6	0,6	0,8	2,16			2,16
Báscula de piso	2	1	0,3	0,4	0,8	0,24	0,24	0,396	0,876
TOTAL						9,15	4,56	6,336	20,046

Fuente: Elaboración propia

Tabla 108. Sala de Espera

Espacio	Cantidad	Lados (N)	Largo (m)	Ancho (m)	K	Ss	Sg	Se	St
Silla	10	1	0,6	0,7	0,8	4,2			4,2
Escritorio	1	1	1,7	0,8	0,8	1,36			1,36
TOTAL						5,56			5,56

Tabla 109. Justificación de Factores aplicado en Ss

Área / Local	Ss (m ²)	Factor aplicado	Área recomendada (m ²)	Justificación técnica
Almacén de Producto Terminado	29,84	×4.18	124,60	El Ss refleja solo estantes y pallets. Para circulación segura con montacargas/transpaletas, se requieren pasillos de 2,5–3,0 m. Según <i>Tompkins – Facilities Planning</i> , se recomienda entre 3–4 veces el área de estantería. Se adopta ×4,18 como valor realista y preventivo para ampliación futura.
SSHH – Hombres	3,63	×4.0	14,52	El Ss solo mide inodoros, lavamanos, urinarios. El RNE (Norma A.070) exige 0,90–1,20 m de frente libre por aparato y pasillos ≥1,20 m. Por eso se multiplica ×4,0, garantizando cabinas y circulación accesible.
SSHH – Mujeres	3,21	×4.0	12,84	El Ss solo mide inodoros, lavamanos, urinarios. El RNE (Norma A.070) exige 0,90–1,20 m de frente libre por aparato y pasillos ≥1,20 m. Por eso se multiplica ×4,0, garantizando cabinas y circulación accesible.
Vestuario	6,40	×4,28	27,36	El Ss mide lockers y bancas. Para uso simultáneo y apertura de puertas se necesita espacio adicional. Según la OIT y OSHA, se recomienda ≥2 m ² por trabajador en vestuarios. El factor ×4,28 asegura ergonomía y circulación.
Oficina Administrativa	14,88	×3.36	50,00	El Ss solo mide muebles. Oficinas requieren espacio de circulación, archivo y reuniones. Normas de ergonomía sugieren 6–8 m ² por puesto de trabajo + área común. Se adopta 50 m ² como valor adecuado para 6–8 personas.
Sala de Espera	5,56	×3.75	20,84	El Ss corresponde a sillas y mesa. Una sala de espera requiere espacio libre frente a asientos, recepción y circulación. Se aplican criterios de ergonomía (1,5–2

m² por persona). Con 20,84 m² se garantiza capacidad para 12–14 personas.

El Ss mide mesas, sillas y máquinas. Según buenas prácticas de layout (LEAN + ergonomía), se requiere mayor espacio para maniobra de operarios, pallets y acumulación temporal

Empacado 20,046 ×3.25 65,15

Fuente: Elaboración propia

1	Área de producción	188,507 m ²
2	Área de Recepción	67,542 m ²
3	SSHH	27,36 m ²
4	Almacén de producto terminado	124,60 m ²
5	Vestuarios	27,36 m ²
6	Oficinas Administrativas	50,0 m ²
7	Área de Empacado	65,15 m ²
8	Sala de Espera	20,84 m ²
TOTAL		571,359 m²

Figura 26. Clasificación según la relación de actividades

Fuente: Elaboración propia

- Método SLP para la distribución de áreas:






Calificación cercana	Relación	Color	Valor
A	Absolutamente necesario		4
E	Especialmente importante		3
I	Importante		2
O	Ordinaria o normal		1
U	No importante		0
X	Indeseable		-1

Figura 27. Clasificación según la relación de actividades

Fuente: Elaboración propia

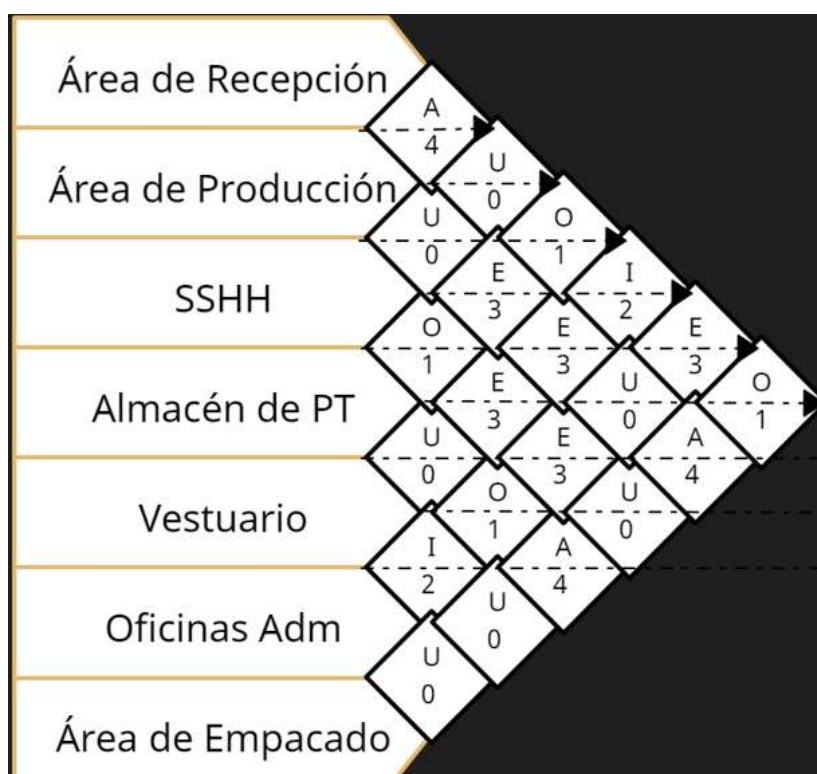
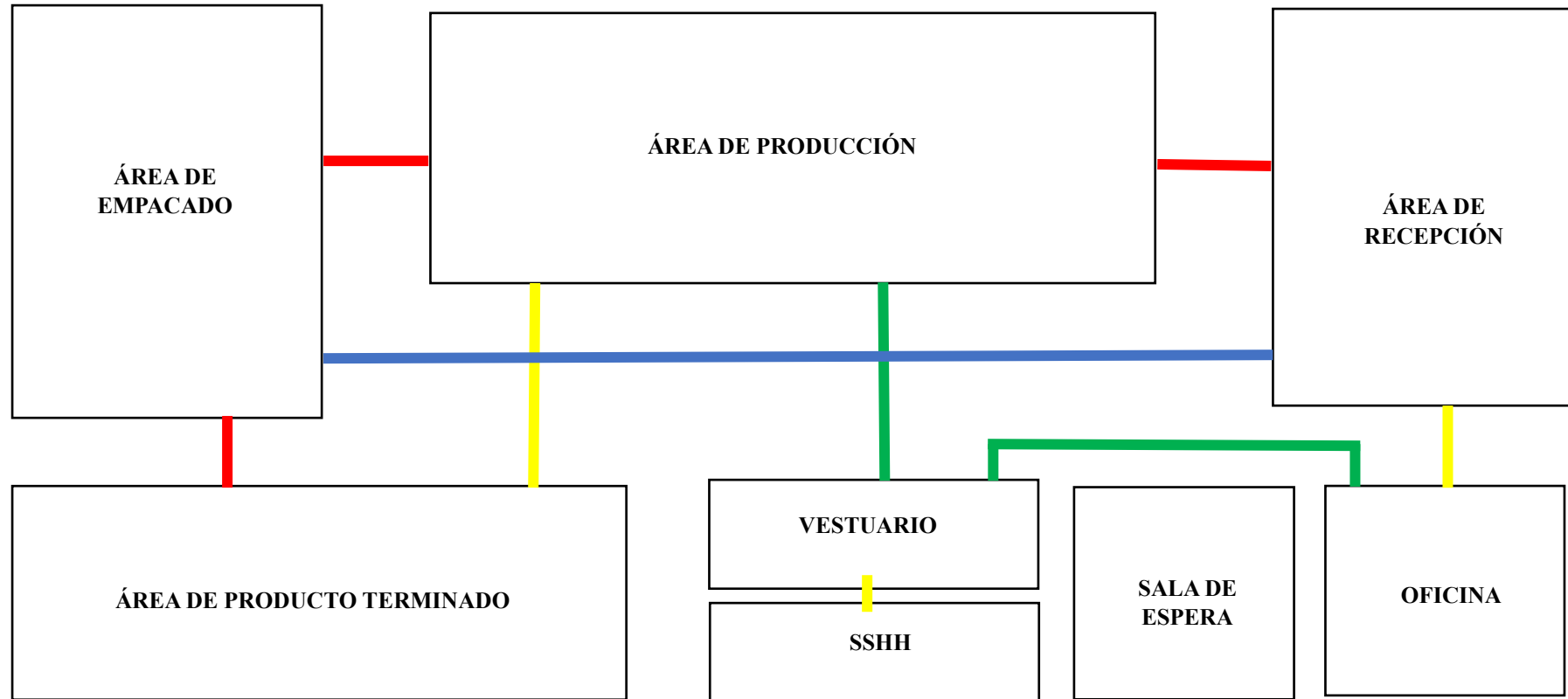
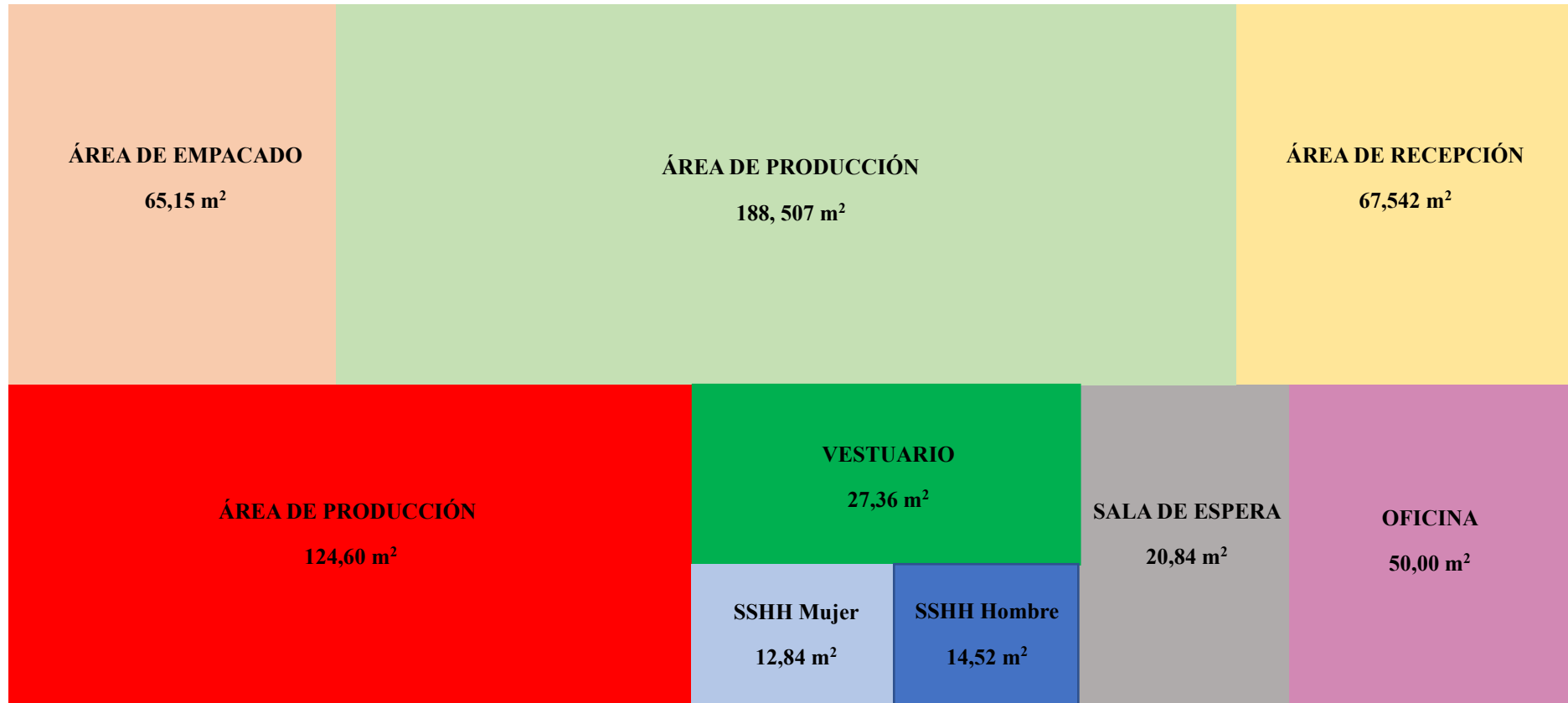


Figura 28. Matriz Triangular de Actividades

Fuente: Elaboración Propia

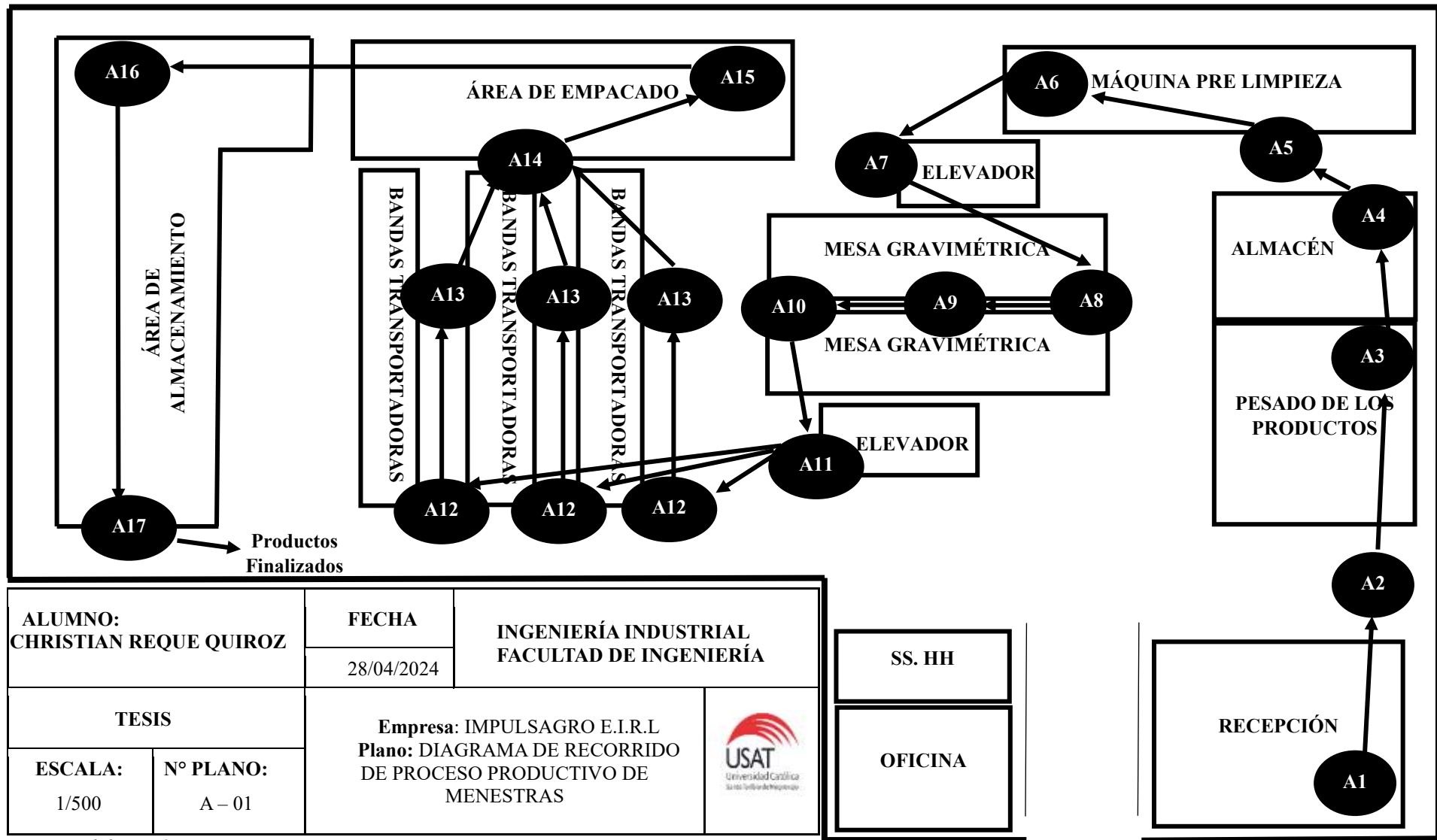
Anexo 25: Diagrama Relacional de Actividades

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 26: Diagrama de bloques de Distribución

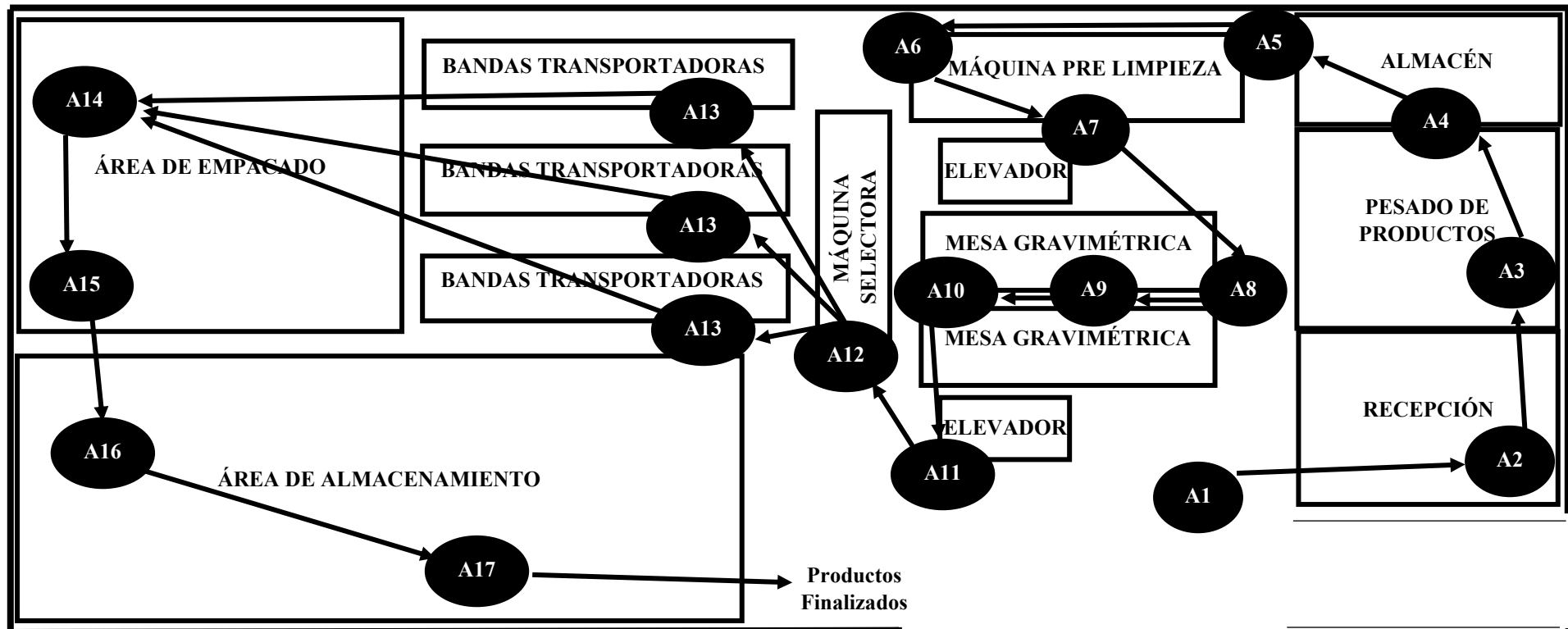
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 27: Actual Diagrama de Recorrido



Fuente: Elaboración propia

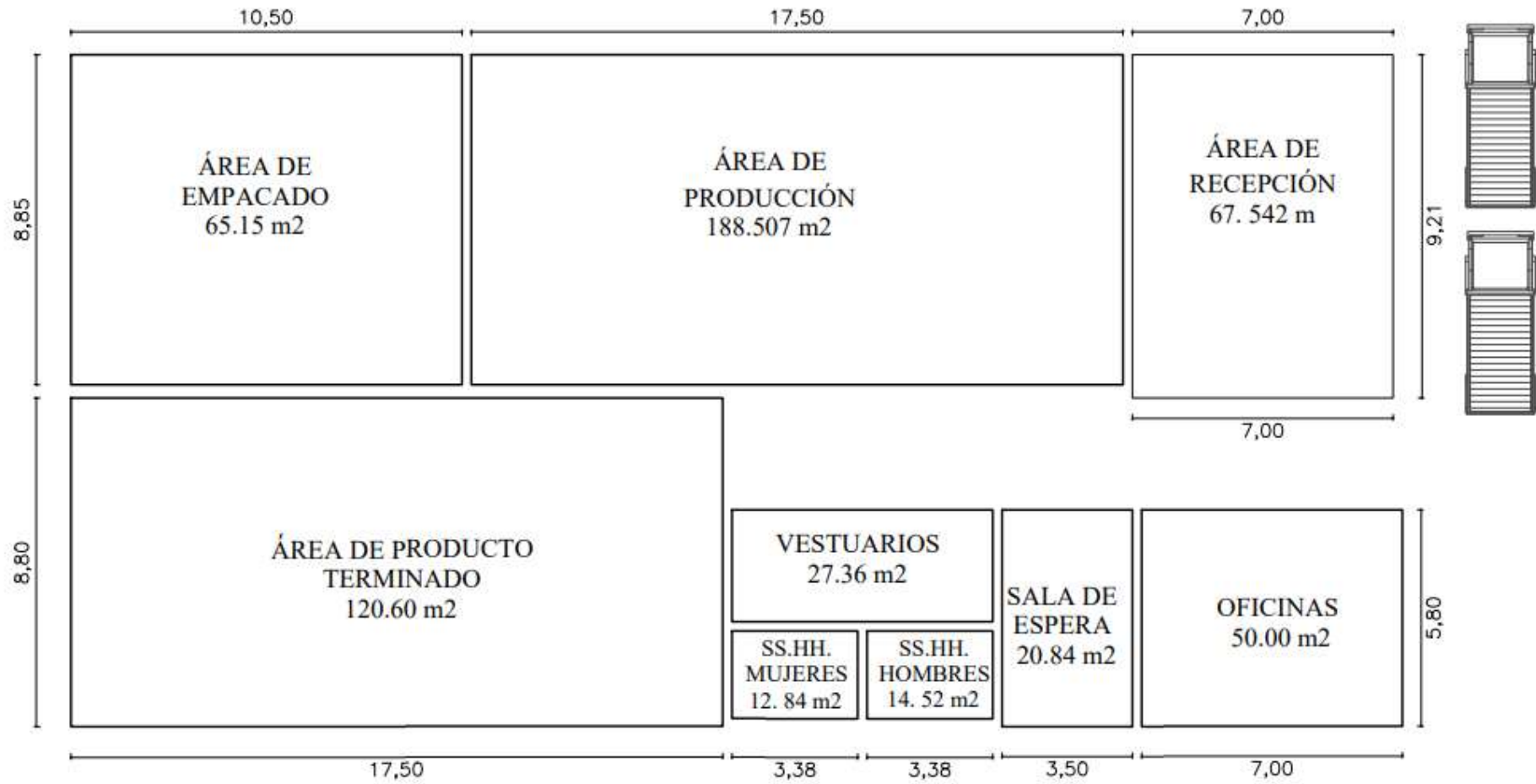
Anexo 28: Nuevo Diagrama de Recorrido



ALUMNO: CHRISTIAN REQUE QUIROZ		FECHA 28/04/2024	INGENIERÍA INDUSTRIAL FACULTAD DE INGENIERÍA		VESTUARIO	SALA DE ESPERA	OFICINA
TESIS		Empresa: IMPULSAGRO E.I.R.L Plano: DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PROCESO PRODUCTIVO DE MENESTRAS		SS. HH			
ESCALA: 1/500	Nº PLANO: A - 01						

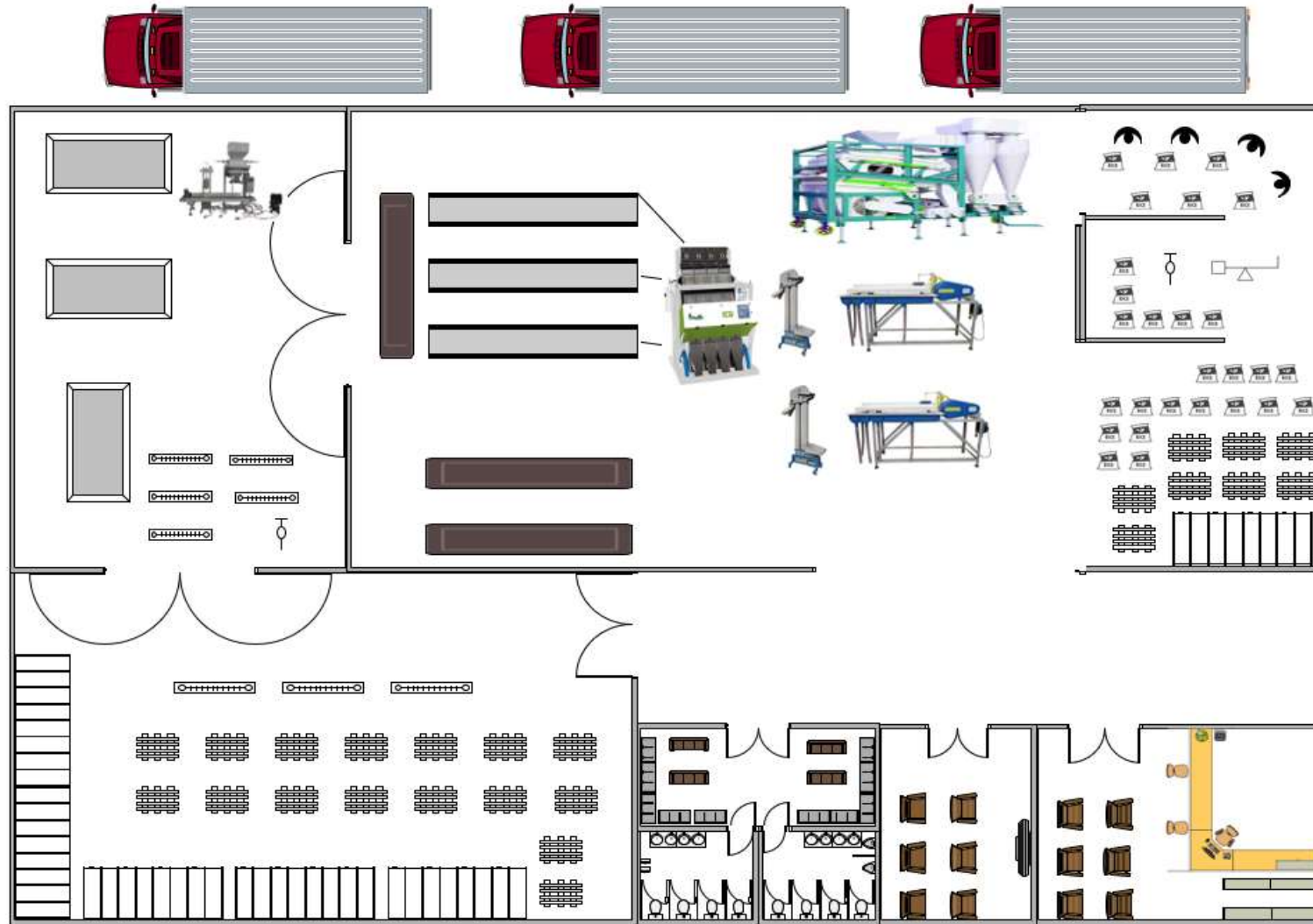
Fuente: Elaboración propia

Anexo 29: Nuevo Plano de Layout de la Planta



Fuente: Elaboración propia

Anexo 30: Nuevo Layout de la Planta



Fuente: Elaboración propia

Anexo 31: Registro de Capacitaciones

Tabla 110. Listado de Competencias y Brechas detectadas

Competencia	Nivel Actual	Nivel Requerido	Brecha	¿Requiere Capacitación?
Manejo de maquinaria de selección	Bajo	Alto	Alta	Sí
Manejo de maquinaria de empacado	Medio	Alto	Media	Sí
Control de calidad visual	Medio	Alto	Media	Sí
Inocuidad alimentaria (BPM)	Medio	Alto	Media	Sí
Seguridad y Salud en el Trabajo	Medio	Alto	Media	Sí

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 111. Programa de Capacitación

Competencia a Desarrollar	Tipo de Capacitación	Modalidad	Horas	Nº Trabajadores	Costo Total (S/)	Indicador de Evaluación
Manejo de maquinaria de selección	Técnica operativa especializada	Teórico-práctica	16	4		Reducción de reprocesos (%)
Manejo de maquinaria de empacado	Técnica operativa	Teórico-práctica	12	4		Disminución de errores de sellado (%)
Control de calidad y clasificación	Taller técnico	Práctica en planta	12	6		Reducción de merma (%)
Inocuidad alimentaria (BPM)	Capacitación sanitaria	Teórico-práctica	8	5		Cumplimiento checklist BPM
Seguridad y Salud en el Trabajo	SST aplicada a planta	Teórica	8	5		Reducción de incidentes

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 112. Cronograma de Capacitación Anual 2025

Actividad	Objetivo	Horas	Meses												Responsable	
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo	Prevenir riesgos antes de iniciar ciclo productivo anual	8	X													Consultor SST
Refuerzo práctico SST en planta	Verificar aplicación de normas	4		X												Supervisor de Planta
Capacitación en BPM e Inocuidad Alimentaria	Garantizar cumplimiento sanitario	8			X											Especialista en Calidad
Evaluación de cumplimiento BPM	Medir aplicación de estándares	4				X										Jefe de Calidad
Taller de Clasificación y Control de Calidad	Reducir merma y defectos	12					X									Supervisor de Calidad
Seguimiento práctico en línea de selección	Validar reducción de reprocesos	4						X								Jefe de Producción
Capacitación Técnica en Maquinaria de Selección	Optimizar calibración y rendimiento	16							X							Proveedor técnico
Evaluación de desempeño en operación	Medir eficiencia operativa	4								X						Supervisor de Planta
Capacitación Técnica en Maquinaria de Empacado	Reducir errores de pesaje y sellado	12									X					Técnico especialista
Auditoría interna de proceso productivo	Evaluar impacto en productividad	4										X				Jefe de Producción
Taller de Mejora Continua (Lean básico)	Fortalecer cultura de eficiencia	6											X			Consultor Lean
Evaluación anual de competencias	Medir cierre de brechas y resultados	4												X		Gerencia / RRHH

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 113. Presupuesto de Capacitación Anual 2025

Actividad	Monto (S/)	Meses												Responsable	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo	1,120	X													Consultor SST
Refuerzo práctico SST en planta	560		X												Supervisor de Planta
Capacitación en BPM e Inocuidad Alimentaria	1,120			X											Especialista en Calidad
Evaluación de cumplimiento BPM	560				X										Jefe de Calidad
Taller de Clasificación y Control de Calidad	1,680					X									Supervisor de Calidad
Seguimiento práctico en línea de selección	560						X								Jefe de Producción
Capacitación Técnica en Maquinaria de Selección	2,200							X							Proveedor técnico
Evaluación de desempeño en operación	560								X						Supervisor de Planta
Capacitación Técnica en Maquinaria de Empacado	1,680									X					Técnico especialista
Auditoría interna de proceso productivo	560										X				Jefe de Producción
Taller de Mejora Continua (Lean básico)	840											X			Consultor Lean
Evaluación anual de competencias	560												X		Gerencia / RRHH

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 32: Nuevos Indicadores de Productividad

Tabla 114. Resumen de Nuevos Indicadores de Productividad con Proyecto

INDICADORES	AÑO 2025											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Productividad de M.O. (Saquetas/operarios*día)	24,80	24,80	24,80	24,80	24,80	24,80	24,80	25,07	25,07	24,80	24,80	24,80
Productividad de M.P (saquetas/kg*día)	0,0372	0,0372	0,0372	0,0372	0,0372	0,0372	0,0372	0,0376	0,0376	0,0372	0,0372	0,0372
Productividad Laboral (saquetas)/(horas-hombre)	2,480	2,480	2,480	2,480	2,480	2,480	2,480	2,507	2,507	2,480	2,480	2,480
Productividad Total	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 33: Proyección de Saquetas Producidas

Tabla 115. Saquetas Proyectadas Mensual para el periodo 2025

Productos	Saquetas (mes)												Saquetas (año)	Días trabajados (mes)
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Buenos	15 475	15 475	15 475	15 475	15 475	15 475	15 475	15 642	15 642	15 475	15 475	15 475	186 035	26
Defectuosos	1 165	998	998	1 165	1 165	1 165	1 165	998	998	1 165	1 165	1 165	13 312	26

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 116. Saquetas Proyectadas Diaria para el periodo 2025

Productos	Saquetas (día)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Buenos	595	595	595	595	595	595	595	602	602	595	595	595
Defectuosos	45	38	38	45	45	45	45	38	38	45	45	45

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 117. Saquetas Proyectadas hora para el periodo 2025

Productos	Saquetas (saquetas/año)	Saquetas (Saquetas/mes)	Días trabajados (mes)	Horas trabajadas (hrs/mes)	Saquetas producidas (saquetas/hr.)
Buenos	185 702	15 475	26	260	60
Defectuosos	13 978	1 165	26	260	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 118. Saquetas Proyectadas por hora para el periodo 2025

Productos	Horas trabajadas (hrs/mes)	Saquetas producidas (hr)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Buenos	260	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	60,16	60,16	59,52	59,52	59,52
Defectuosos	260	4,48	3,84	3,84	4,48	4,48	4,48	4,48	3,84	3,84	4,48	4,48	4,48

Fuente: Elaboración Propia

Rating de la producción de saquetas se encuentra en un rango de 59,52 a 60,16 saquetas/hora siendo la productividad promedio mensual.

- % Saquetas Buenas = $186\ 035 \times 100 \div 199\ 347 = 93,32\%$

- % Saquetas Deficientes = $100\% - 93,32\% = 6,68\%$

Anexo 33: Matriz de Operación de Variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Proceso productivo	Independiente	El proceso productivo de la empresa está constituido por los procesos de recepción, análisis, clasificación, selección, empaçado y almacenamiento	Estandarizar Tiempos	Tiempo promedio por actividad (seg)
				Tiempo estándar por actividad (seg)
				Variación de tiempo actual vs propuesto (%)
			Balance de Línea	Ritmo de operación (kg/h.Op)
				Reducción de tiempos muertos (%)
				Nº de operarios requeridos
				Movimientos improductivos (%)
				Distancias recorridas (m)
				Variación de distancias (%)
				Capacidad operativa de maquinaria (kg/h)
Distribución de Planta	Tecnología			
	Producción diaria con maquinaria (saq/día)			
	Productividad de MOD			
	Saquetas/operario*día			
Productividad	Dependiente	Cantidad de bienes o servicios producidos que dependen factores como tiempos, producción de menestras, calidad, etc.	Productividad de MP	Variación antes vs después (%)
				Saquetas/kg
			Productividad Laboral	Rendimiento MP (%)
				Saquetas/hora-hombre
			Productividad Total	Variación antes vs después (%)
				Saqueta/S/.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 34: Fotografía de la Planta



Figura 29. Selección manual

Fuente: Elaboración Propia



Figura 30. Proceso

Fuente: Elaboración Propia



Figura 31. Máquina en mal estado

Fuente: Elaboración Propia



Figura 32. Zaranda

Fuente: Elaboración Propia