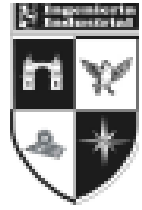




Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y
Naturales
Escuela de Ingeniería Industrial



**“Optimización de Producción
en Industria Alimenticia
Implementando Herramientas
Lean y Estudio de Tiempos y
Métodos”**

Autoras

MACIEL ZAPATA, Agustina Mabel

WOL, Camila Candelaria

Matrículas

39.881.572

40.482.683

Tutor

Ing. ÁVILA, Julia

CÓRDOBA, 2023

Agradecimientos

A nuestras familias, por ser incondicionales en cada etapa de nuestra carrera, brindándonos amor y fuerzas aun estando lejos.

A nuestros amigos, quienes supieron darnos apoyo en cada momento y también ser compañías de estudio.

A nuestros compañeros de carrera, personas excelentes que conocimos durante estos años de universidad y quienes hoy en día serán colegas y grandes amigos.

A nuestra querida Caro, con quien formamos un trío extraordinario de estudio.

A nuestra Tutora, por su paciencia y dedicación en cada etapa, y acompañarnos hasta nuestra meta.

A la empresa, que nos permitió lograr éste gran trabajo.

A la Universidad Nacional de Córdoba, reconocida por su excelencia como institución, lugar donde aprendimos, crecimos, y nos formamos no sólo como profesionales sino además como personas.

Resumen

El presente Proyecto Integrador se desarrolló en una empresa alimenticia ubicada en la localidad de Chilecito, provincia de La Rioja. La misma es reconocida por su producción primaria de productos derivados del tomate, tales como puré y pulpa de tomate, tomate triturado, salsas y extracto doble de tomate. Además, desarrolla, elabora y comercializa legumbres secas remojadas y comidas listas tales como sopa de verduras, locro, guiso de lentejas, carbonada, carne con arroz.

Al ser una empresa certificada en una reconocida norma internacional como lo es el esquema de FSSC 22000, el alcance de mercado se ha visto incrementado, ocasionando que más empresas del rubro la eligieran como proveedora de productos, aumentando así la demanda.

A partir del escenario planteado, el presente proyecto tiene como objetivo la búsqueda, análisis y propuesta de mejoras para el proceso de producción de legumbres secas remojadas y para el personal involucrado en el mismo, en pos de mejorar su eficiencia y productividad.

Con un estudio del trabajo in situ, se detectaron diversos desperdicios como consecuencia de movimientos que no agregan valor y que requerían gran cantidad de tiempo y esfuerzo debido a puestos de trabajo improductivos y a la falta de estandarización de las actividades.

Para ello se utilizaron diversas herramientas como exploración in situ del proceso y las actividades, y gráficos para el registro de datos y análisis de los mismos tales como cursogramas analíticos y diagramas de recorrido.

Como resultado del estudio realizado, se hallaron oportunidades de mejora debido a una distribución de Layout desfavorable, formas de trabajo innecesarias y sin estandarización las cuales eran normales para el operador, puestos de trabajo con fallas ergonómicas y métodos de transporte deficientes.

Para elaborar las propuestas de mejora, las autoras del proyecto se basaron en la filosofía Lean Manufacturing, principalmente en la implementación de la herramienta 5S para una redistribución de los sectores de trabajo con el fin de lograr la estandarización de las actividades. A continuación, se propusieron cambios en los puestos de trabajo, tanto en la secuencia de actividades como en la manera en la que se deben ejecutar y las herramientas que se deben utilizar con el objetivo de optimizar y aumentar la productividad de los operadores y del proceso en general.

Abstract

The following Project was developed in a food company on the town of Chilecito, La Rioja province. This company is known for its tomato derived products, such as pulp and mashed tomato, crashed tomato, tomato sausage and double extract. Besides, they also develop, produce and commercialize dried soak beans and ready-to-go meals such as vegetables soup, locro, lentil stew, carbonada, rice with meat.

As this company being certified by a well-known international standard such as it is the FSSC 22000, the market scope is now increased, provoking that more industries of this item choose them as their supplier, improving the demand as well.

Moving forward from this proposed scenario, this project has as its objective the search, analysis and proposition of improvements for the production process of dried soaked beans and also for the involved personnel, in order to improve their efficiency and productivity.

Along with a in situ study, various wastes were detected as a consequence of non-value-added movements which also required a big amount of time and effort due to unproductive workstations and the lack of standardization.

In order to develop this study, different techniques were used as in situ processes and activities exploration, and graphics for data recollection and analysis, such as analytical cursogram and route diagram.

As a result of this study, improvement opportunities were found due to a unfavorable layout, unnecessary and without standardization which were part of the operator's daily routine, non-ergonomic workstations and deficient transport methods.

To elaborate this improvement proposals, this project's authors were based on the Lean Manufacturing philosophy, mainly on the implementation of 5S for the redistribution of work zones with the purpose of achieving activities' standardization. Next, workstations changes were proposed, both in activities' sequency as well as in the way they must be executed and, the tools that must be used in the aim to optimize and increase the operator's and process in general productivity.

Índice

Capítulo 1. Introducción y Objetivos.....	7
1.1 Introducción.....	7
1.2 Objetivos generales del trabajo.....	8
1.3 Objetivos específicos.....	8
1.4 Alcance.....	8
Capítulo 2. Descripción de la empresa.....	9
2.1 Presentación.....	9
2.2 Gama de productos.....	9
2.2.1 Materia Prima.....	9
2.3 Tecnología.....	12
2.4 Estructura organizacional.....	15
2.5 Política de Calidad.....	15
2.6 Misión, Visión y Valores de la empresa.....	16
2.7 Normativa.....	17
2.8 Análisis FODA.....	17
2.9 Justificación del proyecto.....	19
Capítulo 3. Marco teórico y Metodología.....	21
3.1 Definición de Estudio del Trabajo.....	21
3.2 Constitución del tiempo total de un trabajo.....	21
3.3 Técnicas del estudio del trabajo.....	22
3.4 Procedimiento básico para el estudio del trabajo.....	23
3.5 Técnicas del estudio de métodos.....	23
3.6 Principios de economía de movimientos.....	25

3.7 Medición del trabajo.....	27
3.8 Estudio de tiempos.....	27
3.9 Lean Manufacturing.....	28
3.10 Las 5 S.....	29
3.11 Gestión de la Calidad.....	31
3.12 Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos.....	32
3.13 Metodología de trabajo.....	35
Capítulo 4. Diagnóstico de la situación actual.....	38
4.1 Descripción de Layout.....	38
4.2 Descripción del proceso.....	40
4.2.1 Layout actual de sala de selección y remojo.....	40
4.2.2 Layout actual de sala de bombas.....	45
4.2.3 Layout actual de sala de envasado hasta embandejado y palletizado...49	
4.3 Estudio de tiempos.....	58
4.4 Cursogramas Analíticos.....	60
4.5 Diagrama actual de recorrido de los operarios	68
4.5.1 Diagrama de recorrido en sala de selección y remojo.....	68
4.5.2 Diagrama de recorrido en palletizado y embalaje.....	71
Capítulo 5. Soluciones propuestas.....	74
5.1 Propuesta de mejora: sala de selección y remojo.....	81
5.1.1 Propuesta de mejora para Ciclo 1 “Selección”.....	83
5.1.2 Propuesta de mejora para Ciclo 2 “Remojo”.....	87
5.2 Propuesta de mejora: palletizado y embalaje.....	94

Capítulo 6. Evaluación de los beneficios esperados.....	109
6.1 Beneficios en sala de selección y remojo.....	109
6.2 Beneficios en palletizado y embalaje.....	118
6.3 Beneficio Total.....	121
Capítulo 7. Conclusión.....	122
Bibliografía.....	125
ANEXO 1.....	126
ANEXO 2.....	133

Capítulo 1: introducción y objetivos

1.1 Introducción

El presente proyecto se desarrollará en una de las cinco principales empresas de conserva en Argentina, ubicada en la ciudad de Chilecito (La Rioja), siendo ésta una institución bajo dependencia del sector público estatal. Cabe aclarar que por cuestiones de confidencialidad, y a petición de la organización, se omitirá su nombre.

La empresa en estudio se especializa en la producción agroindustrial de hortalizas, desde el cultivo, cosecha, elaboración, fraccionamiento y comercialización, desarrollando marcas propias en distintas presentaciones como lo son los envases de vidrio, Tetra Recart y Tetra Brik. Además, ofrecen vegetales congelados, legumbres y comidas listas como loco, cazuela, guiso de lentejas, entre otras opciones que se destacan.

Desde su creación en el año 2009, desempeñan un rol preponderante dentro de la comunidad tanto económica como socialmente, con gran incidencia fomentando y brindando empleo directa e indirectamente, explotando su prestación de servicio *co-packer* para empresas que requieran la tercerización de procesos de envasado de productos alimenticios.

El objetivo principal de este proyecto es detectar oportunidades de mejora en las etapas que conforman el proceso de producción de legumbres secas remojadas envasadas en Tetra Recart, llevando a cabo el Estudio de Tiempos y Métodos a través de un enfoque sistémico para estudiar los elementos que conforman dicho proceso, y así poder minimizar y eliminar tiempos ociosos detectados, movimientos innecesarios y reemplazar metodologías de trabajo proponiendo alternativas de mejoras.

Este estudio se complementará con la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing conocida como 5S en puestos de trabajo en los que sea indefectible la estandarización de las actividades con el propósito de crear y mantener condiciones de trabajo que permitan a los operarios ejecutar las actividades de manera más organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de estandarizar y reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente, productivo y con gran nivel de disciplina, impactando directamente en la eficiencia y productividad de la empresa, como así también en la optimización de los recursos utilizados.

1.2 Objetivos generales del trabajo

Detectar oportunidades de mejora en el proceso de producción de legumbres secas remojadas envasadas en Tetra Recart mediante el Estudio de Tiempos y Métodos, complementado con la aplicación de 5S, herramienta de la filosofía Lean Manufacturing.

1.3 Objetivos específicos

- Relevar la situación actual de la empresa
- Llevar a cabo un estudio de tiempos y métodos de trabajo
- Detectar oportunidades de mejora
- Describir los problemas
- Proponer mejoras para cada puesto de trabajo en donde mayor intervención tiene el hombre y para la línea en general, implementando 5S.
- Evaluar beneficios esperados

1.4 Alcance

El presente proyecto comprende a la línea de elaboración y envasado de legumbres secas remojadas, salsas y comidas listas, enfocándonos exclusivamente en el proceso de elaboración de legumbres, sobre la cual se llevarán a cabo las etapas de relevamiento, diagnóstico, planificación y desarrollo teórico-metodológico de las propuestas. No se avanzará en la implementación, cuyos plazos y costos exceden al presente trabajo.

Capítulo 2: Descripción de la empresa

2.1 Presentación

La empresa tiene su planta industrial ubicada en la ciudad de Chilecito, en la provincia de La Rioja. La capacidad anual industrial es de cien millones de kilos de tomate y la materia prima se obtiene de valles productores de las zonas de Chilecito y en La Rioja Capital.

2.2 Gama de productos

Cuenta con una marca de amplia gama de productos, entre las cuales podemos encontrar:

- Tomatados: puré de tomate, pulpa de tomate, extracto doble de tomate y tomate triturado.
- Legumbres secas remojadas: lenteja, garbanzo, poroto y arveja.
- Comidas listas: locro, guiso de lenteja, carbonada, carne con arroz, pollo a la portuguesa, cerdo en salsa, salsa bolognesa, salsa con pollo y sopa de verduras
- Salsas: pomarola, pizza y filetto.

2.2.1 Materia Prima

La materia prima utilizada en el proceso en estudio son granos de legumbre seca, específicamente arvejas, lentejas, garbanzos y porotos. Los mismos llegan a la planta en sacos de polipropileno tejido de 25 kilogramos, los cuales son almacenados en el depósito hasta que se trasladan a la sala de clasificación para dar comienzo al proceso productivo.

Como se mencionó, las legumbres elaboradas se dividen en cuatro grandes categorías:

-*Arvejas*

-*Porotos*

-*Lentejas*

-*Garbanzos*

Estas pueden ser a su vez frescas o secas; las primeras son las de cosecha reciente y consumo inmediato en las condiciones habituales de expendio. Las secas, desecadas o deshidratadas son sometidas a un proceso de secado o deshidratación y presentan un contenido de agua máximo del 13% determinado a 100°-105 °C.

Argentina es un país productor mediano de legumbres, con 600 mil hectáreas cultivadas y más de 660.000 toneladas proyectadas de producción anual, para un mercado internacional de 68 millones de toneladas de producción y 12 millones de toneladas de comercio. Exportando casi toda su producción (97%) debido a su escaso consumo interno (3%), por lo que tiene una participación interesante en el comercio mundial sobre todo de porotos.

Nuestro país posee excelentes condiciones agroecológicas para su cultivo, concentrándose en las zonas centro y noroeste. Las regiones productoras de legumbres son:

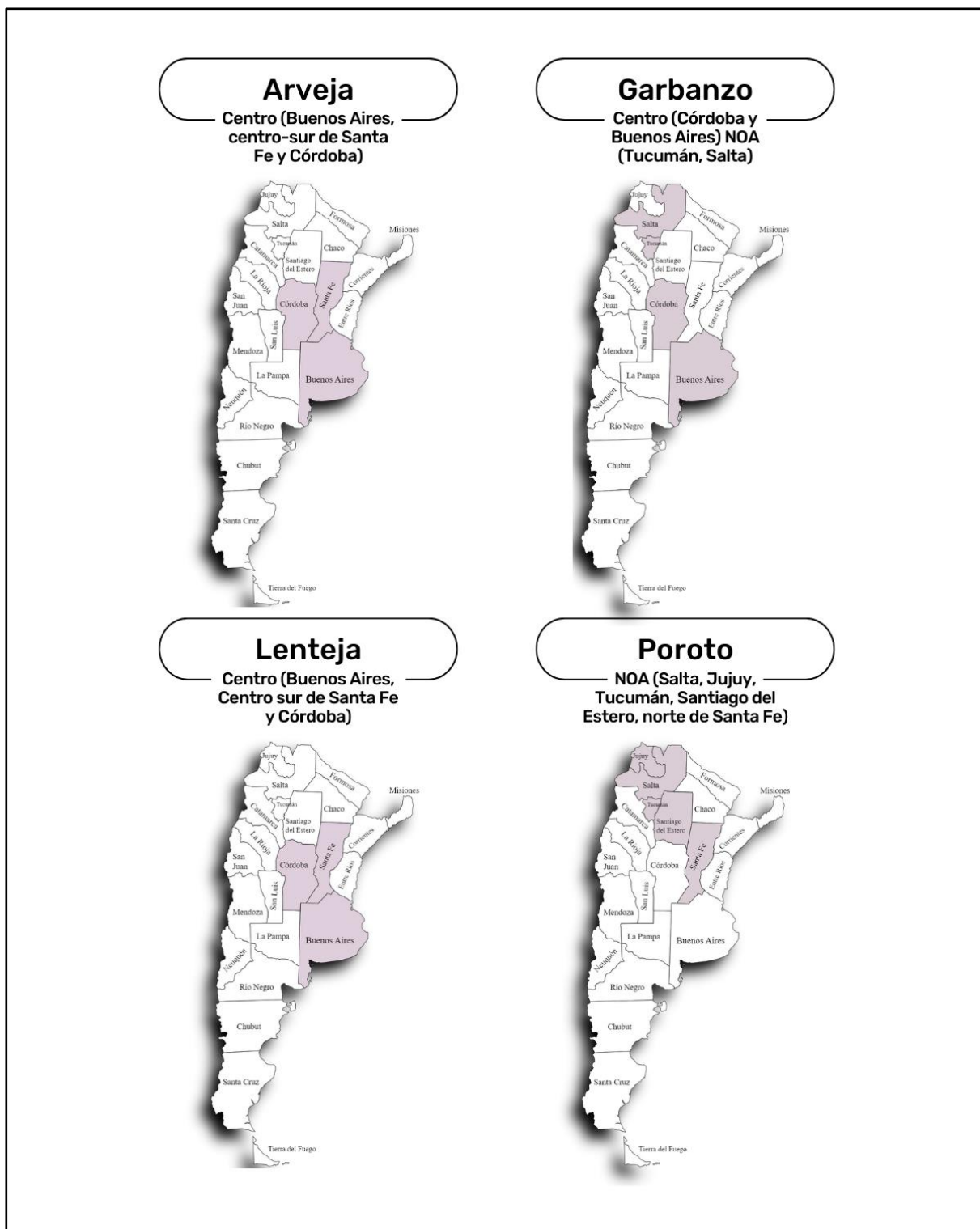


Figura 2.1: Regiones productoras de legumbres en Argentina.

Se puede decir que el complejo de las legumbres se caracteriza por ser un sector dinámico que en líneas generales presenta una tendencia positiva en su evolución.

Una de las características más relevantes del complejo legumbres es el escaso volumen demandado por el mercado interno ya que en Argentina, por habitante, se consume apenas la décima parte de lo que sería el consumo per cápita a nivel mundial

el cual, según FAO-OCDE (2020), se ubica en 8 kg por habitante/año. En nuestro país dicho guarismo alcanza apenas 800 gr/habitante.año, debido más que nada a una cuestión de índole cultural. Las lentejas son las legumbres más aceptadas por el consumidor argentino, luego le siguen las arvejas y finalmente los porotos y garbanzos. – *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.*

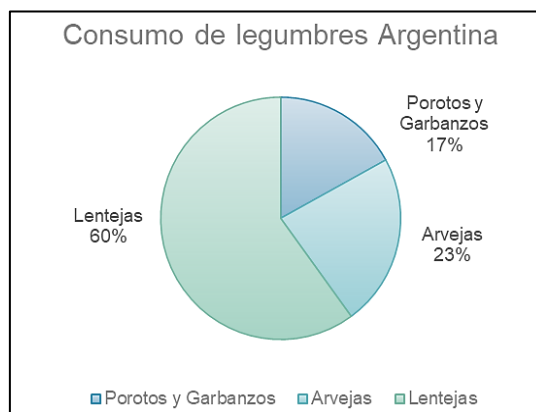


Gráfico 2.1: Consumo de legumbres en Argentina

2.3 Tecnología

La planta cuenta con tecnología italiana Rossi & Catelli, del Grupo CFT; líneas de envasados Tetra Pak y Sistemas de Gestión de Calidad bajo normas nacionales e internacionales tal como FSSC 22000 (Food Safety System Certification), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). La empresa utiliza tecnologías de última generación, ayudando a promover el desarrollo sustentable con responsabilidad social y ambiental. Trabajan con envases Tetra Recart y Tetra Brik, envases de cartón sostenibles que ofrece una nueva solución para los alimentos enlatados.

Cuenta con cinco naves de producción, cada una de ellas con distintas tecnologías de alto nivel para garantizar la calidad de sus productos y de sus procesos de producción.

Nave 1: es la nave de producción primaria de tomate industrial. Cuenta con un lagar de descarga de materia prima con sistema de extracción de piedras y barro y un sistema de clasificación de materia prima con selector automático de color y tamaño. Luego, la materia prima se distribuye a dos líneas de proceso:

- Línea de pasta de tomate, la cual se envasa en bolsas asépticas de 60 galones en tambores de 200 Kilogramos.
- Línea de tomate triturado, envasado en botellas de 950 gramos y 330 gramos, en latas de 8 Kilogramos y en bolsas asépticas de 200 Kilogramos.

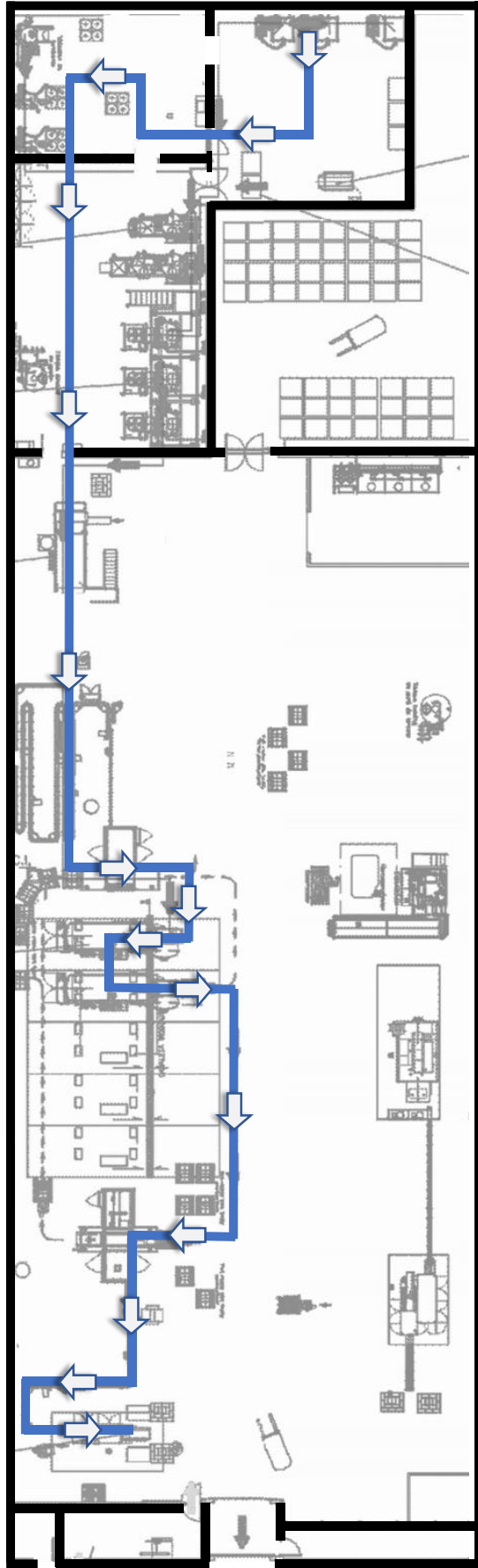
Nave 2: aquí se lleva a cabo la producción de puré y pulpa de tomate, comidas preparadas, salsas y legumbres secas remojadas. Cuenta con dos líneas de envasado en cartón (Tetra Brik y Tetra Recart). Las líneas de proceso con las que cuenta esta nave son:

- Línea de puré y pulpa de tomate en envases Tetra Brik de 520 gramos y 1020 gramos.
- Línea de envasado Tetra Recart en formato 340 gramos, 390 gramos y 500 gramos, la cual es la encargada del envasado de legumbres, salsas y comidas listas.
- Planta de elaboración de alimentos (Cocina Catelli Full Technology).

Nave 3: es la nave de producción destinada a la elaboración de alimentos congelados. Cuenta con una cámara de frío de -20°C con antecámara para envasado de 0°. En esta línea se elaboran cebollas cubeteadas, pimientos cubeteados, papas cubeteadas, zanahorias cubeteadas, espinaca en trozos, calabaza y zapallo cubeteado. Cada producto se envasa en bolsas de 6, 10 y 25 Kilogramos.

Nave 4: es el almacén de los productos terminados y cuenta con un sector de depósito rackeado de 1586 posiciones y 3 autoelevadores.

Nave 5: Es la nave de producción destinada a la elaboración de pulpa concentrada de vegetales como ser tomate, zapallo y espinaca. Los equipamientos son totalmente automáticos y de última tecnología CFT.



2.4 Estructura organizacional

La empresa cuenta con una estructura jerárquica, es decir que se crean pequeñas dependencias supervisadas por uno o varios superiores, en los cuales recae la toma de decisiones. Tiene alrededor de 180 empleados y su organigrama se muestra a continuación.

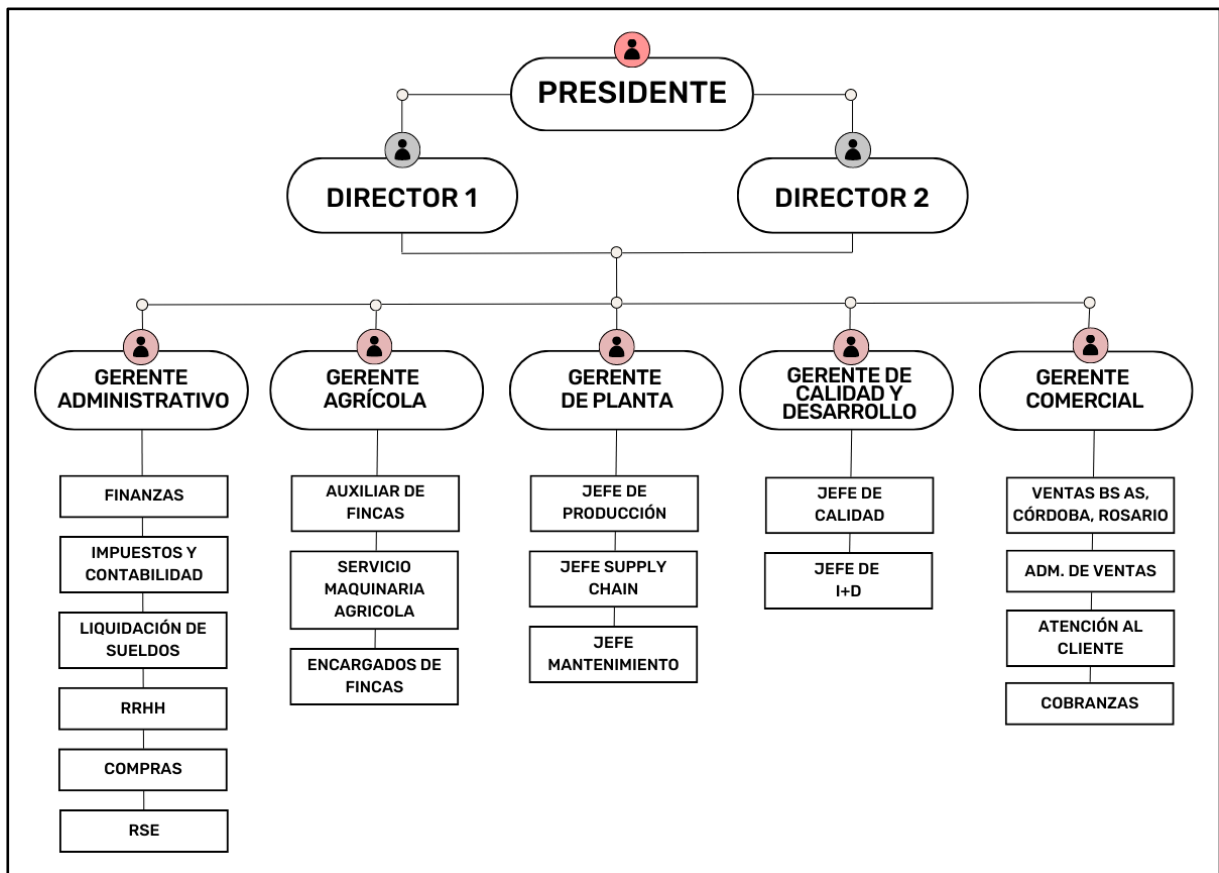


Figura 2.2: Organigrama de la empresa

2.5 Política de Calidad

Construimos y sostenemos el crecimiento de nuestra empresa asumiendo los siguientes compromisos:

- Mantener una Dirección Empresaria comprometida con el funcionamiento del

Sistema de Gestión Integrado con un enfoque dinámico, que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, trabajadores, proveedores, la comunidad y su medio.

- Fundamentar en la transparencia la confianza de todas las partes interesadas.
- Promover el cumplimiento de la normativa vigente aplicable a nuestros productos y servicios.
- Satisfacer las expectativas de nuestros consumidores con productos saludables y seguros a través de exigentes estándares en calidad e inocuidad.
- Desarrollar a nuestra gente promoviendo una cultura de conocimiento permanente y favorecer un ambiente seguro.
- Proteger el entorno natural utilizando de manera eficiente nuestros recursos y disponiendo responsablemente los residuos. Contribuyendo así al desarrollo de una cultura de sostenibilidad ambiental y responsabilidad social.

2.6 Misión, Visión y Valores de la Empresa

MISIÓN

- Desarrollar y elaborar productos saludables y de calidad que satisfagan las expectativas y tendencias de nutrición de nuestros consumidores.
- Acompañar la estrategia sobre el régimen alimentario recomendado por la Organización Mundial de la Salud.
- Generar valor en las partes interesadas, y
- Preservar el equilibrio ecológico.

VISIÓN

Ser una empresa de grado mundial en la producción de alimentos saludables a base de lo que nos provee nuestra tierra.

Para ello nuestros ejes de trabajo son:

- la innovación
- la materia prima natural y de calidad, y
- una producción responsable y eficiente.

VALORES

Integridad

- Ser honesto y sentirnos libres para cumplir nuestros compromisos

Responsabilidad

- Ser consecuente con nuestras palabras, decisiones o actos.

Eficiencia

- Realizar bien nuestras tareas y hacer uso justo de los recursos.

Inocuidad

- Actitud permanente para cuidar nuestros procesos y productos para proteger la salud de los consumidores.

Calidad

- Preocuparnos por satisfacer y superar las expectativas de nuestros consumidores y clientes.

2.7 Normativa

La empresa en estudio se encuentra actualmente certificada por IRAM en FSSC 22000, NM 324:2010 Buenas Prácticas de Manufactura y NM 323:2010 Implementación y Gestión de un Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.

Las mismas se desarrollarán más adelante y las propuestas de mejora se realizarán bajo estas.

2.8 Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta que permite estudiar la situación actual de una empresa, analizando sus características internas y los factores externos que la afectan mediante una matriz. Las mismas son fundamentales para definir y diseñar estrategias.

La empresa en estudio cuenta con una matriz FODA desactualizada, por lo que

se procedió a realizar un nuevo análisis con el fin de poder detectar las debilidades de la misma y plantear acciones de mejora.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
ANÁLISIS INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> *Certificación en FSSC 22000 por IRAM. *Tecnología de última generación. *Versatilidad en la elaboración de productos. *Gran cantidad de capital humano. *La materia prima (vegetales) se provee de la zona. *Elaboración de productos naturales, libres de gluten, sin conservantes ni aditivos. *Utilización de envases sustentables como Tetra Recart y Tetra Brik. 	<ul style="list-style-type: none"> *Falta de cultura de inocuidad y calidad en el personal operativo debido a la falta de motivación. *Falta de estandarización de las formas de trabajo. *Escaso control de la producción (indicadores). *Baja eficiencia y productividad, especialmente en la línea de productos envasados en Tetra Recart. *Influencia política en las decisiones estratégicas. *Ineficiente utilización de los recursos existentes tales como personal, maquinaria, infraestructura, etc. *Falta de capacitación del personal operativo. *La mayoría del personal operativo tiene más de 50 años. *Ubicación geográfica de la planta (La Rioja) genera altos costos.
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
ANÁLISIS EXTERNO	<ul style="list-style-type: none"> *Brindar servicio de “marca blanca” a potenciales clientes. *Incremento del segmento de consumidores veganos o vegetarianos, aumentando la demanda de consumo de legumbres. *Cultivo de legumbres en la zona para ser auto proveedores de esa materia prima. *Ley de etiquetado: eliminación del cloruro de sodio en legumbres, permitiendo que el envase no contenga sellos, aumentando las probabilidades de que la marca sea elegida por los consumidores. 	<ul style="list-style-type: none"> *Competencia posicionada en el mercado. *Situación económica del país generando la inestabilidad en los costos de insumos y materia prima. *Pocas alternativas de proveedores de legumbres en el país, generando un monopolio con elevado costo y baja calidad.

Tabla 2.1: Análisis FODA

2.9 Justificación del proyecto

Llevando a cabo un análisis FODA podemos diseñar cuatro tipos de estrategia:

1. **F-O: Estrategias ofensivas**, estrategias de crecimiento y desarrollo.
2. **F-A: Estrategias defensivas**, en las cuales se determina de qué modo las fortalezas serán utilizadas para neutralizar o superar las amenazas.
3. **D-O: Estrategias adaptativas**, en donde se analiza cómo adaptar las debilidades para que no impidan aprovechar las oportunidades que brinda el entorno.
4. **D-A: Estrategias de supervivencia**, donde se analizan las debilidades y amenazas para desarrollar alternativas estratégicas que permitan afrontar situaciones críticas.

A partir de lo anterior, y analizando detalladamente el análisis FODA realizado, el proyecto se llevará a cabo adoptando una “Estrategia Adaptativa” la cual tendrá foco en las debilidades detectadas en la empresa, que podrían perjudicar las oportunidades dadas por el entorno.

Como se mencionó anteriormente, la empresa en estudio cuenta con cuatro naves productivas, destacándose por la producción primaria de productos derivados del tomate tales como puré, pulpa y tomate triturado. Los mismos, son elaborados en períodos donde se lleva a cabo la cosecha de tomates de la zona, es decir, entre diciembre y abril, almacenándolos en recipientes de 200 kilogramos para ser envasados durante los meses restantes.

Por otro lado, la línea destinada a la elaboración y envasado de legumbres, comidas listas y salsas en envases Tetra Recart, se encuentra en funcionamiento durante los 12 meses del año. Debido a esto, y detectada la tendencia que presenta el mercado respecto al aumento del consumo de legumbres, las autoras optaron llevar a cabo el estudio sobre dicha línea debido a su gran impacto en el rendimiento general de la empresa. Cabe mencionar que el proyecto se enfoca exclusivamente en el proceso de elaboración de legumbres secas remojadas por ser el producto que más se elabora en la línea Tetra Recart.

La empresa se encuentra certificada bajo el esquema de FSSC 22.000, permitiendo de esta manera ser una empresa competitiva y atractiva para brindar su servicio de “marca blanca” a empresas nacionales e internacionales. Sin embargo, no cuenta con un estudio profundo y detallado de la capacidad instalada y de los indicadores de producción tales como eficiencia y productividad, impidiéndoles detectar desvíos y puntos débiles que pueden ser optimizados, los cuales están relacionados con la falta de estandarización de los puestos de trabajo pertenecientes

a la línea de elaboración de legumbres, situación que se describe en el capítulo 4 del presente proyecto.

Actualmente la empresa cuenta con una eficiencia anual promedio del 50% en la línea de elaboración de legumbres secas remojadas pero no contempla la productividad anual de la línea por falta de conocimiento de conceptos. En una entrevista con el personal de la empresa, se comentó que la productividad sólo se aumentaría con la instalación de una maquinaria nueva, en el caso de la línea de legumbres, con la instalación de una tercera autoclave, equipo utilizado para el proceso térmico del producto, confundiendo así el término productividad con “producir más”.

El objetivo de las autoras es proponer acciones de mejora que ataquen las debilidades de la empresa detectadas en el análisis FODA mediante la utilización de herramientas poco costosas y que no requieran grandes inversiones y a partir de las cuales, la empresa puede mejorar su eficiencia y aumentar su productividad, llevando a cabo un Estudio de Tiempos y Métodos para detectar aquellas actividades que afectan los indicadores de producción, junto con la aplicación de la herramienta Lean conocida como 5S, eliminando desperdicios y mejorando la ergonomía del personal operativo mediante la estandarización de las actividades y el correcto uso de los recursos disponibles.

Capítulo 3: Marco teórico y Metodología

El marco teórico es extraído de la cuarta edición de “Introducción Al Estudio Del Trabajo”, publicado por la Oficina Internacional del Trabajo bajo la dirección de George Kanawaty.

3.1 Definición de Estudio del Trabajo

George Kanawaty (1996) define al estudio del trabajo como el examen sistemático de los métodos para realizar actividades, con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

El objetivo de dicho estudio es examinar de qué manera se está realizando una actividad para simplificar o modificar el método operativo con el objetivo de reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad.

3.2 Constitución del tiempo total de un trabajo

El tiempo que tarda un trabajador o una máquina en realizar una actividad o en producir una cantidad determinada de cierto producto, está constituido de la siguiente manera:

TIEMPO TOTAL DE OPERACIONES EN LAS CONDICIONES EXISTENTES			
TIEMPO TOTAL IMPRODUCTIVO			CONTENIDO BÁSICO DE TRABAJO
Tiempo improductivo imputable a los recursos humanos	Contenido de trabajo adicional a causa de métodos manufactureros u operativos ineficientes	Contenido de trabajo adicional a causa de un mal diseño del producto o mala utilización de materiales	Contenido básico de trabajo del producto y/o la operación

Tabla 3.1: Constitución del tiempo total de un trabajo

Sí gracias al estudio del trabajo, el tiempo de una actividad se reduce en un 20 por ciento, como resultado de una nueva ordenación o simplificación del método de producción y sin gastos adicionales, la productividad aumentará en un 20 por ciento.

3.3 Técnicas del estudio del trabajo

El estudio del trabajo comprende especialmente dos técnicas, el “estudio de métodos” y la “medición del trabajo”.

“El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de ejecutar mejoras”.

“La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida”. (Kanawaty George, 1996, 19).

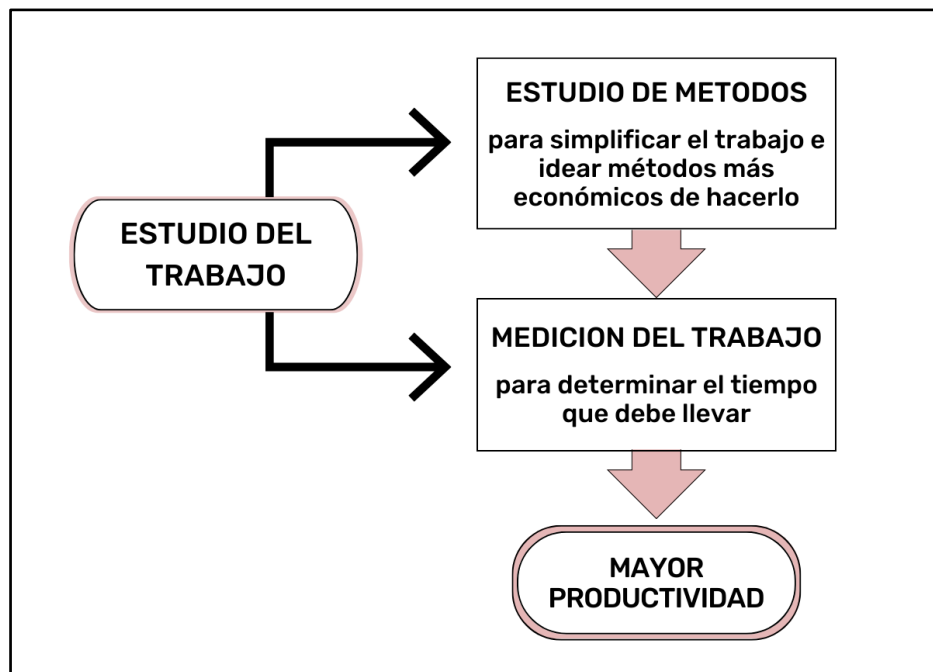


Figura 3.1: Estudio del trabajo

3.4 Procedimiento básico para el estudio del trabajo

Kanawaty (1996) detalla las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente el estudio del trabajo:

- 1) **Seleccionar** el trabajo o proceso que se ha de estudiar
- 2) **Registrar** todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos
- 3) **Examinar** los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad, el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta, quien la ejecuta y los medios empleados.
- 4) **Establecer** el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diversas técnicas de gestión así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas, cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
- 5) **Evaluar** los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.
- 6) **Definir** el nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
- 7) **Implantar** el nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general aceptada con el tiempo fijado.
- 8) **Controlar** la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

3.5 Técnicas del estudio de métodos

Entre las técnicas utilizadas en el Estudio del Trabajo, las más corrientes son los gráficos y diagramas, los cuales se dividen en dos categorías:

- los que sirven para consignar una sucesión de hechos en el orden que ocurren,

pero sin reproducirlos a escala;

- los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurre, pero indicando su escala en el tiempo, de modo que se observe mejor la acción mutua de sucesos relacionados entre sí.

Para llevar a cabo un cursograma, resulta fácil emplear una serie de cinco símbolos uniformes que representan los tipos de actividades que probablemente se den en cualquier fábrica. Las dos actividades principales de un proceso son la operación y la inspección.






ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
OPERACIÓN		Indica que la pieza, materia o producto con el que se está trabajando se modifica o cambia durante la operación.
TRANSPORTE		Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
ESPERA		Indica demora en el desarrollo de los hechos. Se interfiere o retrasa el paso siguiente.
INSPECCIÓN		Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.
ALMACENAMIENTO		Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.

Tabla 3.2: Símbolos empleados en los cursogramas

1. Cursograma Analítico

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

- Cursograma de operario: diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
- Cursograma de material: diagrama en donde se registra cómo se manipula el material.
- Cursograma de equipo: diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo.

2. Diagrama de recorrido

Consiste en ubicar los elementos que generalmente se encuentran en los cursogramas analíticos sobre el Layout, y así poder analizar cómo se desarrolla el proceso, agregando consideraciones especiales.

3.6 Principios de economía de movimientos

“Existen principios de economía de movimientos que son resultado de la experiencia y constituyen una base excelente para idear métodos mejores en el lugar de trabajo”. (Kanawaty George, 1996, 142).

Los movimientos pueden clasificarse en tres grupos:

- A. *Utilización del cuerpo humano*
- B. *Distribución del lugar de trabajo*
- C. *Modelo de las máquinas y herramientas*

A- Utilización del cuerpo humano:

Siempre que sea posible:

- 1) Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
- 2) nunca deben estar inactivas las dos manos a la vez, excepto durante los periodos de descanso.
- 3) Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.
- 4) Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con la que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo.
- 5) Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.
- 6) Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.
- 7) Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos o controlados.
- 8) El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.
- 9) El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites

cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo.

B- Distribución del lugar de trabajo:

- 1) Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales, con objeto de que se adquieran hábitos.
- 2) las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitaran, para no tener que buscarlos.
- 3) Deben utilizarse depósitos y medios de abastecimiento por gravedad, para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.
- 4) Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo y tan cerca del trabajador como sea posible.
- 5) Los materiales y las herramientas deben situarse en la forma que dé a los gestos el mejor orden posible.
- 6) Deben utilizarse, siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario “dejar caer” el trabajo terminado y sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.
- 7) Deben preverse medios para que la iluminación sea buena, y facilitarse al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se siente en buena postura. La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.
- 8) El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza, para reducir así la fatiga de la vista.

C- Modelo de las máquinas y herramientas

- 1) Debe evitarse que las manos estén ocupadas “sosteniendo” la pieza cuando ésta pueda sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie.
- 2) siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas.
- 3) Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para escribir a máquina, debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inherente a cada dedo.
- 4) Los mangos, como los utilizados en las manivelas y destornilladores grandes, deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie esté en contacto con la mano. Es algo de especial importancia cuando hay que ejercer mucha fuerza sobre el mango.
- 5) Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posiciones que permitan al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo y un máximo de “ventajas mecánicas”.

3.7 Medición del trabajo

Como se mencionó anteriormente, además del estudio de métodos, el estudio del trabajo cuenta con otra técnica llamada medición del trabajo, la cual consiste en determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

El estudio de métodos es la técnica principal para reducir la cantidad de trabajo, principalmente al eliminar movimientos innecesarios del material o de los operarios y sustituir métodos malos por buenos. La medición del trabajo, a su vez, sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, por cualquier causa que sea.

3.8 Estudio de tiempos

Una de las técnicas más importantes de la medición del trabajo es el estudio de tiempos.

“El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.” (Kanawaty George, 1996, 273)

El material fundamental para llevar a cabo dicho estudio se nombra a continuación:

- un cronómetro
- un tablero de observaciones
- formularios de estudio de tiempos

En algunas ocasiones, también se necesitarán otros instrumentos para medir, tales como una cinta métrica, una regla de metal, una balanza de resortes, etc.

3.9 Lean Manufacturing

Francisco Madariaga (2021) define al Lean Manufacturing como un modelo de organización y gestión del sistema de fabricación que persigue la mejor calidad, el menor Lead Time y el menor costo mediante la minimización o eliminación continua del despilfarro.

Los objetivos del Lean Manufacturing, expresados en el frontispicio de la casa, se sustentan sobre dos pilares: Just In Time (JIT) y Jidoka (automatización con un toque humano). Los pilares se apoyan sobre tres bases: Estabilidad, Estandarización y Heijunka (producción nivelada). La casa del Lean Manufacturing está construida sobre la confianza y cooperación entre dirección y trabajadores, el respeto y el liderazgo.

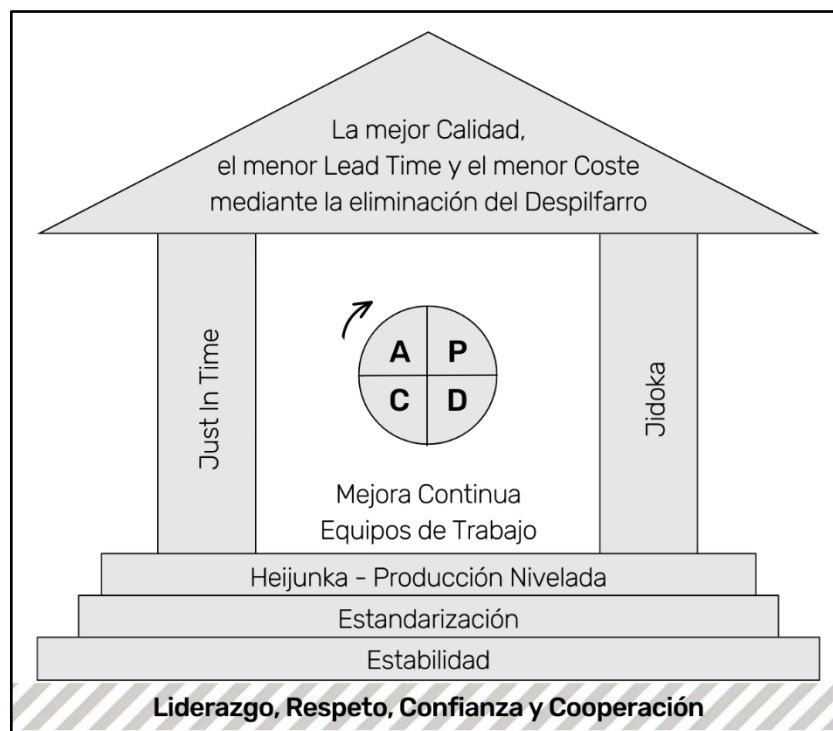


Figura 3.2: La casa del Lean Manufacturing

El primer cimiento de la casa del Lean Manufacturing es la estabilidad de los procesos. La estabilidad persigue la eliminación del despilfarro y la reducción de la variación en la máquina y en su entorno (el puesto de trabajo) mediante la aplicación de dos metodologías: las 5 S y el TPM (Mantenimiento Productivo Total).

El objetivo principal del Lean Manufacturing consiste en aumentar la eficiencia

actuando sobre los recursos principales de la fabricación como ser personas, materiales y máquinas. Para ello, tratará de eliminar los despilfarros relacionados con estos recursos.

Taiichi Ohno identificó siete despilfarros (*muda*), mencionados a continuación:

1. *Sobreproducción*: producir más de lo que necesitan los siguientes procesos o el cliente.

2. *Inventario innecesario*: exceso de inventario de materias primas, componentes, producto en curso y producto terminado.

3. *Movimientos innecesarios de materiales*: exceso de movimientos causados por un layout deficiente, la producción en lotes, el inventario.

4. *Espera del operario*: el operario espera a que la máquina termine su ciclo, espera materiales, espera que arreglen la máquina, espera instrucciones.

5. *Movimiento del operario que no añade valor*: movimientos del operario que no modifican la forma o las propiedades del producto.

6. *Defectos, selecciones, reprocesos y chatarra*: los defectos representan un despilfarro de material y esfuerzo humano, dando lugar a selecciones, reprocesos y chatarra.

7. *Sobreprocesos*: procesos que transforman propiedades del producto que el cliente no aprecia. Son procesos innecesarios, que no añaden valor.

3.10 Las 5 S

La expresión “5 S” proviene de cinco palabras japonesas que resumen los cinco pasos a seguir para implementar esta metodología enfocada en mejorar las condiciones del puesto de trabajo, estas actividades son: *seiri* (separar), *seiton* (ordenar), *seiso* (limpiar), *seiketsu* (control visual) y *shitsuke* (disciplina).

1- Separar (seiri)

Separar los elementos del puesto de trabajo en dos categorías: Necesarios e Innecesarios. Son innecesarios aquellos elementos que no prevemos utilizar a corto y medio plazo en las actividades normales de producción.

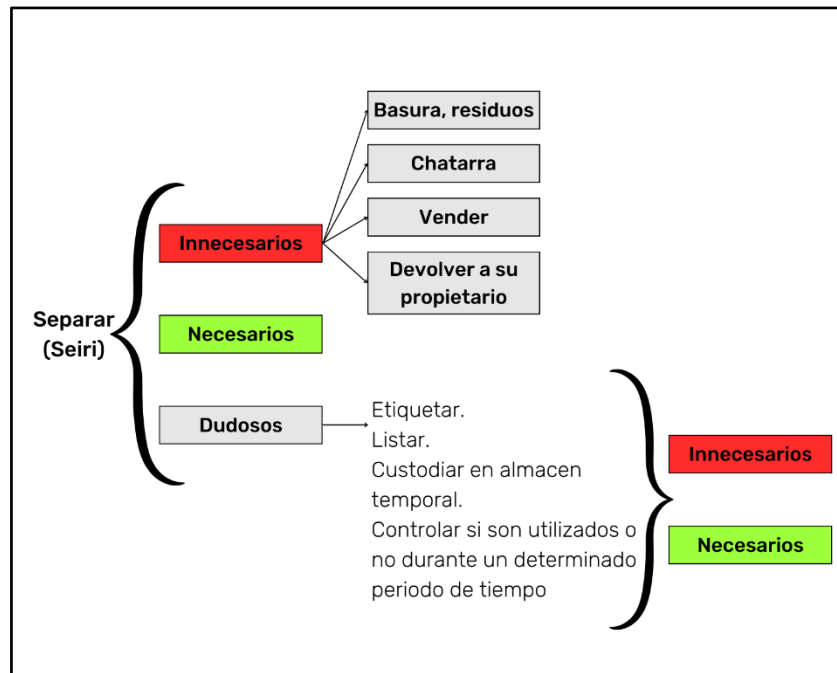


Figura 3.3: Primera S, Separar

2- Ordenar (seiton)

Una vez eliminados los objetos innecesarios, se definirá ubicación e identificación de los elementos necesarios de tal forma que el operario los pueda encontrar, utilizar y reponer en su sitio fácilmente.

3- Limpiar (seiso)

Una vez ordenados los elementos necesarios, se procede al tercer paso, donde se busca eliminar los focos de suciedad, evitar la dispersión de la suciedad, facilitar el acceso a los lugares de difícil limpieza o bien evitar la entrada de suciedad en dichos lugares, sustituir los elementos estropeados o rotos, y definir e implantar un procedimiento de limpieza.

Los objetivos específicos de esta metodología son:

- Mejorar la seguridad y calidad.
- Reducir las averías.
- Reducir los tiempos de cambio (muda) y su variación (mura) al eliminar las búsquedas y minimizar desplazamientos a la hora de manipular los utilizajes y herramientas necesarios para el cambio.
- Reducir el tiempo de ciclo del operario y su variación (mura) al disponer de

forma adecuada las herramientas y útiles necesarios para realizar el ciclo de trabajo.

4- Estandarización (seiketsu)

Una vez implantados los tres primeros pasos, definiremos estándares (una referencia con la que comparar) claros y simples para el control visual del puesto de trabajo, de tal forma que las situaciones anómalas resulten obvias. Para ello, hay que:

- Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo.
- Instruir a los colaboradores en el diseño de normas de apoyo.
- Utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas.
- Utilizar moldes o plantillas para conservar el orden.

5- Disciplina (shitsuke)

La disciplina consiste en mantener los estándares establecidos en los cuatro pasos anteriores. La tarea de esta fase se logra con la realización de auditorías periódicas y acciones correctoras para asegurarnos de que se alcanza y mantiene el nivel de 5 S deseado. Estableciendo una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza.

3.11 Gestión de la Calidad

La gestión de la calidad se ha ido transformando a lo largo del tiempo en un área de estudio imprescindible. Se acomodó de acuerdo con la evolución de la industria, desarrollando diversas teorías, conceptos y técnicas hasta llegar a lo que hoy se conoce como Calidad Total.

La Norma IRAM-ISO 9000 define a la calidad como el *“grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”* y a la gestión de la calidad como *“actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad”*.

Una organización debe dirigirse y controlarse en forma sistemática y transparente

para lograr el éxito, implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño.

La gestión de la calidad cuenta con ocho principios que constituyen la base de las normas de sistemas de gestión de la calidad de la familia de normas IRAM-ISO 9000:

- a) Enfoque al cliente
- b) Liderazgo
- c) Participación del personal
- d) Enfoque basado en procesos
- e) Enfoque de sistema para la gestión
- f) Mejora continua
- g) Enfoque basado en hechos para la toma de decisión
- h) Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

3.12 Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos

Los peligros relacionados con la inocuidad o seguridad de los alimentos pueden ocurrir en cualquier etapa de la cadena alimentaria. Por lo tanto es esencial llevar a cabo un control adecuado a lo largo de la cadena alimentaria.

Para que una organización del rubro alimenticio mejore su desempeño global, debe adoptar un Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos (SGIA) basado en la norma IRAM-ISO 22000.

La misma permite a una organización utilizar el enfoque a procesos, unido con el ciclo de PDCA o ciclo de Deming, y el pensamiento basado en riesgos, para integrar el enfoque del SGIA con los requisitos de otros sistemas de gestión y normas de apoyo.

IRAM-ISO 9000 expresa que *“un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso”*, es decir, cuando la organización utiliza un enfoque a procesos.

Ver una actividad como un proceso significa reconocer los siguientes procesos inherentes a la misma:

-In Put: las entradas del proceso

-Actividades: operaciones propias del proceso que le agregan valor al producto, tal como actividades de transformación.

-Out Put: salidas del proceso

Por otra parte, los elementos de un proceso son conocidos como las “5 M” y se describen a continuación como:

Mano de obra - ¿Con quién? Es la primera “M”. Es el recurso humano que vamos a necesitar.

Métodos y procedimientos - ¿Cómo? Es la segunda “M”.

Medios y recursos - ¿Con qué? Tercera “M”. Refiriéndose a maquinaria y materiales.

Medio ambiente tecnológico – Infraestructura

Medición y seguimiento - ¿Cuánto? Por ejemplo, calibre, la cantidad de piezas, hora por pieza, cantidad de scrap, etc.

Las “5 M” se representan en el *diagrama de cola de pescado*, el cual fue ideado por el japonés Kaoru Ishikawa.

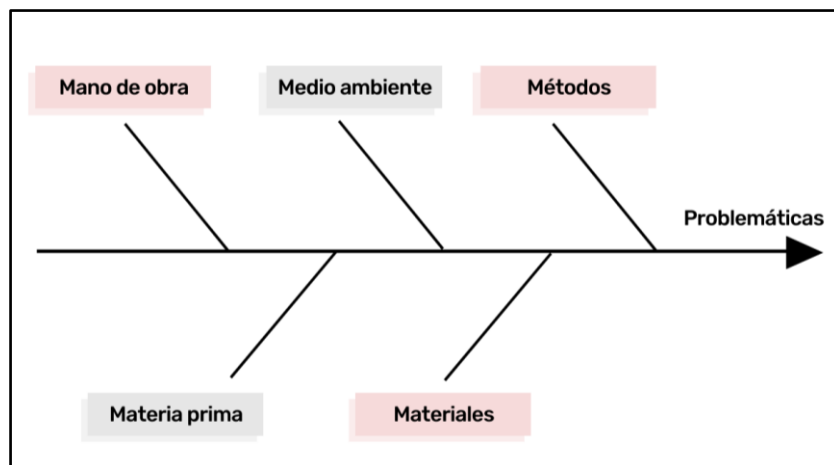


Figura 3.4: Diagrama cola de pescado

La gestión de los procesos y el sistema como un todo se puede lograr utilizando el ciclo de PDCA, con un enfoque global de pensamiento basado en riesgos dirigido a aprovechar las oportunidades y prevenir resultados no deseados.

El ciclo PDCA o ciclo de la mejora continua de Deming es un proceso metodológico básico para realizar actividades de mejora y mantener un sistema de gestión mejorado. Las reglas básicas de Deming para la mejora continua son las siguientes:

- No se puede mejorar nada que no se haya controlado.
- No se puede controlar nada que no se haya medido.
- No se puede medir nada que no se haya definido.

- No se puede definir nada que no se haya identificado.

Las siglas en inglés PDCA, hacen referencia a Planear (Plan), Hacer (Do), Verificar (Check) y Actuar (Act).

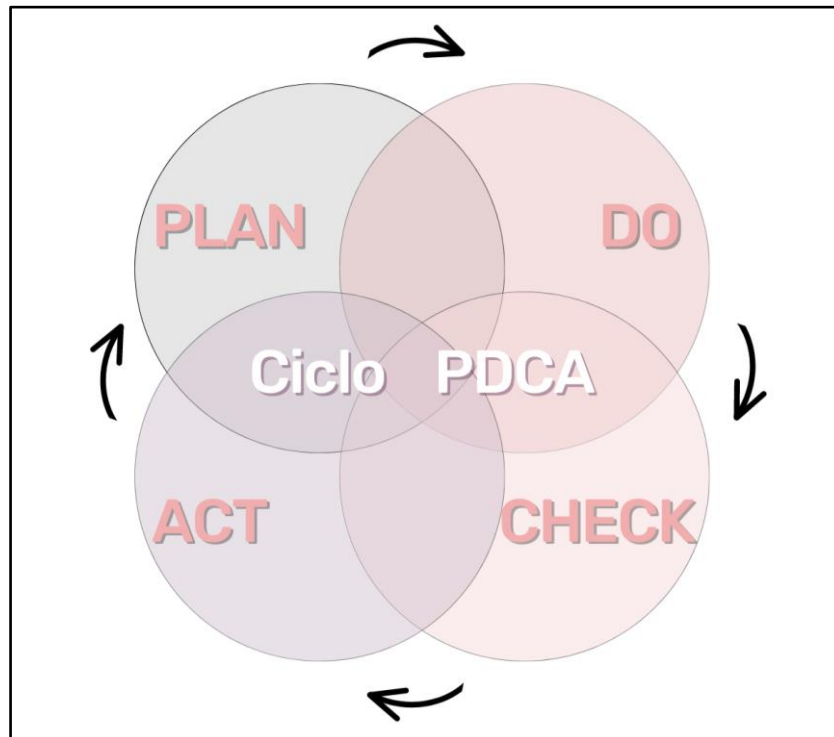


Figura 3.5: Ciclo PDCA

La norma IRAM-ISO 22000 describe brevemente el ciclo PDCA del siguiente modo:

1. **Planificar:** establecer los objetivos del sistema y sus procesos, proveer los recursos necesarios para proporcionar los resultados, e identificar y abordar los riesgos y las oportunidades.
2. **Hacer:** Implementar lo planificado.
3. **Verificar:** realizar el seguimiento y (cuando sea pertinente) la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes, analizar y evaluar la información y los datos provenientes de las actividades de seguimiento, medición y verificación, e informar los resultados.
4. **Actuar:** tomar acciones para mejorar el desempeño cuando sea necesario.

En la norma ISO 22000, el enfoque a procesos utiliza en dos niveles el ciclo PDCA. En el nivel 1 se encuentra el marco global del SGIA, incluyendo los capítulos 4, 5, 6, 7, 9 y 10. El segundo nivel abarca la planificación y control operativo, incluyendo los procesos operativos dentro del SGIA según el Capítulo 8. Por lo tanto, la comunicación entre ambos niveles es esencial para el correcto funcionamiento del SGIA de una organización.

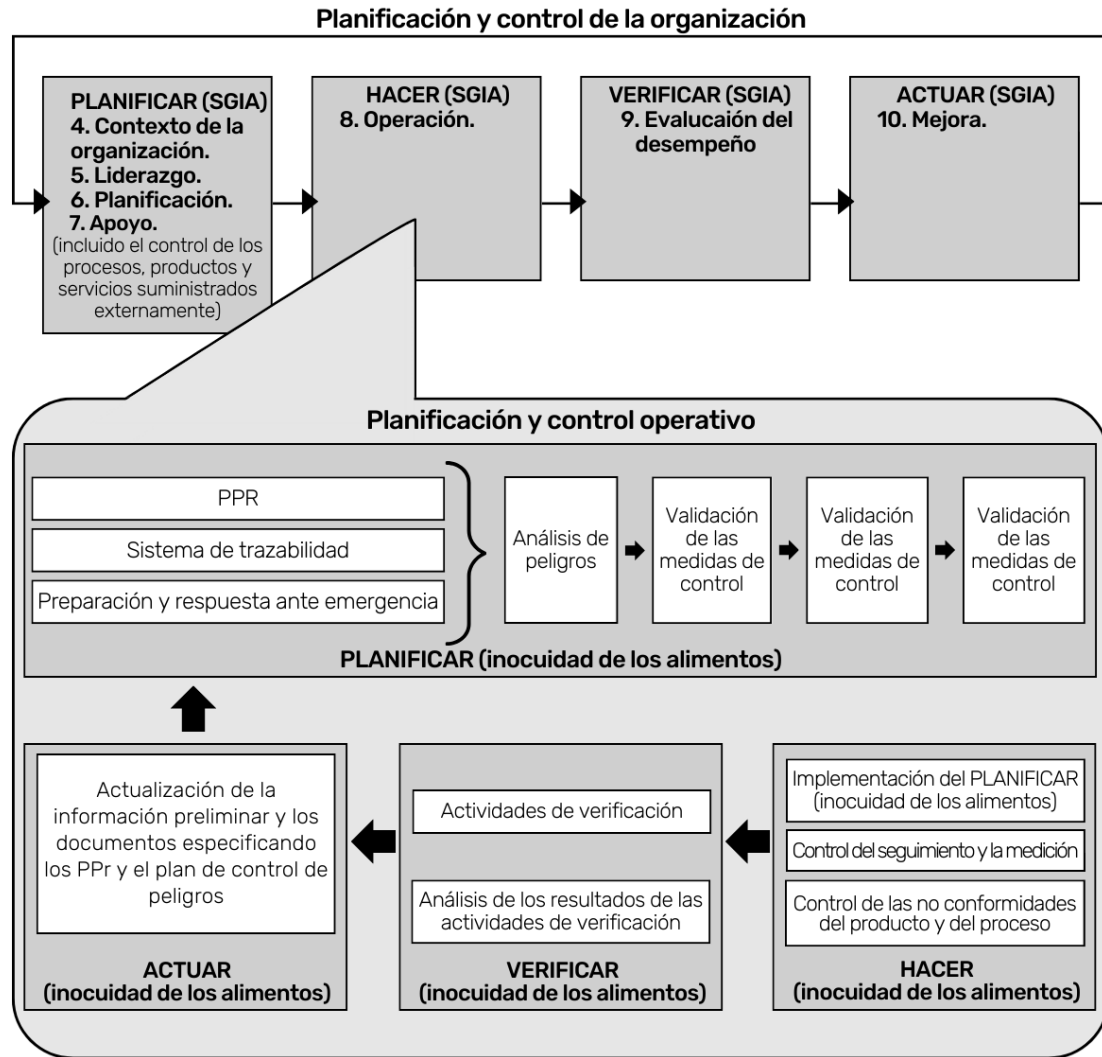


Figura 3.6: Enfoque a procesos según ISO 22000

3.13 Metodología de trabajo

Para realizar un análisis profundo de la situación actual de la empresa y obtener datos certeros que ayuden a un estudio más detallado, se lleva a cabo un estudio de campo “in situ” del proceso pertinente al proyecto, en donde las autoras cumplen el rol de observadoras participantes.

El motivo de la selección del proceso de elaboración de legumbres secas remojadas se debe a que el mismo cuenta con estaciones de trabajo poco productivas como lo es la sala de selección y preparación de legumbres y la zona de palletizado. Por otra parte, se observan movimientos de transporte que pueden ser optimizados

tanto en esfuerzo como en tiempo.

En primer lugar, la técnica que utilizan las autoras para la recolección de datos es el estudio de tiempos y métodos, mediante el uso de herramientas tales como:

- cronómetro digital para la toma de tiempos de cada actividad que se realiza a lo largo del proceso,
- video cámara con el fin de registrar movimientos de los operarios en los puestos de trabajo,
- cinta métrica para medir distancias de transporte.

Por otra parte, se consulta el layout de la empresa, el diagrama de flujo correspondiente al proceso en estudio y la normativa bajo la cual se desempeña la empresa, con el fin de proponer mejoras que cumplan con los requisitos de la misma.

Una vez que se realiza la recolección de datos, es necesario su procesamiento y sistematización. La información pertinente se vuelca en medios gráficos: gráficos de sucesión, gráficos de tiempos y diagramas de movimientos, los cuales ayudan a visualizar los principales problemas y realizar un diagnóstico preciso de la situación.

Para la correcta representación del proceso mediante los diagramas mencionados, es necesario clasificar los elementos que lo componen en las siguientes categorías: operación, transporte, almacenamiento, demora o inspección. Cada elemento se enumera secuencialmente según el orden de aparición en el proceso.

Una vez que las autoras clasifican los elementos del proceso, los mismos se representan gráficamente con la simbología correspondiente para cada uno y se ubican adecuadamente para mostrar el avance del proceso.

Una vez definido el diagrama de proceso, el mismo se trazó sobre el Lay-Out de la planta. Se ubican los símbolos que representan cada elemento del proceso en el lugar que se desarrollan y se vinculan mediante líneas para explicitar la relación entre ellos. Posteriormente se atiende a la repetición de recorridos entre posiciones y a la superposición de recorridos con el fin de detectar posibilidades de optimización.

Mediante un estudio de tiempos se determina el tiempo empleado por los operarios para realizar cada elemento del proceso. Una vez que se identifica cada elemento, se procede a confeccionar planillas que permiten la recolección de datos para el posterior análisis de los mismos.

Las mediciones se realizan considerando a los operarios que ejecutan de la manera más óptima cada elemento del proceso para evitar distorsiones en las mediciones. Una vez finalizada la etapa de mediciones se procede al análisis de los datos recolectados con el fin de obtener tiempos promedios para cada elemento del proceso.

Para dicho análisis, se confeccionan cursogramas analíticos para el material en

proceso y para los operarios que desarrollan las tareas. En este diagrama se especifica el tiempo necesario para la ejecución de cada elemento del proceso, la cantidad de veces que se repite cada elemento en un lote de producción y la distancia recorrida en cada transporte existente. Con estos datos se obtiene el tiempo total invertido en completar el proceso para un lote de producción.

Al finalizar el estudio del trabajo las autoras aplican 5S, herramienta de la filosofía Lean Manufacturing, con el objeto de complementar el análisis y proponer mejoras que optimicen el proceso productivo, generando beneficios a la empresa y al personal involucrado.

Los beneficios obtenidos mediante la aplicación de las propuestas de mejora son evaluados económicamente de acuerdo al costo de horas hombre (H.H) y la disminución del tiempo de ejecución de las tareas, complementando con un análisis del aumento en la productividad y la eficiencia.

Junto con las mejoras, se propone un programa de capacitación al personal operativo con el fin de lograr una cultura de mejora continua. Cada propuesta de cambio para lograr el objetivo del estudio, se lleva a cabo bajo el marco normativo actual de la organización, norma IRAM-ISO 22000 Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos.

Capítulo 4: Diagnóstico de la situación actual

4.1 Descripción de Layout

En el siguiente plano se puede apreciar la disposición en planta de la Nave 2, en dicho esquema (layout) se resumen y señalan la distribución de las áreas que conforman el proceso productivo de estudio.

Susodicho en la descripción, en esta Nave se lleva a cabo la producción de comidas preparadas, salsas y legumbres. Además, posee dos líneas de envasado en cartón (Tetra Brik y Tetra Recart). Las líneas de proceso que se llevan a cabo aquí son:

- Línea de *puré y pulpa de tomate* en envases Tetra Brik de 520 gramos.
- Línea de envasado Tetra Recart encargada del envasado de *legumbres, salsas y comidas listas* en formato 340 gramos, 390 gramos y 500 gramos.
- Planta de elaboración de alimentos (Cocina Catelli Full Technology).

Los sectores identificados que competen a la línea de producción de la elaboración de legumbres son siete, en este estudio se excluye el transporte de la materia prima desde el almacén hasta la sala de clasificación donde se realiza la primera operación del proceso.

Sector 1 → *Sala de preparación de ingredientes.*

Sector 2 → *Sala de Bombas.*

Sector 3 → *Envasado de materias primas en envase Tetra Recart.*

Sector 4 → *Cargado de Racks.*

Sector 5 → *Tratamiento térmico del producto en autoclaves.*

Sector 6 → *Descargado de Racks.*

Sector 7 → *Acondicionamiento: Embandejado y Palletizado*

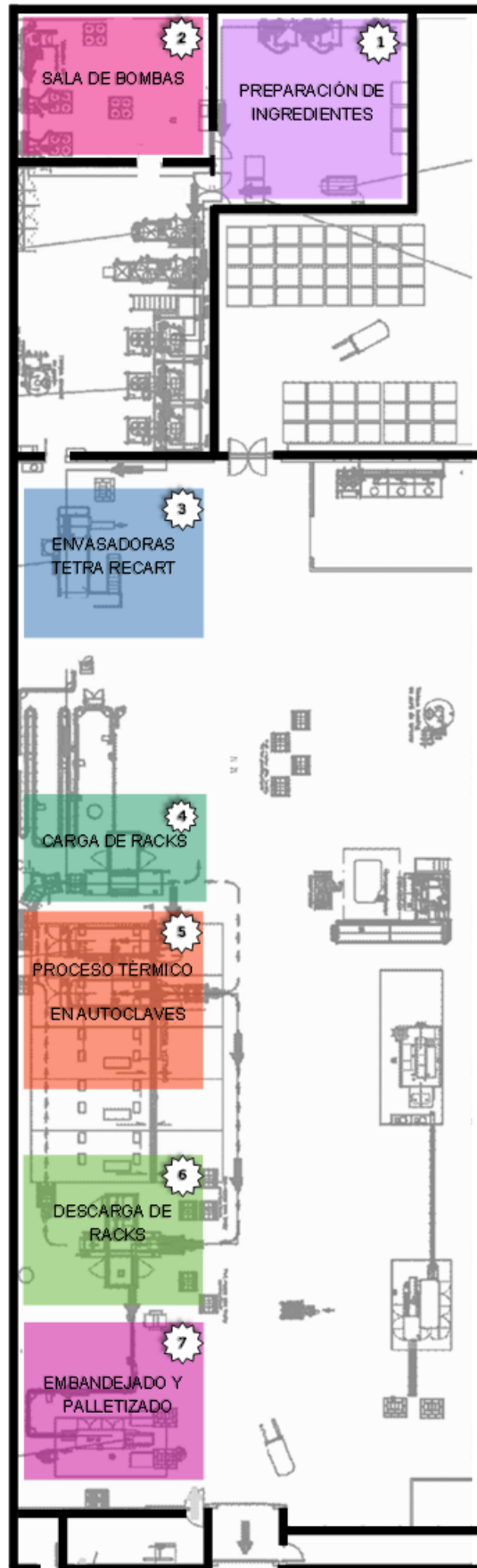


Figura 4.1: Layout General de Nave 2

4.2 Descripción del Proceso

La materia prima utilizada en este proceso son granos secos de legumbre, específicamente, arvejas, lentejas, garbanzos y porotos. Los mismos llegan a la planta en camiones de carga general, es decir, carga que se transporta conjuntamente, en pequeñas cantidades y en unidades independientes. En este caso, la materia prima llega en sacos de polipropileno tejido de 25 kilogramos, los cuales son almacenados en el depósito hasta que se trasladan a la sala de clasificación, selección y remojo.

La producción de la empresa se lleva a cabo en tres jornadas de ocho horas. A continuación se desarrollan las actividades que conforman el proceso de elaboración y envasado de legumbres secas remojadas en envases Tetra Recart de 340 gramos, conjuntamente con los esquemas de Layout de cada sector pertinente.

Cabe mencionar que para facilitar el estudio del proceso productivo, se considerará como primer paso la clasificación de la materia prima, excluyendo el transporte de la misma desde el almacén hasta la sala de clasificación.

4.2.1 Layout actual de sala de selección y remojo

1. Mesa de Trabajo con tolva.
2. Mesada de Trabajo.
3. Tarimas de madera apiladas.
4. Tarimas de madera apiladas.
5. Tachos vacíos de 200 litros.
6. Tachos con legumbres en remojo.
7. Insumos Líquidos.
8. Suministro de Agua.
9. Balanza.
10. Mesada de registro y etiquetas.

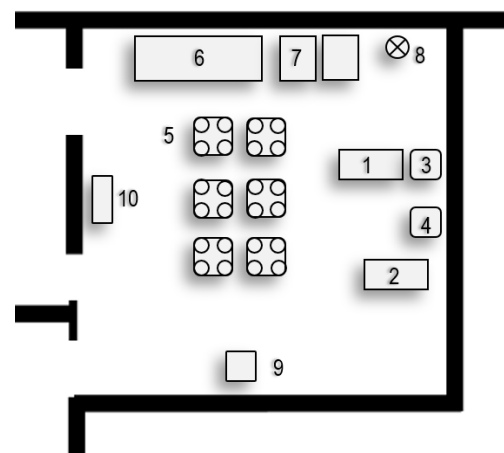


Figura 4.2: Layout sala de selección y remojo

1. Clasificación de Materia Prima

El primer paso consiste en realizar la clasificación de la materia prima, en este caso granos secos de legumbre, con el fin de inspeccionar la calidad de la misma

previo al remojo.

La clasificación se lleva a cabo por cuatro operarios: dos de ellos utilizan una bandeja en altura con una tolva al final de la misma, sobre la cual resbalan los granos para ser depositados en tachos de 200 litros. Las bolsas de granos de legumbre se encuentran apoyadas sobre tarimas apiladas a una altura superior que la bandeja, de manera tal que los operarios solo tengan que tomar la bolsa y arrastrarla hacia la bandeja para luego abrirla.

Previamente, uno de los dos operarios debe buscar un tacho vacío en la zona designada para ellos y trasladarlo hacia la bandeja de inspección, en donde lo coloca debajo de una tolva con barra magnética a la cual se adhiere cualquier metal que pueda provenir de la materia prima.



Figura 4.3: Sector de tachos para remojo

Para poder realizar la clasificación, las operadoras deben permanecer paradas sobre un banco escalera para estar a la altura de la bandeja, tal como se muestra en la siguiente figura. Esto provoca en el operario una fatiga en la zona de la lumbar debido a una incorrecta e incómoda postura durante un tiempo prolongado.



Figura 4.4: Selección de legumbres 1

Los dos operarios restantes utilizan una mesada con el tacho colocado de manera inclinada al final de la misma y sostenido por una tarima. Para esta forma de trabajo, las bolsas de legumbre se encuentran a un costado de la mesada y sobre tarimas apiladas, por lo cual el operario debe girar, agacharse, levantar la bolsa y trasladarla hacia la mesada, por lo que el esfuerzo que realizan los mismos es mayor que el de los operarios mencionados anteriormente.



Figura 4.5: Selección de legumbres 2

En ambas situaciones, al inspeccionar los granos, cualquier material extraño que se encuentre (tal como ramas, semillas, piedras, entre otros) junto con la materia prima se deposita en un vaso, el cual no tiene un lugar establecido ya que los operarios lo mueven de acuerdo a sus comodidades.

Cada bolsa de granos de legumbres contiene 25 kilogramos y los operarios deben depositar 50 kilogramos por tacho, es decir, dos bolsas. Una vez finalizada la clasificación de dos bolsas, el operario traslada el tacho a una distancia que considere la necesaria y procede a recoger otro vacío para la siguiente selección, hasta que uno de los cuatro operarios se encuentra disponible para trasladar el tacho hacia la zona de remojo, provocando así la obstrucción del área de trabajo.



Figura 4.6: Área de trabajo obstruida por tacho con granos

Se observa que la actividad no se encuentra estandarizada ya que la clasificación y selección de granos se realiza de dos maneras diferentes y realizando los movimientos que los operarios consideren necesarios.

Además, no se cuenta con un espacio destinado a las bolsas vacías remanentes de la clasificación, causando que se coloquen en cualquier espacio que se encuentre al alcance del operador.



Figura 4.7: bolsas de polietileno vacías

2. Remojo

El segundo elemento del proceso consiste en remojar los granos de legumbres, actividad que requiere un tiempo mínimo de nueve horas para cualquier grano.

Como se mencionó en la etapa anterior, al completarse un tacho con 50 kilogramos de materia prima, el mismo es removido a una distancia que la operadora considere necesaria, quedando a la espera de ser trasladado a la zona de remojo.



Figura 4.8: Tacho con granos a la espera del remojo

El ciclo de remojo inicia una vez que el operador toma el tacho con legumbres y lo traslada hacia una tarima de madera disponible. Se puede observar en las imágenes

que la distancia del traslado es larga y variada, ya que depende de la ubicación de la tarima disponible. Además, el operador debe realizar esfuerzos al arrastrar solo el tacho con 50 kilogramos de materia prima y esquivar obstrucciones del camino por la presencia de la manguera, dificultando el paso.



Figura 4.9: Traslado del tacho a tarima para remojo

Una vez que llega a la tarima disponible, sube el tacho a la misma, repitiendo la actividad hasta completar la tarima con cuatro tachos. Este movimiento también implica esfuerzo y dificultad para el operador.



Figura 4.10: Colocación de tacho sobre tarima

Una vez completada la tarima con cuatro tachos, el operador coloca una tarjeta con número de identificación a cada uno.

Luego busca la manguera, suministra agua hasta completar la capacidad del tacho y posteriormente coloca cinco pipetas de cloro a cada uno de ellos para ser controlados microbiológicamente, registrando la hora de inicio de remojo de cada uno de acuerdo al número de identificación de la tarjeta correspondiente.



Figura 4.11: Tachos identificados



Figura 4.12: Suministro de agua manual

4.2.2 Layout actual de sala de bombas

1. Tachos con legumbres en remojo.
2. Tachos con puré de tomate.
3. Bomba Diafragma 1
4. Bomba Diafragma 2
5. Pinza de Elevación

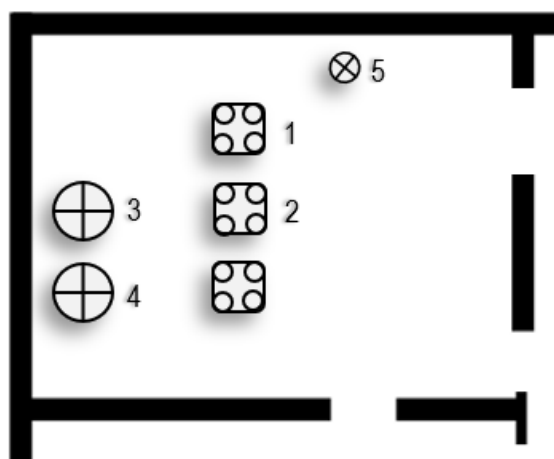


Figura 4.13: Layout sala de bombas

3. Traslado a la sala de bombas y envío del producto a la envasadora

Una vez finalizada la etapa de remojo, un operario procede a trasladar la tarima con cuatro tachos hacia la sala de bombas empleando una zorra manual (carretilla manual). Al igual que en la etapa anterior, la distancia de traslado depende del lugar en el que se encuentra posicionada la tarima.

Al ejecutar esta actividad, se observa nuevamente la obstrucción que provoca la manguera en el suelo, impidiendo que el operador pueda colocar la zorra debajo de la tarima y tenga que levantarla y colocarla en otro lugar, tal como se demuestra en las siguientes imágenes.



Figura 4.14: Obstrucción por manguera y colocación de zorra

Una vez que el operador retira la manguera de su paso, posiciona la zorra debajo de la tarima para luego elevarla del suelo y trasladar la misma hasta la sala de bombas en donde se encuentra la bomba diafragma con la cual enviará el producto a la envasadora.

Por otra parte, queda en evidencia el esfuerzo físico realizado por el operador al empujar la zorra y trasladarla, teniendo en cuenta que debe cargar cuatro tachos de 50 kilogramos de legumbre y 200 litros de agua cada uno.



Figura 4.15: Traslado de tachos remojados a sala de bombas

Al llegar a la sala de bombas, el operador coloca la bomba diafragma dentro del primer tacho para iniciar la succión y enviar la materia prima hacia la envasadora Tetra Pak R2. La cantidad de legumbre que se envía depende del nivel de producto que tenga la tolva de la máquina envasadora.

El operador encargado del envío, debe garantizar que al tambor de legumbres en remojo donde se coloca la lanza para la succión del producto, se encuentre en constante abastecimiento de agua para evitar la obstrucción de la bomba por falta de éste.



Figura 4.16: Colocación de bomba diafragma en tacho

Una vez vaciado el tacho de legumbres, el operario lo levanta manualmente y lo traslada hacia la sala de selección y remojo, ubicándolo en el área destinada para los tachos vacíos.



Figura 4.17: Traslado de tacho vacío a zona de almacén de tachos

Cabe señalar que la sala de bombas cuenta con cuatro bombas desde las cuales se envía producto hacia las líneas de envasado (ya sea legumbres o extracto doble de tomate para elaboración de puré de tomate, salsas y pulpa de tomate). En muchas ocasiones se utilizan en su totalidad, generando un área de trabajo obstruida por tachos y tambores de materia prima, que provocan dificultad al paso de los operarios y de las zorras, teniendo como consecuencia movimientos innecesarios de actividades que no agregan valor como lo es mover un objeto para poder caminar.



Figura 4.18: Obstrucción de sala de bombas

4.2.3 Layout actual de sala de envasado hasta embandejado y palletizado.

1. *Envasadora Tetra Pak R2.*
2. *Cajas con envases Tetra Recart.*
3. *Jaula de Carga de Racks.*
4. *Autoclave 1*
5. *Autoclave 2*
6. *Racks en espera para descarga.*
7. *Jaula de Descarga de racks.*
8. *Cardboard Packer 32.*
9. *Palletizado Manual.*
10. *Tarimas para palletizado.*
11. *Esquineros y Film Stretch.*

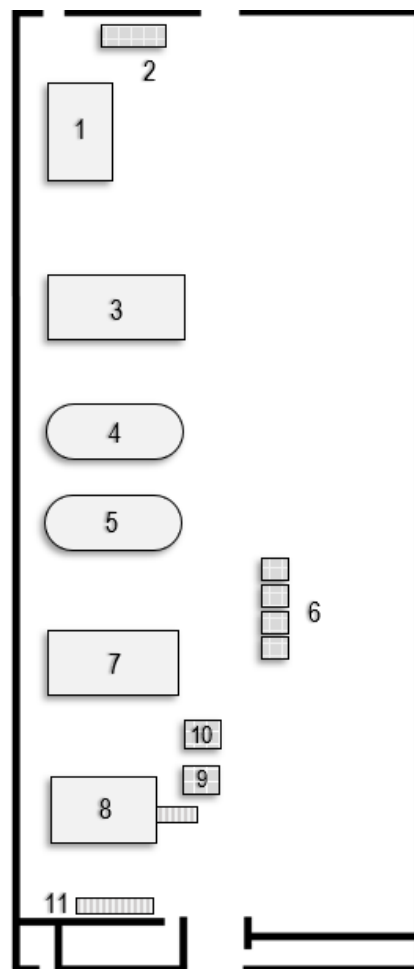


Figura 4.19: Layout de sala de envasado hasta embandejado y palletizado

4. Envasado y transporte al rack de carga

Una vez que la legumbre es succionada y enviada a la envasadora por medio de la bomba diafragma, comienza el proceso automatizado. Los granos de legumbre son enviados por medio de cañerías a la máquina envasadora Tetra Pak R2 en donde caen a una zaranda escurridora y luego a la tolva para luego ser envasados en envases Tetra Recart con una capacidad neta de 340 gramos, de la cual se declaran 210 gramos de peso escurrido.

Del estudio de tiempos que se realizó en esta etapa, se obtuvo como resultado que la máquina de envasado tiene una velocidad de 93 envases por minuto, es decir, 5580 envases por hora.

En este elemento del proceso solo se encuentra un operario, el cual se encarga de operar la máquina y suministrarle los envases. Para dicha actividad, el operario debe recorrer una distancia de 4 metros para tomar los envases, los cuales se encuentran depositados en el piso junto a la pared. Una vez que toma la caja que contiene los envases, los traslada hacia la máquina de envasado.



Figura 4.20: Envasado

A medida que los envases salen de la máquina envasadora, son transportados a la jaula de carga de rack mediante una cinta transportadora automática. Este rack tiene una capacidad de 1296 envases de producto.



Figura 4.21: Cinta de transporte

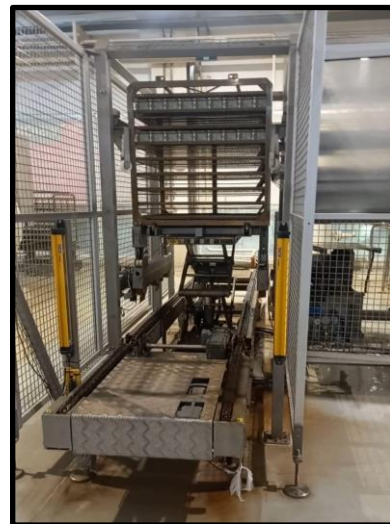


Figura 4.22: Jaula de carga de rack

5. Salida del rack cargado y transporte hacia el proceso térmico

La empresa cuenta con dos autoclaves industriales en los cuales se realiza el proceso de esterilización a altas temperaturas de los alimentos envasados en Tetra Recart. Una autoclave es un recipiente de presión metálico de paredes gruesas con cierre hermético que permite trabajar con altas presiones para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua.

El tratamiento térmico de los alimentos en autoclave tiene como objetivo principal la esterilización del alimento, sometiendo el mismo a elevadas temperaturas (en este caso 121°C) durante el tiempo suficiente para reducir su población de microorganismos y asegurar la inocuidad del producto durante su vida útil.

El equipo de esterilización dispone de un sistema de control completamente automatizado. Todo el proceso de esterilización se controla automáticamente mediante un sistema PLC y una pantalla táctil. Además, cada autoclave tiene una capacidad de cuatro racks con productos.

Una vez que el rack completó la carga con los 1296 envases, el mismo es expulsado automáticamente por la jaula. Luego el operario coloca un nuevo rack vacío en la jaula de carga y retira el que se encontraba listo para luego transportarlo hacia el autoclave disponible, de manera tal que el producto reciba el tratamiento térmico correspondiente.



Figura 4.23: Transporte manual de rack hacia autoclave

La distancia recorrida desde el rack hacia el primer autoclave es de 5 metros y, hacia el segundo autoclave, la distancia es de 8 metros.

El operario realiza esta secuencia de actividades hasta completar el autoclave con su capacidad máxima, es decir, 4 racks. Una vez que esto ocurre, el operario

acciona el autoclave para dar inicio al proceso de esterilización del producto.

Sin embargo, al realizar el estudio de tiempos y el análisis de registros de producción, se observó que son pocas las veces que el autoclave se utiliza al 100% de su capacidad debido a que el producto puede esperar un tiempo máximo de 70 minutos, por lo que al cumplirse ese tiempo, el operario debe accionar el proceso térmico, aunque el mismo cuente con un solo rack dentro de él.

Este problema se debe a fallas en la máquina de envasado, y en otras ocasiones, a la falta de racks disponibles para ser ingresados en la jaula de carga.

Se realizó el estudio de un lote completo de producción de arvejas. En dicho estudio, las autoras recolectaron la siguiente información:

Producto	Autoclave utilizada (1 ó 2)	Cantidad de Racks ingresados	Capacidad utilizada	Capacidad ociosa	Hora de ingreso del 1° envase al 1° rack	Hora de cierre del autoclave	Tiempo de espera del producto antes del proceso térmico (máx. 70 min)
ARVEJAS	1	1	25%	75%	13:30	14:23	00:53
	2	4	100%	0%	15:15	16:25	01:10
	1	3	75%	25%	16:30	17:45	01:14
	2	3	75%	25%	19:00	20:17	01:16
	1	4	100%	0%	20:20	21:33	01:12
Tiempo Promedio de carga del Autoclave (Hs) =							01:09

Tabla 4.1: Capacidad utilizada y tiempo de carga del autoclave

De la tabla anterior, se demuestra el desbalance de línea que existe y la pérdida que se obtiene como consecuencia, al dejar capacidad ociosa el 60% de veces que se utilizaron los autoclaves para un lote de producción.

Por otra parte, las autoras analizaron el tiempo completo que tarda el proceso de esterilización desde que se cierra la puerta del autoclave, hasta que se abre, obteniendo un tiempo promedio de 1 hora 44 minutos, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Producto	Autoclave utilizada (1 ó 2)	Hora de cierre del autoclave	Hora de apertura del autoclave	Tiempo total del proceso (horas)
ARVEJAS	1	14:23	16:05	01:42
	2	16:25	18:15	01:49
	1	17:45	19:27	01:41
	2	20:17	22:01	01:44
	1	21:33	23:16	01:43
TIEMPO PROMEDIO (HORAS)				01:44

Tabla 4.2: Tiempo promedio del proceso térmico

Las etapas del proceso de esterilización para arvejas son cuatro: cierre de puerta del autoclave; inicio de bomba o CUT (Come-Up Time / Tiempo de calentamiento); cocción a una temperatura de 121°C y una presión de 4 bar; enfriamiento y apertura de autoclave. Las mismas se representan en el diagrama de Gantt que se muestra a continuación:

ETAPA	TIEMPO			
Cierre de autoclave	4 min			
Inicio de bomba		17 min (CUT)		
Cocción			25 min	
Enfriamiento y apertura de autoclave				55 min

Tabla 4.3: Diagrama de Gantt del proceso térmico de arvejas

Dependiendo del tipo de legumbre que se elabore, los tiempos de cocción varían, siendo para cada uno los siguientes:

- Arvejas: 25 minutos.
- Garbanzos: 25 minutos.
- Porotos: 29 minutos.
- Lentejas: 18 minutos.

Debido a que son tiempos que no pueden ser modificados ya que la inocuidad del producto se encuentra validada para estos tiempos, resulta ser que la etapa de esterilización del producto determina la velocidad y capacidad de la línea de elaboración de legumbres.

6. Salida de autoclave y transporte hacia jaula de descarga de racks

Finalizado el proceso de esterilización en autoclave, el operario retira los racks y los traslada hacia un sector a la espera de ser ingresados a la jaula de descarga del rack.



Figura 4.24: Espera de producto para descarga de racks

Cuando la jaula se encuentra disponible, el operario toma el primer rack que se encuentra en espera y lo traslada hacia la misma. Al realizar esta actividad, se observa que el operario demora en intentar encajar las ruedas del rack en el riel de entrada.

Una vez que el rack se encuentra en la jaula, el proceso de descarga se realiza de manera automática y el producto se traslada hacia la máquina de embandejado, por medio de una cinta de transporte automática, al igual que en la etapa de la envasadora y carga de rack.

7. Embandejado y Palletizado

El último elemento del proceso de elaboración de legumbres secas remojadas, es el embandejado del producto y el posterior palletizado. En esta estación de trabajo se encuentran tres operadores, de los cuales el primer operador se encarga de

inspeccionar los envases que ingresan a la máquina de embandejado y a su vez, ingresar racks al descargador de racks, el segundo operador se ocupa de suministrar las bandejas a la máquina y por último, el tercero es el encargado del palletizado del producto terminado y embandejado.



Figura 4.25: Embandejado y palletizado

El proceso de embandejado se realiza de manera automática por medio de la máquina Cardboard Packer 32 provista por Tetra Pak, la cual embandeja 12 envases de legumbres a una velocidad de 9 bandejas por minuto, es decir, 540 bandejas por hora (6.480 envases).

Por otra parte, las autoras analizaron un registro provisto por la empresa en donde el operario de palletizado declara la hora de inicio y fin del armado de cada pallet durante un turno de trabajo para el mismo lote de arvejas, obteniendo la siguiente información:

N° de Pallet	Hora de Inicio	Hora Final	Tiempo total (min)
1	19:45	20:20	35
2	20:20	21:20	60
3	21:20	23:00	100
4	23:00	23:30	30
5	23:30	00:30	60
Tiempo promedio de palletizado (min)			57

Tabla 4.4: Registro de inicio y fin de armado de pallet

Nuevamente se demuestra un desbalance y variedad en los tiempos que demora el operario en palletizar las bandejas de legumbres, dando un promedio de 57 minutos por pallet.

En este área de trabajo se puede observar la falta de estandarización de las tareas y pautas de trabajo, como así también, falta de orden de los insumos indirectos necesarios (film stretch, esquineros, tarimas de madera, separadores), ya que no se encuentra delimitada la zona de trabajo y los insumos no tienen un lugar establecido del cual el operario pueda tomarlos, como consecuencia, el mismo debe buscar y trasladarse hacia donde se encuentran dichos insumos, agregando tiempo improductivo a la operación.



Figura 4.26: Ubicación de film stretch, esquineros y separadores



Figura 4.27: Ubicación de tarimas

Además, se observa que la bolsa con pegamento utilizado para cerrar cada caja se encuentra sin un lugar establecido y sobre un canasto plástico, aumentando el riesgo de que la misma derrame su contenido al caerse por la mala ubicación posibilitando así la ocurrencia de una contaminación en el producto.



Figura 4.28: Ubicación de bolsa de pegamento

Además, se observa un puesto de trabajo con alto nivel de riesgo ergonómico debido a que el operario debe agacharse para colocar las bandejas sobre la tarima, hasta que la altura del apilado de las mismas coincida con la altura de su cintura. Otro movimiento que genera un desgaste para el operario con el transcurso de las horas de la jornada laboral, es el de rotar alrededor del pallet para colocar las bandejas en los espacios libres.



Figura 4.29: Rotación del operario alrededor del pallet y su ergonomía de trabajo

Finalizado el armado de un pallet, el operario abandona el mismo para tomar otra tarima y repetir el armado.

El operario encargado del embalaje del pallet, toma el mismo con ayuda de una zorra, lo traslada 4 metros a la derecha y retira la zorra para dar inicio al embalaje con esquineros y film stretch.

En primer lugar, el operario se traslada hacia el lugar donde se encuentran depositados los esquineros y toma cuatro unidades, junto con el film stretch. Regresa al pallet y coloca los cuatro esquineros para luego dar inicio a la colocación del film

stretch, actividad que realiza rotando alrededor del pallet hasta finalizar su embalaje.

Finalmente el mismo operador vuelve a colocar la zorra debajo del pallet y lo traslada al almacén. Al efectuar esta actividad, el operario sufre un desgaste físico al realizar esfuerzos para trasladar el pallet y en el momento de girar alrededor de él para el embalaje colocando el film stretch, tal como se muestra en las siguientes imágenes.



Figura 4.30: Traslado de pallet y colocación de esquineros

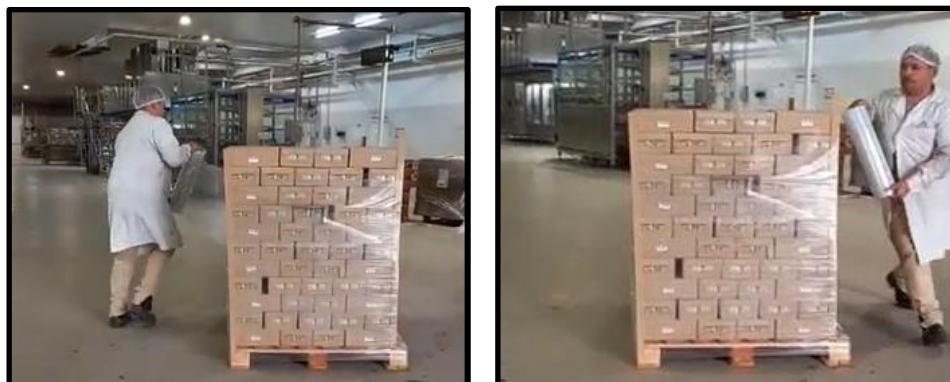


Figura 4.31: Embalaje con film stretch

4.3 Estudio de tiempos

Como se mencionó anteriormente, el estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades, con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

Si gracias al estudio del trabajo, el tiempo de una actividad se reduce en un 20%, como resultado de una nueva ordenación o simplificación del método de producción y sin gastos adicionales, la productividad aumentará en un 20%.

El alcance del estudio del trabajo realizado por las autoras incluye hasta el paso número 4, “**Establecer** el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diversas técnicas de gestión así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas, cuyos enfoques deben analizarse y discutirse”.

Un ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.

La importancia de descomponer la operación en elementos radica en que este proceso nos permite:

- Separar el tiempo productivo del tiempo improductivo.
- Evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro, dado que es posible que el operario no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y/o este tenga más destreza para ejecutar ciertas operaciones.
- Ocuparse de cada elemento según su tipo.
- Aislar los elementos que causan mayor fatiga y fijar con mayor precisión sus correspondientes suplementos.
- Permite verificar con mayor facilidad el método de trabajo, de manera tal que se pueda detectar la adición u omisión de elementos.
- Hacer una especificación detallada del trabajo.
- Extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición, con el objetivo de establecer datos estándar.

Para facilitar la ejecución de dicho estudio, las autoras separaron en ciclos las actividades que realizan los operadores del proceso de elaboración de legumbres, eligiendo los granos de arveja como producto para estudio debido a que es el que mayor volumen de producción anual tiene.

Las actividades realizadas en cada ciclo se describen en el Anexo 1: Ciclos de trabajo del proceso de elaboración de legumbres secas remojadas. El proceso cuenta con siete ciclos de trabajo:

- 1) Clasificación y selección de materia prima.
- 2) Remojo

- 3) Traslado a la sala de bombas y envío del producto a la envasadora
- 4) Envasado
- 5) Transporte del rack desde la jaula de carga hacia el proceso térmico en autoclave
- 6) Transporte del rack desde la salida del proceso térmico hacia la jaula de descarga del rack
- 7) Palletizado y embalaje

4.4 Cursogramas Analíticos

Recordando lo desarrollado en el marco teórico del presente proyecto, un cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

Para el análisis de los datos recolectados en el estudio de trabajo, las autoras emplean el cursograma analítico de los operadores en cada ciclo de trabajo definido anteriormente, clasificando las actividades de la siguiente manera:





ACTIVIDAD	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
OPERACIÓN		Se produce o efectúa algo
TRANSPORTE		Se cambia de lugar o se mueve
ESPERA		Se interfiere o retrasa el paso siguiente
INSPECCIÓN		Se verifica calidad o cantidad
ALMACENAMIENTO		Se guarda o protege

Tabla 4.5: Simbología de actividades

Para un análisis más detallado, las actividades también fueron clasificadas según su adición de valor como:

- Actividades que Agregan valor (AV).
- Actividades que No agrega valor (NAV).
- Actividades que No agregan valor pero son necesarias (NNAV).

Las actividades AV son aquellas que transforman la materia prima para satisfacer las necesidades del cliente, y por las cuales el mismo está realmente dispuesto a pagar. Mientras que las actividades NAV son aquellas que no brindan ninguna ventaja al producto o servicio, ya que no añaden ningún valor para el cliente. Finalmente, las actividades NNAV son aquellas que no adicionan valor al producto pero que de todas formas deben ser realizadas, lo que hace dificultosa su remoción.

El propósito de identificarlas y clasificarlas radica en el objetivo de reducir o eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar, consiguiendo un mejor aprovechamiento de los recursos.

CICLO 1 - CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LEGUMBRES

Se considera el tiempo que tardan dos operarios en seleccionar la cantidad correspondiente a una tarima de cuatro tachos, es decir, 200 kg de legumbre.

Cursograma Analítico		Operario / Material / Equipo														
Diagrama num. 1	Hoja núm. 1 de 1	RESUMEN														
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA										
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 TARIMA CON 4 TACHOS		Operación	○	54,5%												
ACTIVIDAD:		Transporte	⇒	18,2%												
CICLO 1 - Clasificación y Selección de legumbres		Espera	D	18,2%												
		Inspección	□	9%												
		Almacenamiento	▽	0%												
MÉTODO:	Actual/Propuesto	DISTANCIA TOTAL (m)		TIEMPO TOTAL (min)		AV	NNAV	NAV								
LUGAR:	Empresa en estudio	60		79,48		9,09%	72,73%	18,18%								
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA UN. (m)	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO UN. (min)	TIEMPO TOTAL (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV		
							○	⇒	D	□	▽					
1	Tomar tacho de 200 Litros	4			0,03	0,12	X								X	
2	Trasladar tacho hasta la bandeja de inspección	4	13	52	0,19	0,76		X							X	
3	Levantar tolva, colocar tacho debajo de la misma, bajar la tolva y subir banco escalera	4			0,16	0,64	X								X	
4	Tomar la bolsa de legumbre y arrastrar la bolsa hacia la bandeja de inspección	8			0,35	2,8	X								X	
5	Buscar cuchilla	8			0,44	3,52			X							X
6	Cortar cinta de seguridad de la bolsa, tirar cinta, abrir la bolsa	8			0,22	1,76	X								X	
7	Bajar banco escalera, dejar cuchilla en la otra mesa de inspección y regresar al puesto de trabajo	8			0,43	3,44			X							X
8	Volcar granos de legumbres sobre bandeja	8			0,09	0,72	X								X	
9	Inspeccionar granos de legumbre, retirando los materiales extraños	8			7,85	62,8				X		X				
10	Desechar bolsa de granos de legumbre	8			0,28	2,24	X								X	
11	Retirar tacho con granos secos de la bandeja de inspección y trasladarlo hacia un costado	4	2	8	0,17	0,68	X								X	
TOTAL				60		79,48	6	2	2	1	0	1	8	2		

Tabla 4.6: Cursograma analítico del ciclo 1

CICLO 2 – REMOJO

Se considera el tiempo que tarda el operario en trasladar y poner en remojo cuatro tachos, correspondientes a una tarima.

Cursograma Analítico		Operario/Material/Equipo													
Diagrama num. 2	Hoja núm. 1 de 1	RESUMEN													
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA									
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 TARIMA CON 4 TACHOS		Operación	○	40,0%											
ACTIVIDAD: CICLO 2 - Remojo		Transporte	⇒	30,0%											
		Espera	D	50,0%											
		Inspección	□	0,0%											
		Almacenamiento	▽	0,0%											
MÉTODO:	Actual/Propuesto	DISTANCIA TOTAL (m)		TIEMPO TOTAL (min)		AV	NNAV	NAV							
LUGAR:	Empresa en estudio	121		15,57		30,0%	60,0%	30,0%							
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA UN. (m)	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO UN. (min)	TIEMPO TOTAL (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV	
							○	⇒	D	□	▽				
1	Tomar tacho con legumbres	4			0,05	0,2	X							X	
2	Trasladar tacho con legumbres hacia una tarima disponible	4	11	44	0,27	1,08		X							X
3	Subir el tacho a la tarima	4			0,15	0,6			X					X	
4	Buscar manguera y colocarla dentro del tacho	1			0,14	0,14			X					X	
5	Dirigirse hacia el pico, abrir paso de agua y dirigirse hacia el tacho	1	18	18	0,33	0,33		X						X	
6	Llenar tacho con agua	4			2,74	10,96	X					X			
7	Dirigirse hacia el pico y cerrar el paso de agua	1	9	9	0,27	0,27		X						X	
8	Buscar vaso con preparación de cloro y pipeta descartable y dirigirse hacia el tacho	1	20	20	0,29	0,29			X						X
9	Agregar 5 pipetas de cloro	4			0,22	0,88	X					X			
10	Devolver vaso con preparación de cloro a su lugar	1	10	10	0,23	0,23			X						X
11	Buscar 4 etiquetas de identificación y dirigirse nuevamente hacia la tarima a colocar etiquetas	1	10	10	0,22	0,22			X					X	
12	Dirigirse hacia mesada y completar registro de remojo de legumbres	1	10	10	0,37	0,37	X					X			
TOTAL				121		15,57	4	3	5	0	0	3	6	3	

Tabla 4.7: Cursograma analítico del ciclo 2

CICLO 3 - TRASLADO A SALA DE BOMBAS Y ENVÍO DEL PRODUCTO A ENVASADORA

Se considera el tiempo que tarda el operario en trasladar una tarima con cuatro tachos.

Cursograma Analítico		Operario/Material/Equipo													
Diagrama num. 3		Hoja núm. 1 de 1		RESUMEN											
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD				ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA							
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 TARIMA CON 4 TACHOS		Operación		○		55%									
ACTIVIDAD:		Transporte		⇒		36%									
CICLO 3 - Traslado a Sala de Bomba y envío del producto a envasadora		Espera		D		9%									
		Inspección		□		0%									
		Almacenamiento		▽		0%									
MÉTODO:	Actual/Propuesto		DISTANCIA TOTAL (m)		TIEMPO TOTAL (min)		AV	NNAV	NAV						
LUGAR:	Empresa en estudio		122		11,62		27%	45%	27%						
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA UN. (m)	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO UN. (min)	TIEMPO TOTAL (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV	
							○	⇒	D	□	▽				
1	Tomar zorra	1			0,05	0,05	X							X	
2	Trasladar zorra hacia la tarima que contenga tachos con un mínimo de 9 horas de remojo	1	14	14	0,44	0,44		X							X
3	Colocar zorra y levantar la tarima	1			0,22	0,22	X							X	
4	Trasladar tarima hacia la bomba diafragma	1	14	14	0,7	0,7		X						X	
5	Colocar bomba diafragma dentro del tacho	4		0	0,1	0,4	X							X	
6	Encender la bomba	4		0	0,08	0,32	X					X			
7	Esperar que se envíe la totalidad del contenido del tacho a la máquina de envasado	4		0	1,71	6,84				X		X			
8	Apagar la bomba.	4		0	0,08	0,32	X					X			
9	Quitar bomba diafragma.	4		0	0,09	0,36	X						X		
10	Levantar y trasladar tacho vacío hacia la sala de remojo y regresar a la bomba	4	20	80	0,37	1,48		X							X
11	Trasladar tarima a la sala de remojo	1	14	14	0,49	0,49		X							X
TOTAL				122		11,62	6	4	1	0	0	3	5	3	

Tabla 4.8: Cursograma analítico del ciclo 3

CICLO 5 - TRANSPORTE DEL RACK DESDE JAULA DE CARGA HACIA EL PROCESO TÉRMICO EN AUTOCLAVE

Se considera el tiempo que tarda el operario en trasladar un rack con 1296 envases.

Cursograma Analítico		Operario/Material/Equipo											
Diagrama num. 5	Hoja núm. 1 de 1	RESUMEN											
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA							
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 RACK		Operación	○	50%									
		Transporte	⇒	25%									
ACTIVIDAD:		Espera	D	25%									
CICLO 5 - Transporte del rack desde la jaula de carga hacia el proceso térmico en autoclave		Inspección	□	0%									
		Almacenamiento	▽	0%									
MÉTODO:	Actual/Propuesto	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO TOTAL (min)	AV	NNAV	NAV							
LUGAR:	Empresa en estudio	6,5	1,32	25%	75%	0%							
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV	
					○	⇒	D	□	▽				
1	Retirar rack con envases de la jaula de carga	1		0,2	X							X	
2	Buscar rack vacío e introducirlo en la jaula de carga	1		0,2			X					X	
3	Tomar rack cargado de la op. 1 y trasladarlo hacia el autoclave que se encuentre disponible	1	6,5	0,31		X						X	
4	Introducir rack en el autoclave y activar ingreso automático	1		0,61	X					X			
TOTAL			6,5	1,32	2	1	1	0	0	1	3	0	

Tabla 4.9: Cursograma analítico del ciclo 5

CICLO 6 - TRANSPORTE DEL RACK DESDE SALIDA DEL PROCESO TÉRMICO HACIA JAULA DE DESCARGA DEL RACK

Se considera el tiempo que tarda el operario en trasladar un rack con 1296 envases.

Cursograma Analítico		Operario/Material/Equipo											
Diagrama num. 6	Hoja núm. 1 de 1	RESUMEN											
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA							
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 RACK		Operación	○	43%									
ACTIVIDAD:		Transporte	⇒	43%									
CICLO 6 - Transporte del rack desde la salida del proceso térmico hacia la jaula de descarga del rack		Espera	D	14%									
MÉTODO:		Inspección	□	0%									
LUGAR:		Almacenamiento	▽	0%									
MÉTODO:	Actual/Propuesto	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO TOTAL (min)	AV	NNAV	NAV							
LUGAR:	Empresa en estudio	13,5	14,99	0%	100%	0%							
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV	
					○	⇒	D	□	▽				
1	Tomar base móvil para rack	1		0,03	X							X	
2	Trasladar base móvil hacia la puerta del autoclave	1	4	0,19		X						X	
3	Retirar rack del autoclave	1		0,44	X							X	
4	Trasladar rack hacia la zona de espera para el ingreso a la jaula de descarga	1	9,5	0,2		X						X	
5	Esperar disponibilidad de la jaula	1		13					X			X	
6	Retirar rack vacío y trasladarlo a la zona de racks	1		0,4		X						X	
7	Trasladar rack que se encontraba en espera a la jaula de descarga e introducirlo	1		0,73	X							X	
TOTAL			13,5	14,99	3	3	1	0	0	0	0	7	0

Tabla 4.10: Cursograma analítico del ciclo 6

CICLO 7 - PALLETIZADO Y EMBALAJE

Se considera el tiempo que tarda el operario en preparar un pallet con 231 bandejas, es decir, 2772 envases.

Cursograma Analítico		Operario/Material/Equipo											
Diagrama num. 7	Hoja núm. 1 de 1	RESUMEN											
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA							
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 PALLET		Operación	○	46%									
ACTIVIDAD:		Transporte	⇒	23%									
CICLO 7 - Palletizado y Embalaje		Espera	D	31%									
		Inspección	□	0%									
		Almacenamiento	▽	0%									
MÉTODO:	Actual/Propuesto	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO TOTAL (min)	AV	NNAV	NAV							
LUGAR:	Empresa en estudio	36	49,116	23%	38%	38%							
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV	
					○	⇒	D	□	▽				
OPERARIO PALLETIZADO													
1	Tomar tarima	1		0,03	X							X	
2	Trasladar tarima junto a la máquina de embandejado	1	6	0,10		X							X
3	Buscar separador de cartón y colocarlo sobre la tarima	1	6	0,16		X						X	
4	Tomar la bandeja y posicionarla sobre la tarima hasta completar el pallet	1		44,83	X					X			
OPERARIO EMBALAJE													
5	Buscar zorra y colocarla en el pallet armado	1		0,33			X						X
6	Levantar el pallet con la zorra	1		0,1	X						X		
7	Transportar el pallet hacia el centro de la sala y quitar la zorra	1	4	0,22		X							X
8	Buscar esquineros y film stretch	1	10	0,52			X						X
9	Colocar esquineros	1		0,17	X					X			
10	Colocar film stretch y girar alrededor del pallet hasta embalar completamente el mismo	1		1,53	X					X			
11	Devolver film stretch a su lugar	1	5	0,15			X						X
12	Buscar etiqueta de identificación y colocarla en el pallet	1	5	0,5			X				X		
13	Colocar zorra, levantar pallet y retirarlo de la Nave 2	1		0,48	X						X		
TOTAL			36	49,12	6	3	4	0	0	3	5	5	

Tabla 4.11: Cursograma analítico del ciclo 7

4.5 Diagrama actual de recorrido de los operarios

Las tareas mencionadas anteriormente, son descripciones detalladas de las actividades que realizan los operarios, las cuales necesitan de diversos elementos tales como máquinas y medios logísticos para interconectarse y poder avanzar en la línea de producción.

Luego de establecer la interacción de las operaciones llevadas a cabo para la elaboración de legumbres, debemos esquematizar la distribución de éstas sobre el layout. Con la combinación de todos los elementos y tareas pertenecientes al proceso se analizarán los diagramas de recorrido actuales de las áreas de trabajo más críticas, para luego desarrollar propuesta de mejoras en cada una de ellas.

4.5.1 Diagrama de recorrido en sala de selección y remojo

El proceso de clasificación de los granos de legumbre y su posterior remojo ocurren en la misma sala de trabajo, donde las actividades son ejecutadas manualmente por las operarias, efectuando tareas de desplazamiento de un sector a otro de la materia prima y otros elementos necesarios para completar el proceso.

Registrando las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenajes, en el mismo orden en que tienen lugar. Señalando la ruta de los movimientos por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama con su símbolo correspondiente. Discriminando las actividades del Ciclo 1 y el Ciclo 2 en dos diagramas de recorrido diferentes, para mejor visualización de las actividades realizadas.

Diagrama de recorrido selección de Legumbres

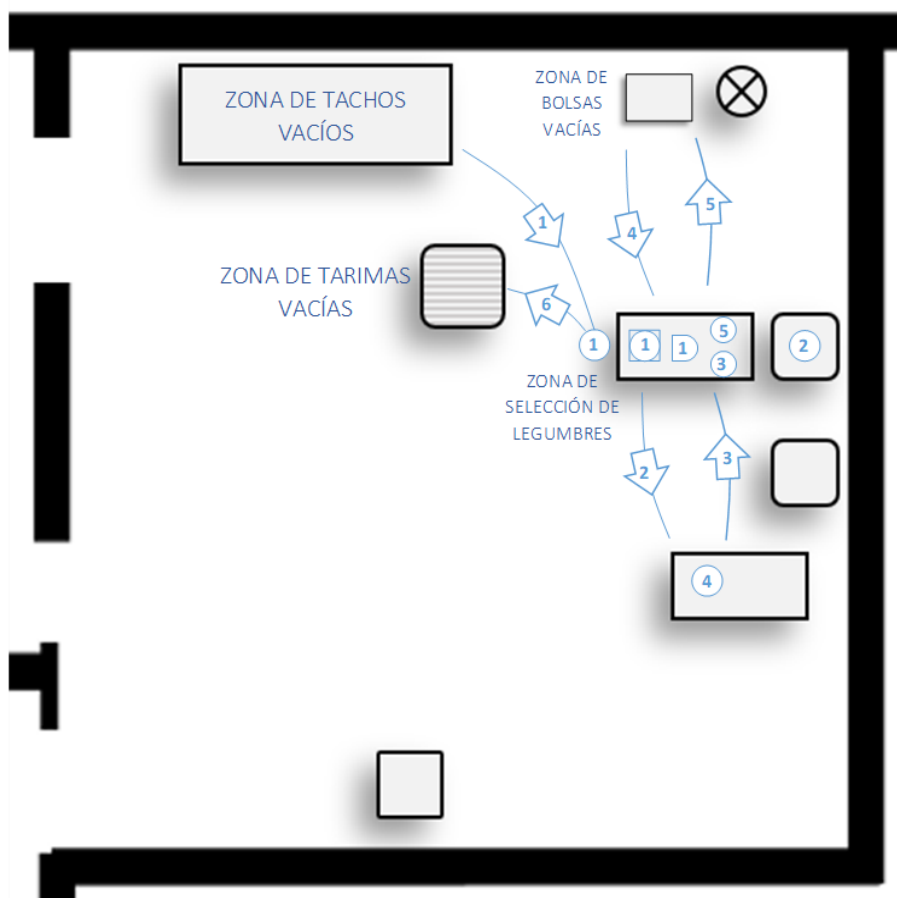


Figura 4.32: Diagrama de recorrido del ciclo 1

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
OPERACIÓN	○	5
TRANSPORTE	➔	6
ESPERA	D	1
OPERACIÓN COMBINADA	◻	1

Tabla 4.12: Cantidad de actividades en ciclo 1 según diagrama de recorrido

Diagrama de recorrido remojo de Legumbres

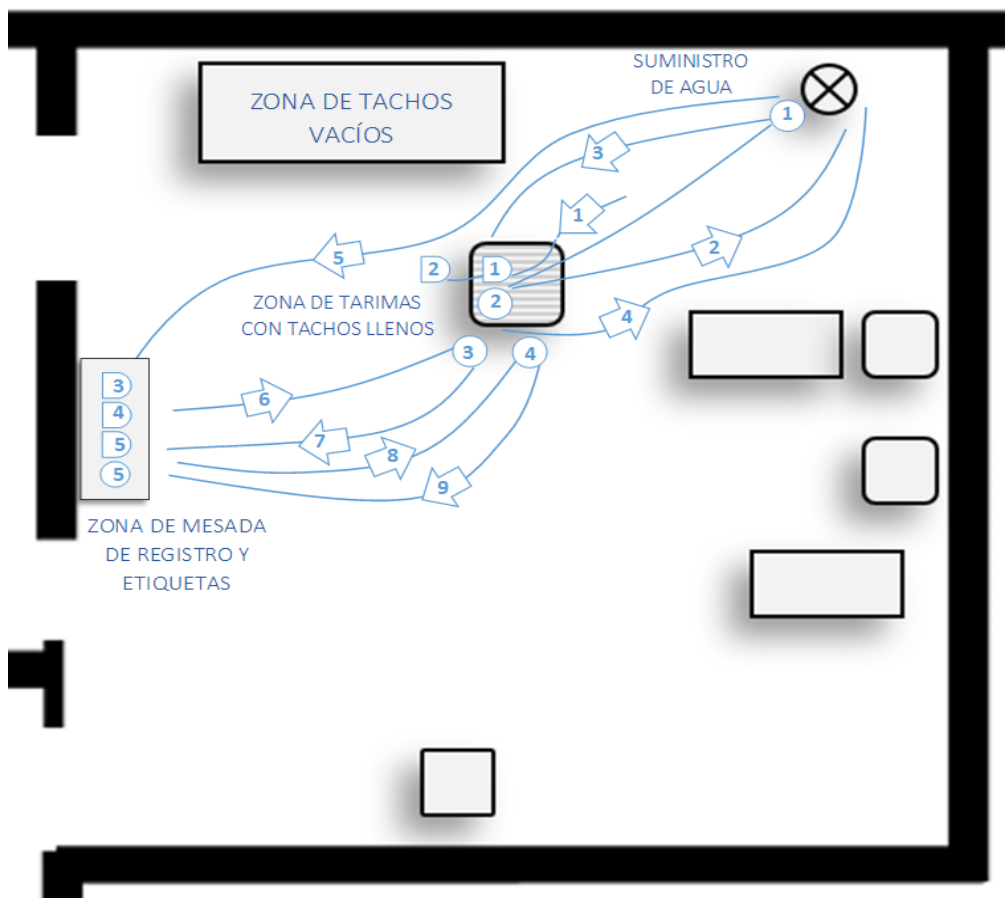


Figura 4.33: Diagrama de recorrido del ciclo 2

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
OPERACIÓN	○	5
TRANSPORTE	➔	9
ESPERA	D	5

Tabla 4.13: Cantidad de actividades en ciclo 2 según diagrama de recorrido

4.5.2 Diagrama de recorrido en palletizado y embalaje

El proceso de embandejado y palletizado ocurren en la misma área de trabajo junto a la *Cardboard Packer 32*, las actividades son ejecutadas manualmente por dos operarios, desplazándose de un sector a otro para buscar los materiales necesarios para completar el embalaje del producto final.

Para llevar a cabo el diagrama de recorrido del Ciclo 7, registrando las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenajes, en el mismo orden en que tienen lugar, se discriminaron las actividades en dos diagramas de recorrido diferentes para cada operario, logrando una mejor visualización de las actividades realizadas por los mismos.

Diagrama de recorrido Operario Palletizado

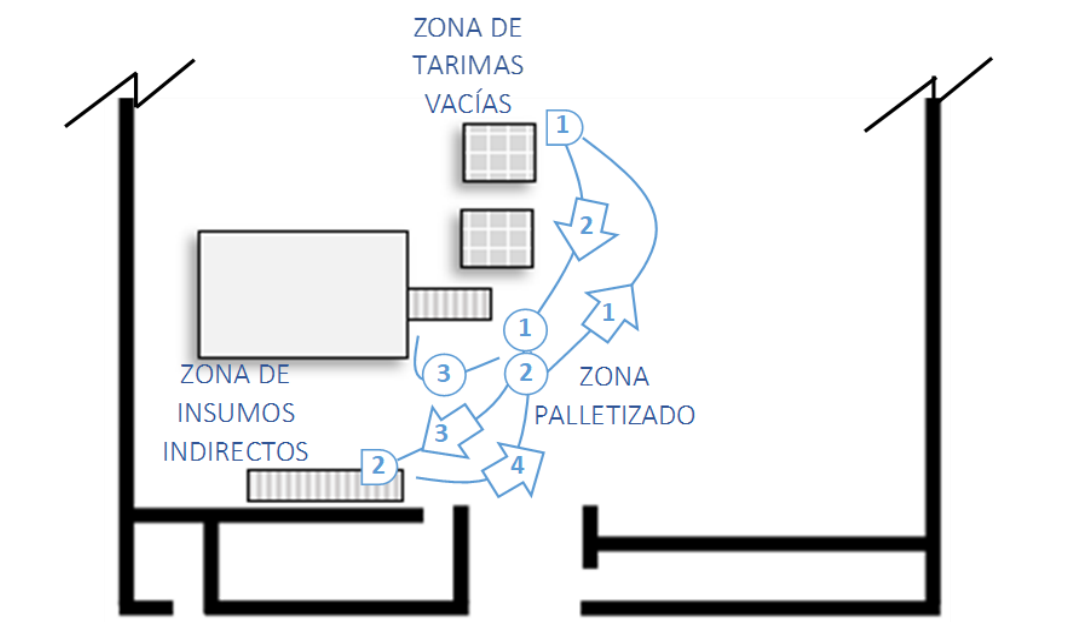


Figura 4.34: Diagrama de recorrido del palletizado en ciclo 7

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
OPERACIÓN	○	3
TRANSPORTE	➔	4
ESPERA	D	2

Tabla 4.14: Cantidad de actividades del palletizado en ciclo 7 según diagrama de recorrido

Diagrama de recorrido Operario Embalaje

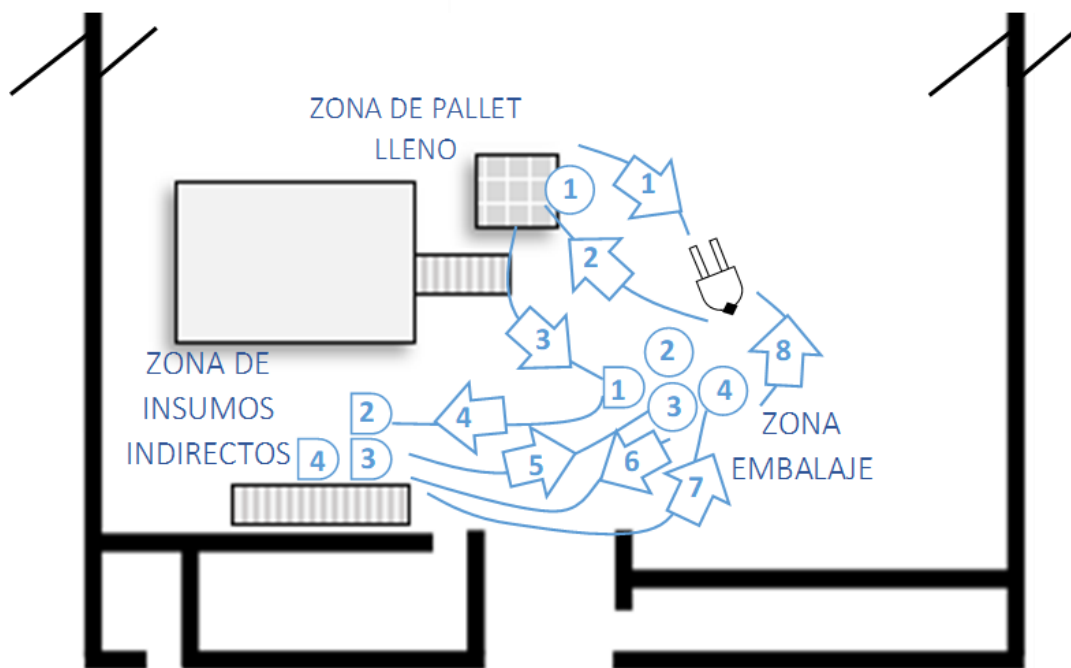


Figura 4.35: Diagrama de recorrido del embalaje del pallet en ciclo 7




ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
OPERACIÓN		4
TRANSPORTE		8
ESPERA		4

Tabla 4.15: Cantidad de actividades del embalaje en ciclo 7 según diagrama de recorrido

Capítulo 5: Soluciones propuestas

Considerando la problemática planteada anteriormente, las autoras proponen mejoras para cada puesto de trabajo que lo permita, con el fin de favorecer las condiciones de trabajo de cada personal operativo, así como la productividad del puesto. Para ello, las mejoras se enfocarán en aquellos puestos en los cuales mayor incidencia tiene el hombre.

Para lograr este objetivo, en el ciclo 1, 2 y 7 se propone el rediseño del layout y modificaciones en las formas de trabajo, con lo cual se contempla la disminución y, en algunos casos, la eliminación de transporte por parte del operario, lo que genera tiempos improductivos para la operación.

También se considera el aumento de la satisfacción de los operadores, mejorando la forma y la ergonomía de trabajo, generando de esta manera buena predisposición de su parte y reduciendo la fatiga que se genera con el correr de las horas durante el turno de trabajo. Cabe destacar que para esta modificación no se requiere mayor superficie de trabajo que la que actualmente se utiliza.

En primer lugar se calcula la capacidad productiva para un turno de trabajo de ocho horas, teniendo en cuenta el proceso térmico como determinante de la velocidad de la línea. Este dato será necesario para establecer la cantidad de granos de arvejas que se deberían poner en remojo y así, calcular la cantidad de personal que será necesario para la selección de los mismos.

Como se mencionó, se considera un turno de trabajo de ocho horas productivas, es decir, 480 minutos. Se consideran productivas al total de las horas del turno de trabajo debido a que cada operario cuenta con 30 minutos de descanso, el cual es tomado alternadamente entre cada personal involucrado en la línea de manera tal que la máquina no deba detenerse en ningún momento.

Para determinar el peso escurrido promedio de los envases antes del proceso térmico, se tomó el registro de control de proceso llevado a cabo por el personal de laboratorio en donde se toman cinco muestras del producto a la salida de la máquina envasadora cada una hora y se registra su peso escurrido. El mismo declara que el peso escurrido promedio para un envase de Arvejas Secas Remojadas es 175,5 gramos, tal como se muestra a continuación:

HORA DE CONTROL	PESO ESCURRIDO (gramos)
14:20	176
	177
	180
	173
	175
15:10	176
	179
	180
	173
	175
16:10	176
	170
	175
	177
	173
17:10	176
	177
	176
	178
	176
19:10	177
	173
	175
	173
	174
20:10	177
	176
	175
	178
	172
21:10	175

	173
	179
	176
	172
PESO ESCURRIDO PROMEDIO	175.5

Tabla 5.1: Control de peso escurrido a la salida de la envasadora

Como se mencionó anteriormente en la *etapa 4* del proceso, la envasadora tiene una velocidad de 5.580 envases por hora, dato obtenido a partir de contar cuántos envases por minuto salen de la máquina durante 9 minutos.

Una vez que los envases salen de la envasadora, se dirigen hacia la jaula de carga en donde ingresan al rack. Cada rack demanda entre 15 y 18 minutos en ser completado con 1296 envases, por lo que, en la etapa 5 del proceso (autoclave), el tiempo máximo disponible para realizar la carga del autoclave con cuatro es de 70 minutos, de manera tal que se pueda asegurar la inocuidad del producto y que inicie el proceso térmico con una temperatura mayor a 30°C.

El tiempo del proceso térmico promedio es 104 minutos desde que cierra hasta que abre la puerta del autoclave. Sumando el tiempo que tarda el operario en sacar los racks del autoclave (4 minutos), el tiempo total del proceso térmico es 108 minutos. A los fines prácticos, este tiempo fue redondeado a 110 minutos. Por otra parte, el tiempo que tardan en descargarse los cuatro racks en la jaula de descarga es el mismo que el tiempo de carga de autoclave, 70 minutos. Resumiendo:

Capacidad de autoclave	4 racks de 1296 envases cada uno
Tiempo de carga de autoclave	70 minutos
Tiempo de proceso térmico	110 minutos
Tiempo de descarga de autoclave	70 minutos

Tabla 5.2: Tiempos de proceso térmico

Para un análisis más profundo del proceso térmico y determinar la cantidad óptima de usos de autoclave que se deben realizar por turno, considerando que la empresa cuenta con dos equipos Autoclave, se plasmó esta etapa en un diagrama de Gantt considerando un turno de trabajo de 480 minutos.

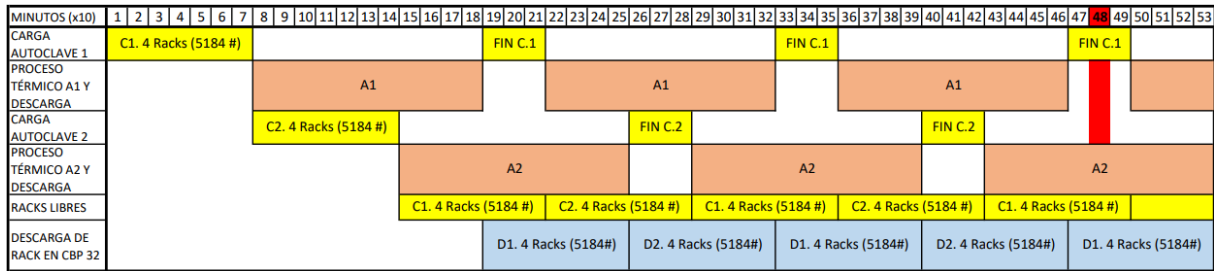


Gráfico 5.1: Diagrama de Gantt del proceso térmico

Donde:

- **C1:** Carga de Autoclave 1.
- **A1:** Autoclave 1.
- **C2:** Carga de Autoclave 2.
- **A2:** Autoclave 2.
- **D1:** Descarga de racks de autoclave 1 en Cardboard Packer 32 (CBP 32), equipo de empaquetado.
- **D2:** Descarga de racks de autoclave 2 en CBP 32.

A partir de lo anterior podemos determinar que para un turno de trabajo de 480 minutos, la cantidad de procesos térmicos en autoclave que se pueden accionar son **seis**.

Como la capacidad del autoclave es cuatro racks de 1.296 envases cada uno, la cantidad de envases que ingresan por autoclave es:

$$Capacidad\ de\ Autoclave = 4 \frac{racks}{autoclave} \times 1.296 \frac{envases}{rack} = 5.184 \frac{envases}{autoclave}$$

El Autoclave tiene un tiempo promedio de llenado de 70 minutos con 5.184 envases. Por otra parte, la envasadora libera 5.580 envases en 60 minutos, por lo que en 70 minutos produce 6.510 envases, 1.326 envases más que lo demandado por el autoclave, dejando en evidencia el desbalance de línea existente.

Si en un turno de ocho horas el autoclave puede utilizarse seis veces, y sabiendo que cada uso demanda 5.184 envases, la cantidad de envases que se deben producir por turno es:

$$Envases\ por\ turno = 6 \frac{usos\ de\ autoclave}{turno} \times 5.184 \frac{envases}{autoclave} = 31.104 \frac{envases}{turno}$$

Considerando el peso escurrido promedio antes del autoclave calculado anteriormente (175,5 gramos), los kilogramos de granos de arveja remojada necesarios por turno son los siguientes:

$$\frac{\text{Kg necesarios}}{\text{turno}} = \frac{31.104 \frac{\text{envases}}{\text{turno}} \times 175,5 \frac{\text{g}}{\text{envase}}}{1000 \frac{\text{g}}{\text{Kg}}} = 5.459 \frac{\text{Kg de grano remojado}}{\text{turno}}$$

Las autoras analizaron la variación del volumen del grano a medida que pasan las horas en remojo. Para ello se tomó como muestra 1 kilogramo de grano de arveja seco colocando la misma en remojo. Se llegó a la conclusión de que el peso del grano seco aumenta un 100% después de las 9 horas de remojo, pasado ese tiempo el crecimiento se mantiene lineal, motivo por el cual durante el proceso los granos de legumbre necesitan un tiempo mínimo de remojo de 9 horas.

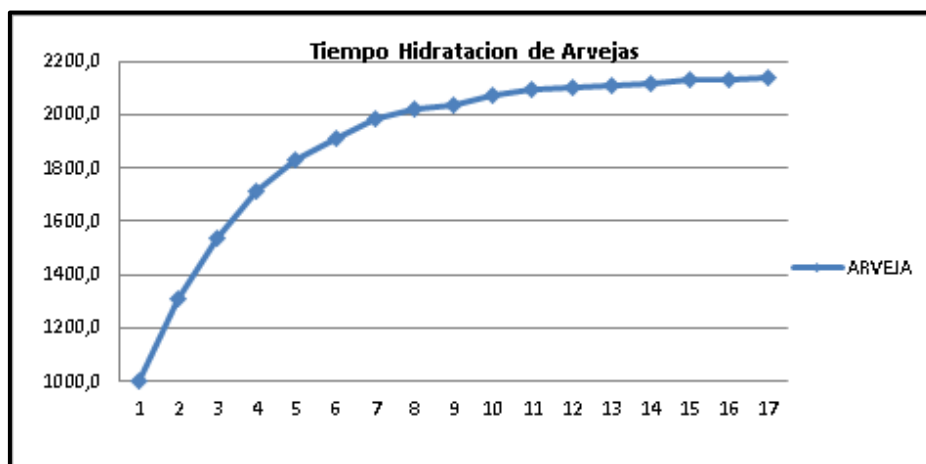


Gráfico 5.2: Variación del volumen del grano seco de arveja de acuerdo a las horas en remojo

A partir de lo anterior se deduce que la cantidad de granos de arveja seca necesaria para un turno de producción es:

$$\text{Kg de grano seco necesarios} = \frac{5.459 \text{ Kg grano remojado}}{2} = 2.730 \frac{\text{Kg de grano seco}}{\text{turno}}$$

Sabiendo que la materia prima viene contenida en sacos de polietileno (rafia) de 25 kilogramos, para poder cubrir la demanda de producción dada por el proceso térmico es necesario que el Operario seleccione la siguiente cantidad de bolsas:

$$\text{Bolsas a seleccionar por turno} = \frac{2.730 \frac{\text{Kg grano seco}}{\text{turno}}}{25 \frac{\text{Kg}}{\text{bolsa}}} = 109 \frac{\text{bolsas}}{\text{turno}}$$

Para llevar a cabo el remojo de los granos de legumbre, se utilizan tachos plásticos de 200 litros en los cuales se introducen 50 kilogramos de grano seco. A partir de esto, la cantidad de tachos que se requiere utilizar en un turno de trabajo es:

$$\text{Tachos de remojo necesarios por turno} = \frac{2.730 \frac{\text{Kg grano seco}}{\text{turno}}}{50 \frac{\text{Kg grano seco}}{\text{tacho}}} = 54,6 \cong 55 \frac{\text{tachos}}{\text{turno}}$$

Una vez completados los tachos, se colocan cuatro unidades encima de una tarima para proceder al remojo, por lo tanto las tarimas que serán necesarias por turno serán las siguientes:

$$\text{Tarimas necesarias por turno} = \frac{55 \frac{\text{tachos}}{\text{turno}}}{4 \frac{\text{tachos}}{\text{tarima}}} = 13,75 \cong 14 \frac{\text{tarimas}}{\text{turno}}$$

Recordando el estudio de tiempos del Ciclo 1 y del Ciclo 2, para completar la selección de legumbres de una tarima, el tiempo total del Ciclo 1 es 79,48 minutos y para el remojo de los cuatro tachos de la tarima, el tiempo total del Ciclo 2 es 15,57 minutos.

Sumando ambos tiempos, es decir, la selección y remojo de una tarima con cuatro tachos y, recordando que este tiempo corresponde a dos operarios trabajando en el puesto, el resultado es **95,05 minutos**.

Cada operario cuenta con 30 minutos de descanso, en un turno de trabajo de 8 horas (480 min), suponiendo que mantienen un ritmo constante a lo largo del turno, actualmente deberían seleccionar:

$$\text{Tarimas seleccionadas por dos operarios} = \frac{(480 - 30 \frac{\text{minutos}}{\text{turno}})}{95,05 \frac{\text{minutos}}{\text{tarima}}} = 4,73 \cong 5 \frac{\text{tarimas}}{\text{turno}}$$

$$\text{Tachos seleccionados} = 5 \frac{\text{tarimas}}{\text{turno}} \times 4 \frac{\text{tachos}}{\text{tarima}} = 20 \frac{\text{tachos}}{\text{turno}} \text{ cada 2 operarios}$$

En resumen los datos obtenidos a partir de los cálculos realizados son los siguientes:

Horas por turno:	8 horas = 480 minutos
Capacidad del autoclave:	5.184 envases/autoclave
Envases a elaborar por turno:	31.104 envases/turno
Kg de granos remojados necesarios por turno:	5.459 Kg
Kg de granos secos necesarios por turno:	2.730 Kg
Bolsas de 25 Kg a seleccionar por turno:	109 bolsas/turno
Tachos de remojo necesarios por turno:	55 tachos/turno
Tarimas necesarias por turno:	14 tarimas/turno
Tarimas seleccionadas por turno:	5 tarimas/turno cada dos operarios

Tachos seleccionados por turno:	20 tachos/turno cada dos operarios
--	------------------------------------

Tabla 5.3: Recolección de datos para selección y remojo de legumbres

Actualmente se dispone de 4 operarios, por lo que trabajando al ritmo actual, deberían seleccionar 40 tachos por turno, pero en la realidad esto no ocurre. La cantidad de tachos que normalmente se colocan en remojo durante un turno son entre 27 y 35 aproximadamente.

Esta información se obtuvo a partir de registros brindados a las autoras por el área de Producción de la empresa en estudio, en el cual los operarios registran la cantidad de tachos puestos en remojo por turno. Dicho registro es confidencial, pero a continuación se muestra un ejemplo del mismo modificando la información provista por la empresa, evidenciando sólo la hora de inicio de remojo e inicio de envasado y la cantidad de tachos remojados:

N° de Tacho	Concentración de Cloro ppm	Fecha de hidratación	Hora de inicio de hidratación	Lote de envasado	Fecha de envasado	Hora de inicio de envasado	Tiempo de Hidratación (Horas)
1	0.5	1/1/2022	17:39	20001	2/1/2022	15:20	25
2	0.5	1/1/2022	17:42	20001	2/1/2022	15:30	25
3	0.5	1/1/2022	17:45	20001	2/1/2022	15:35	25
4	0.5	1/1/2022	17:48	20001	2/1/2022	15:45	25.5
5	0.5	1/1/2022	17:52	20001	2/1/2022	15:50	25.5
6	0.5	1/1/2022	20:00	20001	2/1/2022	16:00	20.5
7	0.5	1/1/2022	20:03	20001	2/1/2022	16:05	20.5
8	0.5	1/1/2022	20:06	20001	2/1/2022	16:15	20.5
9	0.5	1/1/2022	20:09	20001	2/1/2022	16:25	20.5
10	0.5	1/1/2022	20:12	20001	2/1/2022	16:35	20.5
11	0.5	1/1/2022	20:15	20001	2/1/2022	16:45	20.5
12	0.5	1/1/2022	20:18	20001	2/1/2022	17:20	21
13	0.5	1/1/2022	20:21	20001	2/1/2022	17:45	21
14	0.5	1/1/2022	22:30	20001	2/1/2022	19:05	21
15	0.5	1/1/2022	22:33	20001	2/1/2022	19:30	21
16	0.5	1/1/2022	22:36	20001	2/1/2022	19:35	21
17	0.5	1/1/2022	22:39	20001	2/1/2022	19:45	21
18	0.5	1/1/2022	22:41	20001	2/1/2022	19:55	21
19	0.5	1/1/2022	22:44	20001	2/1/2022	20:00	21
20	0.5	1/1/2022	22:47	20001	2/1/2022	20:15	21
21	0.5	1/1/2022	22:50	20001	2/1/2022	20:22	21
22	0.5	1/1/2022	23:30	20001	2/1/2022	20:30	21
23	0.5	1/1/2022	23:33	20001	2/1/2022	20:45	21
24	0.5	1/1/2022	23:36	20001	2/1/2022	21:00	21.5
25	0.5	1/1/2022	23:39	20001	2/1/2022	21:07	21.5

26	0.5	1/1/2022	23:42	20001	2/1/2022	21:15	21.5
27	0.5	1/1/2022	23:44	20001	2/1/2022	21:30	21.5

Tabla 5.4: Registro de tachos remojo por turno

Analizando los datos del registro proporcionado, se observa que el tiempo de remojo supera al tiempo mínimo de nueve horas. Además, es notorio el incumplimiento del procedimiento establecido para la etapa de remojo ya que entre las 17:52 y las 20:00 no se puso en remojo ningún tacho, dando a entender que primero fueron seleccionados todos los tachos y por último remojo.

A continuación las autoras proponen mejoras para el proceso de elaboración de legumbres con el objetivo de estandarizar las formas de trabajo y disminuir o eliminar el desbalance de línea detectado durante el estudio del mismo y lograr acercarse a cumplir con la demanda de producción.

Cabe destacar que, en una primera instancia, las propuestas serán sin necesidad de inversión por parte de la empresa mediante el uso de herramientas de la filosofía Lean Manufacturing. Por otra parte, se mencionan mejoras que requerirán invertir si la empresa estuviera dispuesta a llevarlas a cabo para aumentar aún más la eficiencia de la línea y del personal operativo, así como el cumplimiento de la demanda.

5.1 Propuesta de mejora: sala de selección y remojo

El tiempo de ciclo (TC) es el tiempo que transcurre entre la producción de dos unidades consecutivas de un producto. El tiempo de ciclo es un cálculo que determina cuánto tiempo se necesita para producir una cantidad específica de unidades de acuerdo al tiempo de producción diario. En otras palabras, es una medida de qué tan rápido necesitas fabricar un producto para satisfacer la demanda de producción requerida. El Tiempo de Ciclo se calcula dividiendo el tiempo de trabajo disponible por el número de unidades de producto demandadas.

Para determinar el tiempo que se debería emplear en seleccionar y remojar una tarima completa de cuatro tachos con 50 Kilogramos de arveja cada una, y a su vez, calcular el número de puestos mínimos necesarios para este ciclo del proceso, se utiliza el concepto de Tiempo de Ciclo considerando como demanda a la capacidad de producción en un turno de trabajo, la cual es determinada por el proceso térmico en autoclave, etapa que define la velocidad de la línea.

Tal como se describió en el análisis realizado, la capacidad de producción en un turno de trabajo es 2.730 Kilogramos de grano de arveja seco, lo que equivale a 14 tarimas de cuatro tachos cada una. Por otra parte, el personal cuenta con un tiempo

de descanso de 30 minutos en una jornada de trabajo de 480 minutos (8 horas).

Debido a que la selección de legumbres es una actividad que actualmente se ejecuta completamente de manera manual y visual, para llevar a cabo la clasificación de una bolsa de granos es necesario contar con dos personas en este puesto de trabajo con el fin de lograr una mayor eficacia de la tarea. Es por esto que, para calcular el ritmo de trabajo y poder cumplir con la demanda, se considera el tiempo disponible para dos operarios, es decir, 450 minutos cada uno por turno.

$Tiempo\ de\ Ciclo\ (TC) = \frac{Tiempo\ disponible}{Unidades\ requeridas}$
$TC = \frac{(480 - 30 \frac{minutos}{turno}) * 2\ operarios}{14 \frac{tarimas}{turno}}$
$TC = 65 \frac{minutos}{tarima\ seleccionada\ y\ remojada}$ cada dos operarios

Con el tiempo actual que demoran dos operarios en seleccionar y remojar una tarima, el número de puestos mínimos necesarios es el siguiente:

$N^\circ\ puestos\ mínimos\ actualmente = \frac{Suma\ de\ tiempos\ de\ tareas}{Tiempo\ de\ Ciclo}$
$N^\circ\ puestos\ mínimos\ actualmente = \frac{95,05\ minutos/tarima}{65\ minutos/tarima} = 1,46 \cong 2\ puestos$

Sin embargo, este número mínimo de puestos no siempre se cumple. Debido a la manera poco productiva en la cual se ejecuta esta etapa del proceso, la empresa se ve obligada a designar más cantidad de personal en realizar la selección de legumbres, llegando a ocupar hasta 5 puestos de trabajo (10 personas aproximadamente) en un turno de trabajo, de los cuales dos trabajan en la sala designada a esta tarea y los tres puestos restantes se desempeñan en la Nave 3, la cual se encuentra continua a la Nave 2. Como consecuencia, la distancia recorrida por los operarios es mucho mayor al tener que trasladar los tachos con granos secos de una sala a otra, para luego colocar los mismos en remojo.

De esta manera, la empresa incurre en más costos al utilizar mayor mano de obra que la necesaria con el objetivo de cubrir la demanda de la línea. Además, las condiciones de trabajo no son las óptimas, pudiendo afectar la calidad del producto y la salud de los operarios al no contar con puestos estandarizados y ergonómicos.

A continuación puede observarse la adición de tres puestos de selección de legumbres

ubicados en la Nave 3 de la empresa, de los cuales dos de ellos cuentan con tres operarias, siendo un total de 8 personas seleccionando granos, además de los dos puestos ubicados en sala de selección de Nave 2.



Figuras 5.1 y 5.2: Selección de legumbres en Nave 3

5.1.1 Propuesta de mejora para Ciclo 1 “Selección”

Actualmente el Ciclo 1 cuenta con 11 actividades, sumando un total de 79,48 minutos y una distancia total recorrida por el operario de 60 metros.

La primera propuesta de mejora que las autoras definen para esta etapa consiste en atacar las actividades que no agregan valor (NAV) definidas en el cursograma analítico correspondiente a este ciclo, es decir, las operaciones 5 y 7 del mismo:

- *Operación 5: Buscar cuchilla y regresar a la bandeja de inspección.*
- *Operación 7: Bajar banco escalera, dejar cuchilla en la otra mesa de inspección y regresar al puesto de trabajo.*

El motivo de existencia de estas actividades se debe a que los operarios sólo cuentan con una cuchilla para ambas mesadas y en varias ocasiones, no tienen conocimiento del lugar donde la misma se encuentra, incurriendo tiempo improductivo en buscar la cuchilla. Para lograr eliminar ambas etapas, se sugiere la compra de una segunda cuchilla de manera tal que cada mesada cuente con una, eliminando así la operación número 5. Por otra parte, establecer una posición fija para la cuchilla permitiendo de esta manera que el operario sepa dónde encontrar la herramienta. Para conseguir esto, las autoras proponen que cada cuchilla sea fijada a la mesada mediante una cadena tal como se muestra en la siguiente figura ilustrativa:



Figura 5.3: Mesada con cuchilla propuesta

De esta manera, el tiempo disminuido para la selección de ocho bolsas (una tarima completa) será 6,96 minutos, resultado de sumar el tiempo total de la operación 5 y la operación 7.

En segundo lugar se atacan las actividades que no agregan valor pero son necesarias (NNAV), buscando reducir el tiempo incurrido en cada una de ellas.

En la actividad 1 y 2, el operario toma un tacho y lo traslada hacia la bandeja de inspección repitiendo esta actividad cuatro veces para una tarima, recorriendo un total de 52 metros en 0,88 minutos. La mejora propuesta es que el operario coloque una tarima junto a la mesa de selección (la cual se menciona en la mejora de la actividad 11), y cuando este busque los tachos, tome dos en lugar de uno a la vez y traslade los mismos hacia un lado de la mesada.

Al realizar el estudio del trabajo, se observa que el operario utiliza solo una mano para sostener y trasladar el tacho, quedando la otra mano desocupada, por lo que esta mejora sería factible, reduciendo de esta manera la distancia recorrida y el tiempo total a la mitad, es decir, la distancia ahora se reduce a 26 metros y el tiempo total incurrido a 0,44 minutos.

En la actividad 10, al finalizar la selección y clasificación de una bolsa, se observa que la operaria baja el banco escalera para depositar la bolsa remanente sobre el suelo y luego vuelve a subir para continuar con la próxima clasificación. Este movimiento lo repite ocho veces por tarima, demorando un total de 2,24 minutos, es decir, 0,28 minutos cada bolsa. Para mejorar esta operación, se sugiere la colocación de un tacho para residuos junto a la operaria, con la correspondiente identificación “plásticos” de manera tal de cumplir con el procedimiento de gestión de residuos y el requisito de la norma BPM. Realizando esta mejora, el tiempo promedio que se demora en desechar la bolsa se reduce a 0,08 minutos por bolsa, dando un total de 0,64 minutos por tarima.



Figura 5.4: Propuesta de tacho para residuos junto a mesada

Finalmente, la actividad 11 consiste en quitar el tacho de la tolva y trasladarlo hacia un costado a la espera de ser removido a una tarima para su posterior remojo, causando de esta manera la obstrucción en el área de trabajo y un repetitivo traslado. Para mejorar esta situación, las autoras proponen la colocación de una tarima junto a la mesa de selección, siendo esta la actividad 1 y 2 del Ciclo 1. Al finalizar la selección y completar cada tacho con dos bolsas de granos de legumbre, ambas operarias remueven el tacho, lo trasladan hacia la tarima continua y entre ambas, lo suben a la misma, repitiendo esta secuencia hasta completar la tarima con cuatro tachos de granos secos.

De esta manera, el transporte que realizaba la operaria cuatro veces en la actividad 2 del Ciclo 2 se reduce sólo a una al trasladar la tarima con cuatro tachos a la zona de remojo por medio de una zorra disponible y la actividad 3 del Ciclo 2 (*subir tacho a la tarima*) pasa a formar parte del Ciclo 1.

Al tiempo total actual de la actividad 11 se adiciona la mitad del tiempo total que incurre la operaria en subir el tacho a la tarima (0.3 minutos), debido a que el esfuerzo realizado ahora se divide en dos facilitando de esta manera la tarea y reduciendo el tiempo de ejecución. El tiempo total de la actividad 11 sería de 0,98 minutos.

Resumiendo, el tiempo total del Ciclo 1 para un puesto de selección y clasificación de materia prima de una tarima (200 kilos de grano seco), pasaría de 79,48 a 70,87 minutos y la distancia total recorrida por las operarias se reduce de 60 a 34 metros, con un total de 9 actividades.

Tiempo actual (minutos)	Tiempo con mejoras (minutos)	Ahorro (%)	Distancia recorrida actual (metros)	Distancia recorrida con mejoras (metros)	Ahorro (%)
79,48	70,87	10,83%	60	34	43,3%

Tabla 5.5: Mejoras obtenidas en Ciclo 1

El tiempo de cada actividad del Ciclo de trabajo realizado con las propuestas se obtuvo a partir de pruebas pilotos solicitadas por las autoras al personal operativo. Las mismas se detallan en el siguiente cursograma analítico del método propuesto:

Cursograma Analítico		Operario / Material / Equipo														
Diagrama num. 1	Hoja núm. 1 de 1	RESUMEN														
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA										
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 TARIMA CON 4 TACHOS		Operación	○	50%	67%	17%										
ACTIVIDAD:		Transporte	⇒	20%	22%	2%										
CICLO 1 - Clasificación y Selección de legumbres		Espera	D	20%	0%	-20%										
		Inspección	□	10%	11%	1%										
		Almacenamiento	▽	0%	0%	0%										
MÉTODO:	Actual/Propuesto	DISTANCIA TOTAL (m)		TIEMPO TOTAL (min)		AV	NNAV	NAV								
LUGAR:	Empresa en estudio	34		70,87		11,11%	88,89%	0,00%								
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA UN. (m)	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO UN. (min)	TIEMPO TOTAL (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV		
							○	⇒	D	□	▽					
1	Tomar tarima y colocarla junto a la mesa de selección	1		0	0,09	0,09	X								X	
2	Buscar dos tachos de 200 litros y trasladarlos hasta la bandeja de inspección	2	13	26	0,22	0,44		X							X	
3	Levantar tolva, colocar tacho debajo de la misma, bajar tolva y subir al banco	4		0	0,16	0,64	X								X	
4	Tomar la bolsa de legumbre y arrastrar la bolsa hacia la bandeja de inspección	8		0	0,35	2,8	X								X	
5	Tomar cuchilla, cortar cinta de seguridad de bolsa y abrir bolsa	8		0	0,22	1,76	X								X	
6	Volcar granos de legumbres sobre bandeja	8		0	0,09	0,72	X								X	
7	Inspeccionar granos de legumbre sobre bandeja	8		0	7,85	62,8				X		X				
8	Desechar bolsa vacía en tacho junto a mesada	8		0	0,08	0,64	X								X	
9	Retirar tacho con granos secos de la bandeja de inspección, trasladarlo hacia la tarima continua y subirlo a la misma	4	2	8	0,245	0,98		X							X	
TOTAL				34		70,87	6	2	0	1	0	1	8	0		

Tabla 5.6: Cursograma Analítico propuesto para Ciclo 1

5.1.2 Propuesta de mejora para Ciclo 2 “Remojo”

Por otra parte, el Ciclo 2 correspondiente al remojo de legumbres se compone actualmente de 12 actividades que demandan un total de 15,57 minutos y un recorrido de 121 metros entre las estaciones de trabajo.

En primer lugar, se define una nueva manera de ejecutar las actividades 1 y 2 (*tomar tacho con legumbres y trasladarlo hacia una tarima disponible*) al colocar una tarima junto a la mesada de selección sobre la cual los operarios irán depositando cada tacho seleccionado. Una vez completada la tarima con cuatro tachos, dos operarios, uno de cada puesto de trabajo, trasladarán la misma utilizando una zorra como medio logístico.

Como se mencionó anteriormente, esto reduce el tiempo y la distancia que actualmente recorre el operario al trasladar un tacho a la vez hacia la tarima disponible para remojo. Con la forma de trabajo propuesta, el operario recorrerá la misma distancia pero sólo una vez, en consecuencia, el tiempo total de la actividad disminuye.

Para completar una tarima con cuatro tachos actualmente el operario debe recorrer una distancia total de 44 metros con un tiempo total de 1,28 minutos (*tiempo operación 1 + tiempo operación 2*). Ejecutando la tarea según el método propuesto, la distancia total se reduce a 11 metros y el tiempo total a 0,7 minutos considerando la colocación de la zorra, el bombeo hidráulico del operario para levantarla y el traslado a la zona de remojo.

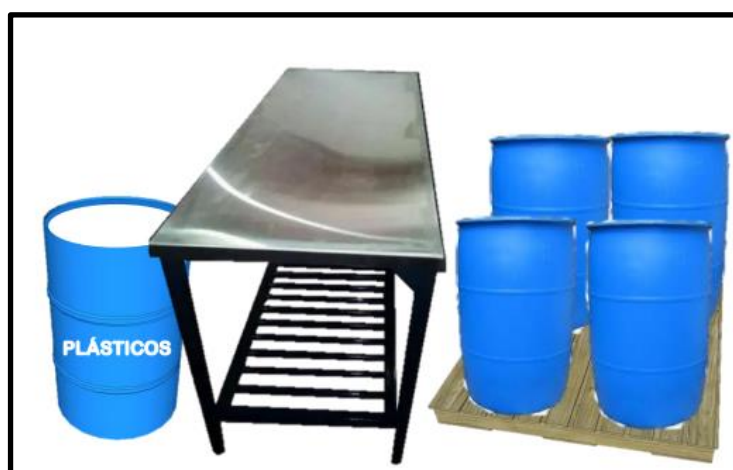


Figura 5.5: Propuesta de tarima junto a mesada de selección

En segundo lugar, las autoras proponen mejoras para las actividades 4 y 5 de este ciclo, definidas como actividades que no agregan valor pero son necesarias (NNAV) en el cursograma analítico, con el objetivo de reducir el tiempo demandado por las mismas conjuntamente con los desplazamientos que debe realizar el operario

para llevarlas a cabo.

Para dar inicio al remojo de las legumbres, se debe efectuar en primer lugar la actividad 4, donde el operario debe buscar la manguera que se encuentra en el suelo o dentro de otro tacho, ir hacia la tarima que se remojará y colocarla dentro de un tacho. Ésta actividad es realizada una vez y el tiempo incurrido es de 0,14 minutos.

Seguidamente en la Actividad 5, el operario debe dirigirse hacia la llave de paso de agua, abrirla y dirigirse nuevamente hacia el tacho donde se encuentra posicionada la manguera, ejecutando ésta tarea una vez, con un recorrido de 18 metros y un tiempo medido de 0,33 minutos.

Una vez finalizado el llenado de los cuatro tachos con agua, el operario se dirige a cerrar el paso de agua pero la manguera queda colocada en el último tacho que se remojó, generando que la sala se encuentre obstruida por la manguera y dificultando el traslado de tachos y el paso de la zorra en los traslados.

Para mejorar el desempeño de estas actividades se propone la incorporación de una pistola de riego industrial para ser colocada en el extremo de la manguera. Además, al finalizar cada remojo de tarima, el operario debe devolver la manguera a su lugar destinado en el sector donde se encuentra el paso de agua.

De esta manera, el operario deberá buscar la manguera en su sector definido y abrir paso de agua, la cual no será expulsada hasta no presionar el gatillo de la pistola, luego dirigirse hacia la tarima a remojar, llenar cuatro tachos con agua presionando el gatillo para permitir el paso del agua, y finalmente devolver la manguera a su lugar y cerrar paso de agua logrando que el orden en la sala de remojo se vea incrementado.

La pistola propuesta es una pistola metálica de una sola pieza de manera tal que el peligro físico sobre el producto sea el mínimo posible de acuerdo al análisis de peligros del proceso según HACCP, tal como se observa en la siguiente imagen ilustrativa:



Figura 5.6: Pistola de riego industrial propuesta

Por lo que la Actividad 4 queda eliminada ya que se unifica con la Actividad 5, con un tiempo igual al actual de dicha actividad.

En resumen, las actividades quedarían de la siguiente manera:

- *Buscar manguera con pistola, abrir paso de agua y dirigirse hacia la tarima a remojar: 0,33 minutos y 18 metros.*
- *Llenar tacho con agua: 10,96 minutos.*
- *Dejar manguera en su sector y cerrar paso de agua: 0,27 minutos y 9 metros.*

En cuanto a la dosificación de cloro en los tachos, Actividad 9 del Ciclo 2, se propone reemplazar el uso de pipetas descartables por una jeringa de 20 mililitros (mL), cantidad que se debe agregar a cada tacho. Este cambio permite la disminución del tiempo que demora el operario en agregar cloro a cada tacho ya que actualmente utiliza pipetas de 4 mL, agregando cinco pipetas a cada tacho.

Con la implementación de la jeringa, el operario debe agregar solo una por tacho, disminuyendo el tiempo de dosificación de 0,88 minutos a 0,46 minutos, tiempo que se obtuvo de realizar la prueba utilizando la jeringa de 20 mL. Las ilustraciones de la pipeta de 4 mL descartable que usan actualmente y la jeringa de 20 mL propuesta se ven a continuación:



Figura 5.7: Pipeta descartable 4mL utilizada actualmente para dosificación de cloro

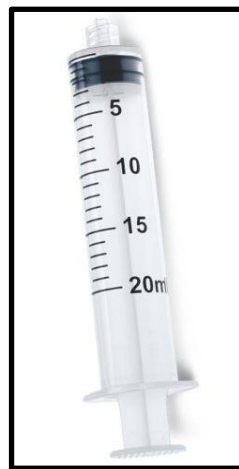


Figura 5.8: Jeringa 20 mL propuesta para dosificación de cloro

En conclusión, las actividades quedarían ordenadas de la siguiente manera:

- *Buscar cloro y jeringa de 20 mL y dirigirse hacia tarima: 20 metros y 0,29 minutos.*
- *Agregar 20 mL de cloro a cada tacho: 0,46 minutos.*

Finalizadas las tareas para asegurar la calidad bacteriológica del agua, el operario devuelve el vaso con cloro a la mesada de registro y procede a realizar la

Actividad 11 de este Ciclo en la que debe buscar 4 etiquetas de identificación, dirigirse nuevamente hacia la tarima y colocarlas en cada uno de los tachos puestos en remojo, ésta tarea es realizada una sola vez por tarima, el tiempo que requiere es de 0,22 minutos y recorre una distancia de 10 metros.

Una vez identificados los tachos con tarjetas numeradas consecutivamente, se lleva a cabo la Actividad 12, en la que la operaria se dirige a la mesada para dejar documentado el registro de remojo de las legumbres, ya que será de gran importancia para los turnos posteriores conocer el horario en el que se ha puesto en remojo cada uno de los tachos para luego ser procesados. Dicho registro se efectúa asimismo una sola vez por tarima, con un desplazamiento de 10 metros y un tiempo igual a 0,37 minutos.

Para lograr mejorar la efectividad de las actividades antes mencionadas, se plantea la iniciativa de pintar cada tacho con números de identificación, de esta manera el operario ahorraría el tiempo requerido en buscar cada una de las tarjetas para enumerar y colocarlas a los 4 tachos, eliminando así la actividad 11 del Ciclo 2 ya que se unifica con la Actividad 12. Entonces la identificación y registro de remojo de las legumbres se realizará una sola vez, disminuyendo las distancias recorridas y el tiempo demandado. A continuación se ilustra la propuesta de mejora planteada:



Figura 5.9: Propuesta de tachos enumerados

La última actividad del Ciclo 2 es completar el registro de remojo una vez que se dirige a la mesada para devolver el vaso de cloro. De esta manera se mejora el tiempo de 0,59 minutos, que es lo que demandan actualmente las actividades 11 y 12 en total, a un tiempo de 0,14 minutos en una única actividad.

Concluyendo de esta forma, el tiempo total del Ciclo 2 donde se lleva a cabo el remojo de las legumbres (estimado para una tarima con 4 tachos) pasaría de 15,57 a 13,38 minutos y la distancia total recorrida por las operarias se reduce de 121 a 68 metros, acortando las actividades a realizar de 12 a un total de 9 operaciones.

Tiempo actual (minutos)	Tiempo con mejoras (minutos)	Ahorro (%)	Distancia recorrida actual (metros)	Distancia recorrida con mejoras (metros)	Ahorro (%)
15,57	13,38	14%	121	68	43,8%

Tabla 5.7: Mejoras obtenidas en Ciclo 2

El tiempo de cada actividad en el Ciclo de trabajo propuesto se obtuvo a partir de pruebas pilotos solicitadas por las autoras al personal operativo, las cuales son plasmadas en el cursograma analítico del método propuesto:

Cursograma Analítico		Operario/Material/Equipo													
Diagrama num. 2	Hoja núm. 1 de 1	RESUMEN													
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA									
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 TARIMA CON 4 TACHOS		Operación	○	33,3%	50%	16,7%									
		Transporte	⇒	33,3%	63%	29,2%									
ACTIVIDAD: CICLO 2 - Remojo		Espera	D	55,6%	0%	-55,6%									
		Inspección	□	0,0%	0%	0,0%									
		Almacenamiento	▽	0,0%	0%	0,0%									
MÉTODO:	Actual/Propuesto	DISTANCIA TOTAL (m)		TIEMPO TOTAL (min)		AV	NNAV	NAV							
LUGAR:	Empresa en estudio	68		13,38		37,5%	75,0%	0,0%							
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA UN. (m)	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO UN. (min)	TIEMPO TOTAL (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV	
							○	⇒	D	□	▽				
1	Tomar zorra y colocarla debajo de la tarima con tachos de legumbres seleccionadas	1			0,17	0,17	X							X	
2	Trasladar tarima con cuatro tachos desde mesada de inspección a zona de remojo	1	11	11	0,53	0,53		X						X	
3	Buscar manguera con pistola, abrir paso de agua y dirigirse hacia la tarima a remojar	1	18	18	0,33	0,33		X						X	
4	Llenar tacho con agua	4			2,74	10,96	X					X			
5	Dejar manguera en su sector y cerrar paso de agua	1	9	9	0,27	0,27		X						X	
6	Buscar cloro y jeringa de 20 ml y dirigirse hacia tarima	1	20	20	0,29	0,29		X						X	
7	Agregar 20 ml de cloro a cada tacho (una jeringa)	4			0,12	0,46	X					X			
8	Devolver vaso con cloro a la mesada	1	10	10	0,23	0,23		X						X	
9	Completar registro de remojo de legumbres	1			0,14	0,14	X					X			
TOTAL				68		13,38	4	5	0	0	0	3	6	0	

Tabla 5.8: Cursograma Analítico propuesto para el Ciclo 2

En conclusión, la distancia recorrida y el tiempo total que dos operarios tardarían en seleccionar y remojar una tarima con cuatro tachos ejecutando cada actividad en base a los métodos y formas de trabajo propuestas por las autoras, se obtiene a partir de sumar el tiempo del Ciclo 1 y del Ciclo 2 propuestos:

Tiempo actual Ciclo 1 y 2 (minutos)	Tiempo con mejoras Ciclo 1 y 2 (minutos)	Ahorro (%)	Distancia recorrida actual (metros)	Distancia recorrida con mejoras (metros)	Ahorro (%)
95,05	84,25	11,4%	181	102	43,6%

Tabla 5.9: Mejoras obtenidas en Ciclo 1 y Ciclo 2

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad cuatro operarios seleccionan y remojan entre 27 y 35 tachos por turno. De acuerdo al tiempo disponible del turno, implementando la mejora (y suponiendo que trabajen al ritmo establecido), dos operarios lograrían seleccionar y remojar:

$$\text{Cantidad de tarimas seleccionadas con mejora} = \frac{\left(480 - 30 \frac{\text{minutos}}{\text{turno}}\right)}{84,25 \frac{\text{minutos}}{\text{tarima}}} = 5,34 \frac{\text{tarimas}}{\text{turno}} \cong 6 \frac{\text{tarimas}}{\text{turno}}$$

$$\text{Cant. tachos seleccionados y remojados} = 6 \frac{\text{tarimas}}{\text{turno}} \times 4 \frac{\text{tachos}}{\text{tarima}} = 24 \frac{\text{tachos}}{\text{turno}} \text{ cada dos operarios}$$

Obteniendo un total de 48 tachos para cuatro operarios, es decir, dos puestos de trabajo. Sabiendo que la demanda del autoclave es 55 tachos por turno, la capacidad ocupada es aproximadamente 87%, capacidad que se considera aceptable y eficiente para la empresa.

Para lograr este aumento en la capacidad utilizada, se recomienda a la empresa estandarizar ambos puestos de trabajo, generando iguales condiciones. Para ello, debería proveer de una segunda mesada de inspección con tolva y detector de metales. De esta manera, se obtendrían mejores modos operativos, buenas prácticas, y mayor aseguramiento de la calidad e inocuidad del producto.

Actualmente, en la sala de selección y remojo de materia prima, las bolsas de legumbres de 25 kilogramos a clasificar están situadas sobre tarimas en desuso, apiladas de tal forma que permita elevar hasta la altura de la mesada de trabajo dichas bolsas, esta disposición produce movimientos de esfuerzo excesivo para las operarias en un medio de trabajo inestable como lo son las tarimas de madera apiladas. Asimismo, la madera es un material con baja resistencia al agua y que es víctima de plagas como la polilla.

Es por ello que las autoras proponen implementar en las estaciones de trabajo de selección de materia prima, una *mesa hidráulica de elevación* con el objetivo principal de ascender las bolsas a seleccionar hasta el nivel de la mesada, facilitando la manipulación de las mismas. Con este dispositivo se lograría una respuesta ergonómica para la elevación, posicionamiento y transporte de las bolsas de legumbres que deben estar ubicadas junto a la mesada de selección. Evitando el transporte y levantamiento manual, y reduciendo el riesgo físico para las operarias. A continuación se ilustra el modelo a implementar de la mesa hidráulica:



Figura 5.10: Mesa hidráulica para sala de selección

Con respecto al recipiente donde depositan los cuerpos extraños que puedan aparecer durante la selección de granos, se observa que el mismo no cuenta con una posición fijada y las operarias lo deben mover según sus comodidades.

Para mejorar y estandarizar este movimiento, se sugiere la colocación de dos recipientes, uno en cada lado de la mesada, de manera tal que cada operario cuente con su propio recipiente para depositar los cuerpos extraños que observe. Además, se elimina la necesidad de trasladarlo cada vez que un operario lo considere, movimiento que causa la obstrucción del deslizamiento de los granos sobre la bandeja y posible derrame del contenido del recipiente. A modo ilustrativo, se plasma la idea en la siguiente imagen:



Figura 5.11: Mesada con recipiente para cuerpos extraños

Finalmente, para aumentar la satisfacción de los clasificadores en el desempeño de sus tareas, y mejorar la ergonomía de ambos puestos de trabajo, se propone la inversión en banquetas ergonómicas acordes a la altura de la mesada y movimientos que realizan para llevar a cabo la selección.

La implementación de las mismas permitiría un mejor desempeño de los operarios a lo largo de la jornada laboral, disminuyendo la fatiga generada por una

mala postura logrando la correcta posición del cuerpo en un trabajo que requiere permanecer parado o apoyado por un tiempo prolongado, obteniendo de esta manera un ritmo de trabajo más constante que permita lograr los objetivos propuestos. Además, una silla de trabajo que se ajuste ergonómicamente puede evitar trastornos como dolores cervicales, lumbares o posibles hernias de disco.

Un ejemplo sería el de las siguientes figuras, una banqueta de trabajo ergonómica, con asiento giratorio y regulación manual de altura. El diseño facilita ponerse de pie rápidamente con mínimo esfuerzo muscular, al igual que sentarse y su costo varía entre 30.000 ARS y 40.000 ARS.



Figura 5.12: Banquetas ergonómicas para selección de granos

5.2 Propuesta de mejora: palletizado y embalaje

Tal como se mencionó en el capítulo 4, la última etapa del proceso de elaboración de legumbres consiste en el embandejado y palletizado de los envases.

En el estudio de tiempos y movimientos de dicha etapa, se detectan actividades que no agregan valor y transportes que pueden ser eliminados con la implementación de mejoras en el puesto y la gestión de una isla de trabajo estandarizada.

Para lograr la optimización de la etapa 7, las autoras proponen la creación de una isla de trabajo en la cual se designe la posición para cada insumo de empaque utilizado durante el palletizado. Con la implementación de dicha isla, se eliminan elementos del ciclo que no agregan valor y se reduce la distancia recorrida por cada operario. Además, se lograría el orden del área de trabajo y se eliminaría el tiempo improductivo.

En primer lugar, se calculará el aproximado de la cantidad de insumos de empaque necesarios para el palletizado de un turno de trabajo, de acuerdo a la capacidad de la línea determinada anteriormente. Lo que se pretende con estos datos es lograr que durante el turno de trabajo, el operario cuente con la cantidad necesaria de materiales de empaque para que de esta manera, se evite el desorden del área de trabajo por exceso de stock del material.

Recordando el diagrama de Gantt del proceso térmico desarrollado anteriormente, se determina que durante un turno de trabajo se accionarán seis autoclaves. Teniendo en cuenta el tiempo de carga del autoclave 1 (70 minutos) y el tiempo del proceso térmico de éste autoclave (110 minutos), la descarga del primer rack del primer autoclave iniciaría a los 180 minutos del turno, descargando un total de cuatro autoclaves por turno, es decir 16 racks de 1.296 envases cada uno, un total de 20.736 envases. Sabiendo que cada bandeja cuenta con 12 envases, se deben palletizar:

$$\text{Bandejas a elaborar por turno} = \frac{20.736 \frac{\text{envases}}{\text{turno}}}{12 \frac{\text{envases}}{\text{bandeja}}} = 1.728 \frac{\text{bandejas}}{\text{turno}}$$

De acuerdo a los datos logísticos brindados por la empresa en estudio, cada pallet de legumbres secas remojadas cuenta con 2.772 envases, es decir, 231 bandejas.

A partir de lo anterior, se obtiene que durante un turno de trabajo se deben palletizar:

$$\text{Pallets a elaborar por turno} = \frac{1.728 \frac{\text{bandejas}}{\text{turno}}}{231 \frac{\text{bandejas}}{\text{pallet}}} = 7,5 \cong 8 \frac{\text{pallets}}{\text{turno}}$$

Los insumos de empaque necesarios para un pallet son los siguientes:

- 1 tarima de madera
- 1 separador de cartón
- 4 esquineros de cartón
- Film stretch

Por lo que al inicio de cada turno, la isla de trabajo debe contar con 8 tarimas, 8 separadores de cartón, 32 esquineros y 3 film stretch para abastecer el palletizado de 8 pallets.

Por otra parte, recordando que el turno de trabajo cuenta con 480 minutos y la descarga del primer rack inicia a los 180 minutos del turno, el tiempo disponible para palletizar es de 300 minutos. A partir de esto, el tiempo que debe demorar el operario

en palletizar un pallet completo es:

$$\text{Tiempo óptimo de palletizado} = \frac{300 \frac{\text{minutos}}{\text{turno}}}{8 \frac{\text{pallets}}{\text{turno}}} = 37,5 \frac{\text{minutos}}{\text{pallet}}$$

Actualmente, de acuerdo a los registros de reportes de producción brindados por la empresa y al estudio de tiempos de este ciclo realizado por las autoras, el tiempo promedio que demora un operario en palletizar y embalar una unidad de pallet es entre 49 y 57 minutos, excediendo el tiempo necesario para lograr palletizar la cantidad requerida de acuerdo a la capacidad de la línea.

Para lograr los objetivos propuestos por las autoras y desarrollar una isla de trabajo en la etapa final del proceso productivo, se implementa la herramienta 5S en dicho sector, con el fin de mantener el orden en cada turno de trabajo, aumentar la satisfacción del operario al mejorar la seguridad y calidad laboral y estandarizar la forma de trabajar, reduciendo el tiempo de ciclo del operario y su variación, disponiendo de forma adecuada los elementos necesarios para realizar el ciclo de trabajo.

Actualmente, el puesto de trabajo se encuentra de la siguiente manera:

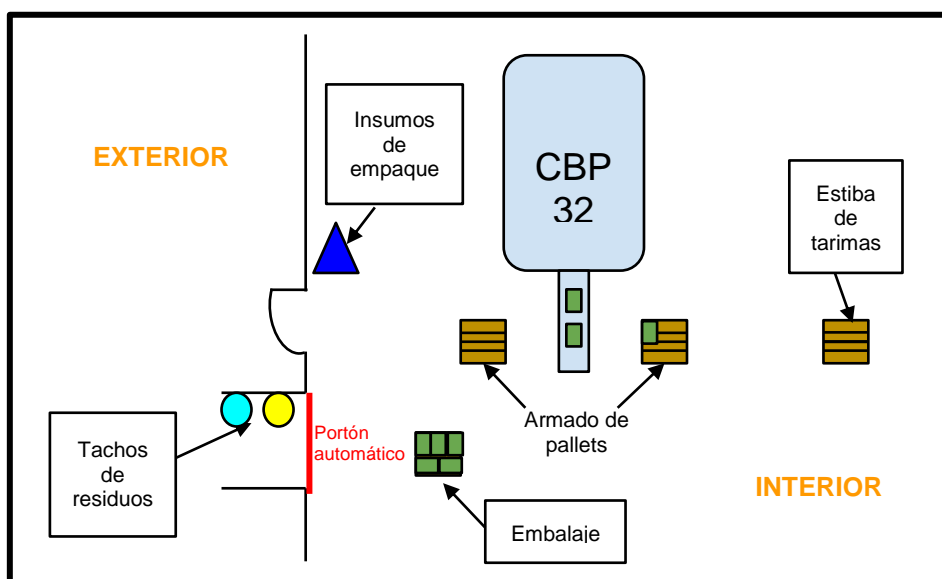


Figura 5.13: Distribución actual del sector palletizado y embalaje

Recordando la definición de esta herramienta, la expresión “5 S” proviene de cinco palabras japonesas que resumen los cinco pasos a seguir para implementar esta metodología enfocada en mejorar las condiciones del puesto de trabajo, estas actividades son: *seiri* (separar), *seiton* (ordenar), *seiso* (limpiar), *seiketsu* (control visual) y *shitsuke* (disciplina).

A continuación se desarrollan las actividades que las autoras proponen para establecer este método en el puesto de palletizado y embalaje:

1° S - Separar (Seiri)

Consiste en separar los elementos del puesto de trabajo en dos categorías: *Necesarios* e *Innecesarios*.

Son innecesarios aquellos elementos que no prevemos utilizar a corto y medio plazo en las actividades normales de producción.

Tal como se menciona en la descripción de las etapas del proceso, la ejecución de la etapa final correspondiente al Ciclo 7 se lleva a cabo de una manera poco productiva tanto para el operario como para la línea de producción debido a la falta de orden existente en el área de trabajo.



Figura 5.14: Insumos de empaque

Durante el estudio in situ realizado, se observan rollos de film stretch ubicados en varios sectores alrededor de la máquina de empaquetado y cajas de cartón con residuos de las actividades de la etapa.

Además, se puede notar que los esquineros y separadores de cartón se encuentran junto a otra caja con residuos y apoyados sobre la pared debido a que no disponen de un recinto establecido para su almacén.

La primera medida a tomar consiste en separar aquellos elementos necesarios de los que no lo son. En este caso, y a partir del cálculo desarrollado anteriormente respecto a la cantidad necesaria de insumos de empaque para un turno de trabajo, la primera “S” se implementa de la siguiente manera:

Elementos Necesarios	Elementos No Necesarios
<ul style="list-style-type: none"> - 8 separadores de cartón. - 32 esquineros de cartón. - 3 rollos de film stretch. - 8 tarimas de madera. - 1.848 bandejas de cartón corrugado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cajas de cartón con residuos. - Residuos de etiquetas para pallets. - Exceso de insumos de empaque.

<ul style="list-style-type: none"> - 8 etiquetas de identificación de pallet. - 1 pegamento para bandejas 	
---	--

Tabla 5.10: Clasificación de elementos necesarios y no necesarios.

Una vez identificada la naturaleza de cada elemento, se definen los que no son necesarios y se procede a eliminar los mismos, para lograr mayores beneficios en el área de trabajo, recuperando espacios desperdiciados, aumentando la seguridad al despejar los pisos y zonas de circulación, como así también, mejorando el control de inventario y reducción de stock, y reducir los tiempos de acceso a material de trabajo.

2° S - Ordenar (Seiton)

Una vez eliminados los objetos innecesarios, se definirá ubicación e identificación de los elementos necesarios de tal forma que el operario los pueda encontrar, utilizar y reponer en su sitio fácilmente según la frecuencia de uso de los mismos.

El orden del puesto de trabajo y su posterior mantenimiento se lograría al definir la ubicación de cada insumo de empaque utilizado. Para esto, las autoras proponen en primer lugar la gestión de compra de un carro organizador que cumpla el rol de contenedor de insumos indirectos necesarios en cada turno de trabajo tales como film stretch, esquineros, etiquetas de identificación y bolsa de pegamento para bandejas. El costo del mismo es de aproximadamente 20.500 ARS. El carro propuesto se muestra en la siguiente imagen a modo ilustrativo:



5.15: Carro organizador de insumos de empaque

Por otra parte, designar un sector para la estiba de las tarimas que se utilizarán, sugiriendo que el mismo se encuentre al final de la cinta de rodillos sobre la cual deslizan las bandejas con producto terminado, es decir, frente a la salida de la Cardboard Packer. Junto a las tarimas se colocará el carro organizador de insumos de empaque.

En una entrevista con personal de la empresa se comentó a las autoras que cuentan con una mesa hidráulica la cual no fue colocada por falta de diseño de colocación y plan de utilización de la misma. Es por ello, que las autoras sugieren situar dicha mesa hidráulica junto a la cinta de salida del equipo sobre la cual se llevará a cabo el armado del pallet.

A continuación se expresa gráficamente la distribución de la isla de trabajo sugerida con la cual se espera obtener un desempeño óptimo de la tarea de palletizado y embalaje. Para la correcta implementación de esta isla, se determina el sector designado a cada elemento a utilizar y se marcará con pintura el área en la cual debe permanecer cada uno de estos elementos.

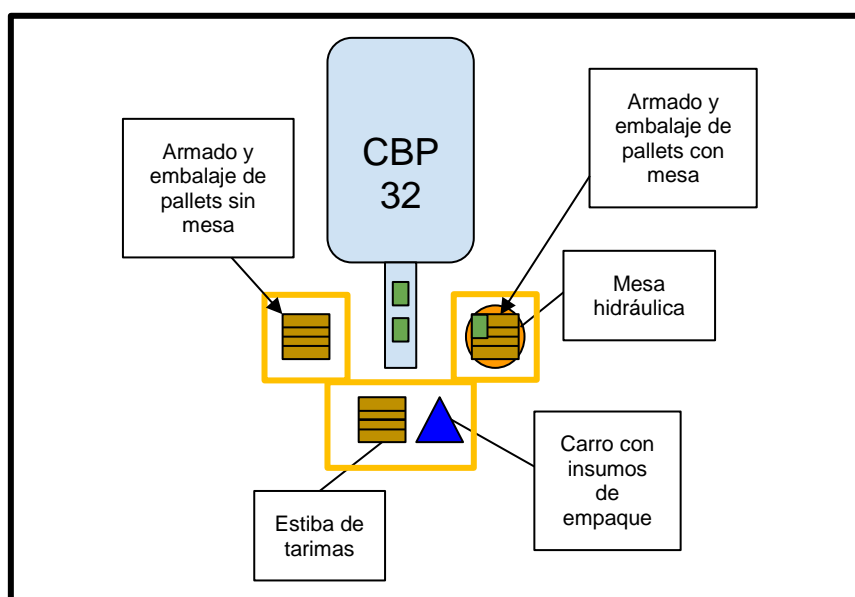


Figura 5.16: Propuesta de isla de palletizado

Uno de los puntos críticos observados durante este estudio fue que al no contar con un sector definido para los insumos de empaque, los operarios colocaban los mismos sobre las estaciones de monitoreo de roedores o en el lugar que ellos consideraban según sus comodidades, incumpliendo así con uno de los requisitos del apartado de Manejo Integral de Plagas de la norma BPM, bajo la cual la empresa se encuentra certificada. Llevando a cabo la mejora propuesta, esta problemática se suprimiría.

Un objetivo importante de *Seiton* es reducir la actividad de búsqueda de elementos, herramientas y documentos sin valor agregado. El significado central de *Seiri-Seiton* es mantener los materiales que se necesiten lo más próximo al alcance del operario, en recintos designados para su correcto orden. Llevando a cabo la nueva distribución de lay-out para el sector de palletizado y con la implementación del carro organizador, el orden en el área de trabajo sería notorio y de fácil mantenimiento, y los insumos necesarios estarían al alcance del operario con carteles de identificación,

logrando de esta manera el objetivo de esta metodología y eliminando actividades Muda (desperdicios), al reducir los movimientos y transportes realizados por los dos operarios que se encuentran en este puesto de trabajo actualmente.

3° S - Limpiar (Seiso)

Una vez ordenados los elementos necesarios, se procede al tercer paso, donde se busca eliminar los focos de suciedad, evitar la dispersión de la misma, facilitar el acceso a los lugares de difícil limpieza o bien evitar la entrada de suciedad en dichos lugares, sustituir los elementos estropeados o rotos, y definir e implantar un procedimiento de limpieza.

Actualmente, los tachos para cartón, papel y plástico se encuentran en el exterior de la Nave productiva, junto al portón de salida. Debido a esto los operarios dejan los residuos remanentes del palletizado en el suelo para luego ser trasladados a los tachos correspondientes, lo que trae como consecuencia mayor desorden en el área de trabajo.



Figura 5.17: Ubicación actual de tachos de residuos

Para esto se sugiere que los tachos destinados para residuos se ubiquen junto a la pared donde actualmente solo se encuentran apoyados los insumos indirectos (separadores de cartón, esquineros, film stretch y algunos residuos), de acuerdo a la clasificación de residuos realizada por la empresa:

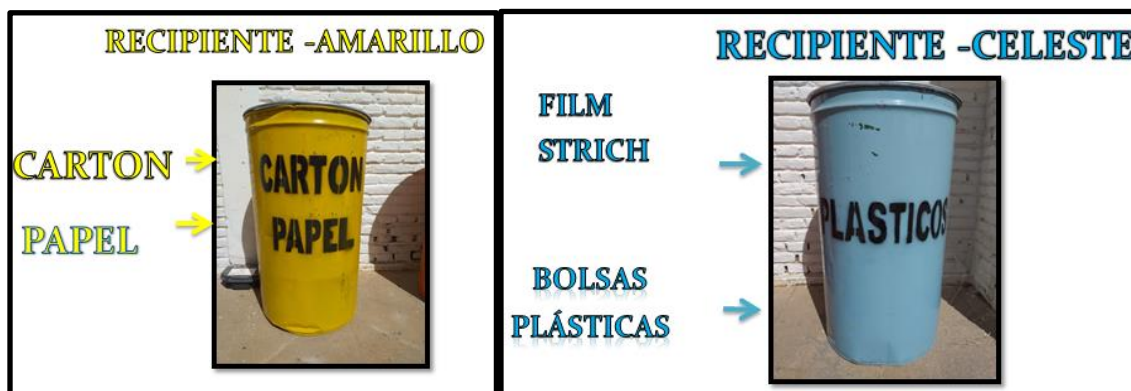


Figura 5.18: Clasificación de residuos

Con los tachos de residuos próximos a su puesto de trabajo, el operario deberá depositar en ellos los residuos obtenidos en la actividad de palletizado, tales como cajas de film stretch, rollo de cartón sobrantes del film stretch, papel sobrante de las etiquetas autoadhesivas de identificación de pallet, entre otros.

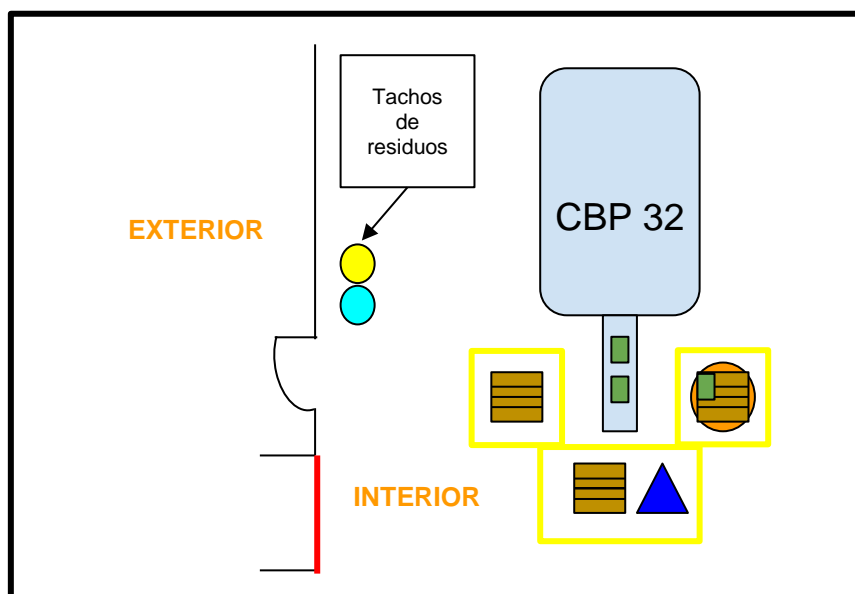


Figura 5.19: Ubicación propuesta de tachos de residuos

4° S - Estandarizar (Seiketsu)

Una vez implantados los tres primeros pasos, definiremos estándares (una referencia con la que comparar) claros y simples para el control visual del puesto de trabajo, de tal forma que las situaciones anómalas resulten obvias.

Seiketsu, lo que busca es dar sostenibilidad a las 3 S anteriores. Ya que al estar en estado ideal, luego de aplicar la clasificación, eliminación, orden y limpieza, la idea es que ese ciclo se repita continuamente hasta conseguir el hábito.

Para lograrlo, se propone a la empresa señalar el puesto de trabajo a través de cartelería la cual haga referencia a cómo debe encontrarse el área previo al inicio de producción, en lo posible, empleando material fotográfico en las identificaciones. Además, desarrollar una lista de verificación la cual el operario deberá utilizar para verificar que las cantidades de insumos necesarios a utilizar antes de iniciar el palletizado se encuentren en su recinto y así evitar el exceso de materiales en el área de trabajo.

5- Disciplina (Shitsuke)

La disciplina consiste en mantener los estándares establecidos en los cuatro pasos anteriores. La tarea de esta fase se logra con la realización de auditorías periódicas y acciones correctoras para asegurarnos de que se alcanza y mantiene el nivel de 5 S deseado. Estableciendo una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza.

Esto se logrará a partir de un plan de capacitación al personal operativo para introducirlo en los conceptos de la metodología 5S y la importancia de su implementación y mantenimiento, creando una cultura de calidad en el desempeño de las actividades diarias, junto con la posterior verificación del cumplimiento de la nueva forma de trabajo establecida. Con el compromiso de todos para lograr mantener el orden y limpieza en las actividades, asumiendo estas conductas como actividades habituales y normales para los operarios, y así mejorar los niveles de la empresa a través de una formación continua y ejecución disciplinada de las normas preestablecidas.

A continuación se propone un plan de capacitación para los operarios, con el objetivo de introducirlos en dicho método, enfatizando en la importancia del compromiso, responsabilidad, y promover la filosofía de la mejora continua.

Programa de capacitación 5S				
Fecha y Horario	Lugar	Tiempo aproximado en min.	Temas de Incumbencia	Personal Responsable
A definir.	Sala de reuniones	45 min.	-Herramientas de la mejora continua -Antecedentes - -Introducción 5's - -Beneficios	Comité 5'S
A definir.	Sala de reuniones	60 min.	-Objetivos -Seiri -Seiton -Seiso	Comité 5'S
A definir.	Sala de reuniones	60 min.	-Seiketsu -Shitsuke - -Conclusiones -Finales	Comité 5'S

Tabla 5.11: Programa de capacitación 5S

Beneficios obtenidos

Lay-Out actual

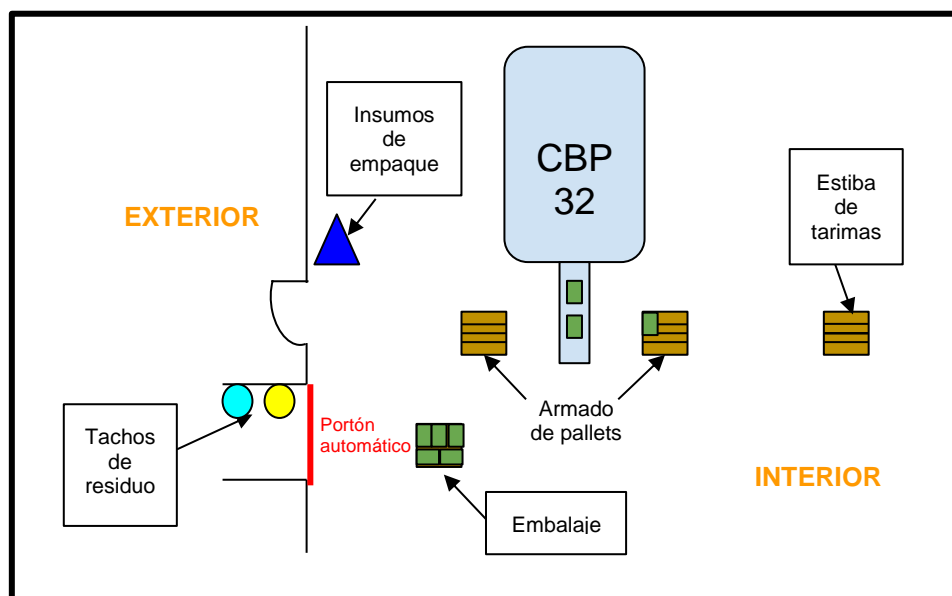


Figura 5.20: Distribución de lay-out actual

Lay-Out propuesto

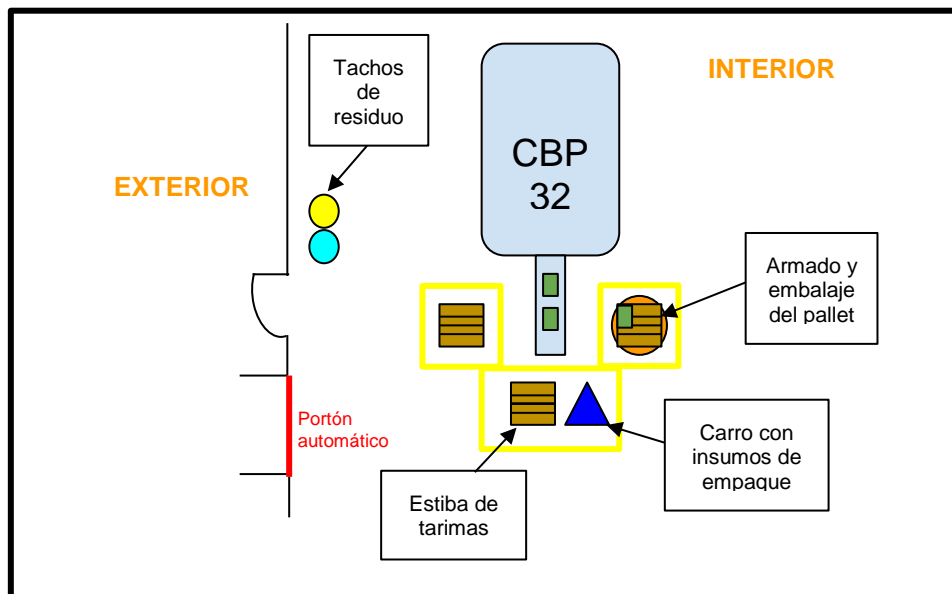


Figura 5.21: Distribución de lay-out propuesto

Con la implementación de la isla de trabajo propuesta se reduce significativamente la distancia recorrida por el operario y el tiempo incurrido en palletizar y embalar un pallet. Además, se lograría mantener el orden del área generando un espacio de trabajo óptimo para el correcto desempeño de las tareas.

Se realizó una prueba in situ del tiempo que tardaría el operario en ejecutar cada elemento del Ciclo 7 con la nueva distribución de Lay Out y los resultados obtenidos se mencionan a continuación.

En primer lugar, en las actividades 1 y 2 del ciclo 7 las cuales consisten en tomar la tarima y colocarla junto a la máquina de embandejado, el tiempo total de ambas disminuye de 0.13 minutos a 0.08 minutos (5 segundos) y la distancia recorrida se reduce a sólo 1 metro. Junto con ello, la distancia recorrida para buscar el separador de cartón (operación 3 del ciclo) también se reduce a 1 metro y el tiempo a 0.06 minutos.

Sabiendo que la velocidad de la máquina de empaquetado tiene una velocidad de 9 bandejas por minuto y que cada pallet contiene 231 bandejas, se estima que el tiempo óptimo que debería demorar el operario en completar el armado de un pallet es el siguiente:

$$\text{Tiempo óptimo de armado de pallet} = \frac{231 \frac{\text{bandejas}}{\text{pallet}}}{9 \frac{\text{bandejas}}{\text{minuto}}} = 25,66 \frac{\text{minutos}}{\text{pallet}}$$

Por lo que la operación 4 del ciclo, es decir, tomar bandeja y posicionarla sobre la tarima hasta completar el pallet, debería tardar 25,66 minutos.

Esta reducción del tiempo se lograría con la implementación de la mesa hidráulica disponible en la empresa. El operario no tendría la necesidad de agacharse para posicionar la bandeja, reduciendo así la posibilidad de lesiones y retardando la fatiga obtenida a lo largo del turno, trayendo como resultado que el operario pueda mantener un ritmo constante de trabajo.

El cambio que más impacta en el tiempo del Ciclo 7 es la manera de ejecutar el embalaje del pallet. Para esto, se propone realizar esta tarea en el mismo sector donde se ejecuta el armado del pallet, eliminando así las actividades 5, 6 y 7 del ciclo, es decir, buscar zorra y colocarla en el pallet, levantar el pallet con la zorra y transportar el pallet hacia el centro de la sala.

Finalmente, al colocar un carro organizador para almacenar los insumos de empaque necesarios, el tiempo que incurre actualmente el operario en buscar cada uno de ellos se elimina y en consecuencia, la distancia recorrida se reduce.

La gestión de una isla de trabajo estandarizada junto con la implementación de la metodología 5S en el sector, trae como consecuencia resultados positivos, optimizando la manera de llevar a cabo el Ciclo 7 de palletizado y embalaje. El tiempo total del ciclo actualmente es de 49,12 minutos, con la mejora propuesta este se reduce a 28,27 minutos. Además, la distancia recorrida disminuye de 36 a sólo 5 metros en total.

Para mayor claridad, los beneficios que se obtendrían se plasman en el siguiente cursograma analítico propuesto:

Cursograma Analítico		Operario/Material/Equipo										
Diagrama num. 7	Hoja núm. 1 de 1	RESUMEN										
ELABORADO POR: Maciel Zapata, Agustina Wol, Camila Candelaria		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA						
TAMAÑO DE MUESTRA: 1 PALLET		Operación	○	42%	67%	25%						
ACTIVIDAD:		Transporte	⇒	25%	44%	19%						
CICLO 7 - Palletizado y Embalaje		Espera	D	33%	0%	-33%						
		Inspección	□	0%	0%	0%						
		Almacenamiento	▽	0%	0%	0%						
MÉTODO:	-Actual/Propuesto	DISTANCIA TOTAL (m)	TIEMPO TOTAL (min)	AV	NNAV	NAV						
LUGAR:	Empresa en estudio	5	28,27	44%	67%	0%						
N° OP.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO					AV	NNAV	NAV
					○	⇒	D	□	▽			
OPERARIO PALLETIZADO												
1	Tomar tarima	1		0,03	X							X
2	Colocar tarima sobre mesa hidráulica junto a la máquina de embandejado	1	1	0,05		X						X
3	Tomar separador de cartón y colocarlo sobre la tarima	1	1	0,06		X						X
4	Tomar la bandeja y posicionarla sobre la tarima hasta completar el pallet	1		25,66	X					X		
OPERARIO EMBALAJE												
5	Tomar cuatro esquineros y film stretch en el carro organizador	1	1	0,1			X					X
6	Colocar esquineros	1		0,17	X					X		
7	Colocar film stretch girando alrededor del pallet hasta embalar completamente el mismo	1		1,53	X					X		
8	Devolver film stretch al carro organizador	1	1	0,06			X					X
9	Tomar etiqueta de identificación y colocarla en el pallet	1	1	0,08	X					X		
10	Buscar zorra, colocarla debajo del pallet y retirarlo de la nave 2	1		0,53	X							X
TOTAL			5	28,27	6	4	0	0	0	4	6	0

Tabla 5.12: Cursograma analítico propuesto del ciclo 7

Con el nuevo esquema de trabajo para la actividad de palletizado y embalaje del producto terminado y embandejado, el tiempo total del ciclo 7 se reduce a 28,27 minutos.

Tiempo actual Ciclo 7 (minutos)	Tiempo con mejoras Ciclo 7 (minutos)	Ahorro (%)	Distancia recorrida actual (metros)	Distancia recorrida con mejoras (metros)	Ahorro (%)
49,12	28,27	42,45%	36	5	86,11

Tabla 5.13: Mejoras obtenidas en el ciclo 7

Como resultado, se lograría palletizar la cantidad demandada por la línea de acuerdo a su capacidad, es decir, 8 pallets por turno. Además, la distancia recorrida por el operario se reduce a sólo 5 metros que, junto con la implementación de la mesa hidráulica la cual lo ayudarán a mantener una postura correcta durante el palletizado, la fatiga del mismo se vería notablemente disminuida, reduciendo también la probabilidad de lesiones lumbares en el personal.

Para la implementación de la metodología 5S en los puestos de trabajo de la línea de elaboración de legumbres, las autoras proponen una lista de verificación la cual permite que esta tarea se desempeñe con una visión más amplia y que las condiciones de trabajo sean verificadas fácilmente, de manera tal que se detecte cualquier desvío u oportunidad de mejora en cada puesto de trabajo implementado. Dicha lista de verificación se muestra a continuación.

EMPRESA:										
Personal Involucrado:										
Trabajo que se realiza en el sector:										
Metros cuadrados (por ambiente):										
5'S		ITEM A EVALUAR			VALORES ASIGNADOS					
					1	2	3	4	5	
SEPARAR	Gerentes	1	¿todas las maquinas y equipos son necesarios? ¿están operables?							
		2	¿hay materiales obsoletos o productos innecesarios? ¿son descartables?							
		3	¿Hay documentación compartida en el sector? ¿se utiliza con frecuencia?							
		4	¿se encuentran elementos que debieran pertenecer a otro sector?							
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)								
	Puesto Lab	1	¿existen objetos innecesarios, chatarra y/o basura en el lugar de trabajo?							
		2	¿sobre las mesas de trabajo hay cosas innecesarias?							
		3	¿Existen en el puesto de trabajo, las herramientas que se necesitan?							
		4	¿Hay objetos afectando las áreas de circulación?							
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)								
ORDENAR	Gerentes	1	¿se encuentran ordenados los cables y mangueras?							
		2	¿es fácil identificar y ubicar los elementos de seguridad?							
		3	¿se utilizan letras, números, dibujos y colores para las indicaciones?							
		4	¿se encuentran claramente identificados los corredores de circulación?							
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)								
	Puesto Lab	1	¿Cómo es la ubicación y devolución de herramientas, materiales y equipos?							
		2	¿se encuentran ordenadas las herramientas, y los documentos técnicos?							
		3	¿hay objetos sobre armarios y equipos?							
		4	¿están definidas las ubicaciones de maquinas y existen sectorizaciones?							
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)								
LIMPIAR	Gerentes	1	¿se encuentran sucios o rotos los vidrios ? ¿las paredes estan limpias?							
		2	¿hay derrames de líquidos (agua, aceite, etc.) en los corredores?							
		3	¿se encuentran ordenados los elementos de limpieza?							
		4	¿se encuentran identificados y ubicados los desperdicios y el scrap?							
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)								
	Puesto Lab	1	¿Cuál es el grado de limpieza en los sectores comunes?							
		2	¿Tiene establecida una rutina de limpieza?							
		3	¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas de trabajo?							
		4	¿Limpieza de maquinas y equipos							
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)								

ESTANDARIZAR	Gerentes	1	¿están estandarizados los criterios adoptados?						
		2	¿las acciones realizadas están formalizadas? ¿se comunican?						
		3	¿están establecidos los responsables de seguir las acciones de mejora?						
		4	¿existe un tablero de seguimientos de 5S?						
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)							
	Puesto Lab	1	¿se aplican las primeras 3S?						
		2	¿Cuál es el aspecto del lugar de trabajo?						
		3	¿se hacen mejoras en el ambiente? ¿se generan procedimientos?						
		4	¿se utiliza control visual como herramienta?						
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)							
DISCIPLINA	Gerentes	1	¿el personal esta capacitado en 5S?						
		2	¿se forman equipos de trabajo para realizar mejoras?						
		3	¿Qué percepción tiene la dirección sobre los sectores de trabajo?						
		4	¿los indicadores son favorables en el tiempo?						
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)							
	Puesto Lab	1	¿el personal mantiene su sector de trabajo sin exigencia de un superior?						
		2	¿se cumplen las normas y procedimientos de la empresa?						
		3	¿Se requiere uniforme de trabajo y/o elementos de protección, se emplean?						
		4	¿se cumple la planificación de la implementación de 5S?						
		PUNTAJE TOTAL (Max 20 puntos)							

Tabla 5.14: Check List para implementación de 5S

Capítulo 6: Evaluación de los beneficios esperados

En este capítulo se realiza la evaluación de los beneficios que se esperan obtener con la implementación de las mejoras propuestas para los ciclos de trabajo en los cuales la acción del hombre predomina. Es decir, los ciclos 1 y 2 correspondientes a la selección y remojo de legumbres, y el ciclo 7 en el cual se lleva a cabo el palletizado y embalaje del producto terminado y embandejado.

6.1 Beneficios en sala de selección y remojo

A partir de las mejoras propuestas en el capítulo anterior, se llevaron a cabo los siguientes cuadros comparativos, en donde se puede observar la reducción del tiempo incurrido en cada ciclo (1 y 2), y de la distancia recorrida por los operarios involucrados en cada uno de ellos.

El **ciclo 1** correspondiente a la selección de granos de legumbres reduce su tiempo en un 10,86% y la distancia recorrida en un 43,3%, tal como se muestra a continuación:

N° OP.	CICLO 1 <u>ACTUAL</u>				CICLO 1 <u>PROPUESTO</u>			
	ACTIVIDAD	CANTIDAD	DISTANCIA (metro)	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD	CANTIDAD	DISTANCIA (metro)	TIEMPO (min)
1	Tomar tacho de 200 Litros	4		0.12	Tomar tarima y colocarla junto a la mesa de selección	1		0.09
2	Trasladar tacho hasta la bandeja de inspección	4	52	0.76	Buscar dos tachos de 200 litros y trasladarlos hasta la bandeja de inspección	2	26	0.44
3	Levantar tolva, colocar tacho debajo de la misma, bajar la tolva y subir banco escalera	4		0.64	Levantar tolva, colocar tacho debajo de la misma, bajar la tolva y subir al banco	4		0.64
4	Tomar la bolsa de legumbre y arrastrar la bolsa hacia la bandeja de inspección	8		2.8	Tomar la bolsa de legumbre y arrastrar la bolsa hacia la bandeja de inspección	8		2.8
5	Buscar cuchilla	8		3.52	Tomar cuchilla, cortar cinta de seguridad de bolsa y abrir bolsa	8		1.76
6	Cortar cinta de seguridad de la bolsa, tirar cinta, abrir la bolsa	8		1.76	Volcar granos de legumbre sobre bandeja	8		0.72
7	Bajar banco escalera, dejar cuchilla en la otra mesa de inspección y regresar al puesto de trabajo	8		3.44	Inspeccionar granos de legumbre, retirando materiales extraños	8		62.8

8	Volcar granos de legumbres sobre bandeja	8		0.72	Desechar bolsa vacía en tacho junto a mesada	8		0.64
9	Inspeccionar granos de legumbre, retirando los materiales extraños	8		62.8	Retirar tacho con granos secos de la bandeja de inspección, trasladarlo hacia la tarima continua y subirlo a la misma	4	8	0.98
10	Baja banco escalera y desechar bolsa vacía en el suelo	8		2.24				
11	Retirar tacho con granos secos de la bandeja de inspección y trasladarlo hacia un costado	4	8	0.68				
TOTAL		60	79.48	TOTAL	34	70.8	7	

Tabla 6.1: Comparativo Ciclo 1 actual y propuesto

Con la implementación de mejoras, la cantidad de elementos o actividades del ciclo 1 se reducen en dos unidades, es decir, se reducen de 11 a 9 actividades. En cuanto a la clasificación de las actividades según su agregado de valor, los beneficios obtenidos son los siguientes:

ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL CICLO 1	MÉTODO PROPUESTO CICLO 1
AV	1	1
NNAV	8	8
NAV	2	0

Tabla 6.2: Mejoras según clasificación de actividades Ciclo 1

En el **ciclo 2** en donde se lleva a cabo el remojo de los granos, el tiempo total del ciclo para remojar una tarima con cuatro tachos con granos se reduce en un 14% y la distancia total recorrida por el operario encargado de poner a remojar los tachos se reduce en un 43.8%.

El beneficio obtenido se demuestra en el siguiente cuadro comparativo:

N° OP.	CICLO 2 <u>ACTUAL</u>				CICLO 2 <u>PROPUESTO</u>			
	ACTIVIDAD	CANTIDAD	DISTANCIA (metro)	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD	CANTIDAD	DISTANCIA (metro)	TIEMPO (min)
1	Tomar tacho con legumbres	4		0.2	Tomar zorra y colocarla debajo de la tarima con tachos de legumbres seleccionadas	1		0.17
2	Trasladar tacho con legumbres hacia una tarima disponible	4	44	1.08	Trasladar tarima con cuatro tachos desde mesada de inspección a zona de remojo	1	11	0.53

3	Subir el tacho a la tarima	4		0.6	Buscar manguera con pistola, abrir paso de agua y dirigirse hacia la tarima a remojar	1	18	0.33
4	Buscar manguera y colocarla dentro del tacho	1		0.14	Llenar tacho con agua	4		10.96
5	Dirigirse hacia el pico, abrir paso de agua y dirigirse hacia el tacho	1	18	0.33	Dejar manguera en su sector y cerrar paso de agua	1	9	0.27
6	Llenar tacho con agua	4		10.96	Buscar cloro y jeringa de 20 mL y dirigirse hacia tarima	1	20	0.29
7	Dirigirse hacia el pico y cerrar el paso de agua	1	9	0.27	Agregar 20 mL de cloro a cada tacho	4		0.46
8	Buscar vaso con preparación de cloro y pipeta descartable y dirigirse hacia el tacho	1	20	0.29	Devolver vaso con cloro a la mesada	1	10	0.23
9	Agregar 5 pipetas de 4 mL de cloro	4		0.88	Completar registro de remojo de legumbres	1		0.14
10	Devolver vaso con preparación de cloro a su lugar	1	10	0.23				
11	Buscar 4 etiquetas de identificación y dirigirse nuevamente hacia la tarima a colocar etiquetas	1	10	0.22				
12	Dirigirse hacia mesada y completar registro de remojo de legumbres	1	10	0.37				
TOTAL			121	15.57	TOTAL	68	13.38	

Tabla 6.3: Comparativo ciclo 2 actual y propuesto

La cantidad de elementos del ciclo 2 pasan de 12 a sólo 9 actividades. En cuanto a la clasificación de las actividades según su agregado de valor, los beneficios obtenidos son los siguientes:

ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL CICLO 2	MÉTODO PROPUESTO CICLO 2
AV	3	3
NNAV	6	6
NAV	3	0

Tabla 6.4: Mejoras según clasificación de actividades Ciclo 2

Recordando el análisis desarrollado en el capítulo 5, el tiempo total que actualmente demoran dos operarios en llevar a cabo el ciclo 1 y el ciclo 2, es decir, en seleccionar y remojar una tarima con cuatro tachos (200 Kg de granos secos), es de 95,05 minutos y la distancia total recorrida es de 181 metros.

Con la implementación de las mejoras propuestas en el presente proyecto, el tiempo total para llevar a cabo el Ciclo 1 y el Ciclo 2 se reduce de 95,05 a 84,25

minutos. Por otra parte, la distancia total del Ciclo 1 y 2 disminuye de 181 a 102 metros.

TIEMPO TOTAL CICLO 1 Y 2 ACTUAL =	95,05
TIEMPO TOTAL CICLO 1 Y 2 PROPUESTO =	84,25
ECONOMÍA =	11,36%
DISTANCIA TOTAL CICLO 1 Y 2 ACTUAL =	181
DISTANCIA TOTAL CICLO 1 Y 2 PROPUESTO =	102
ECONOMÍA =	43,65%

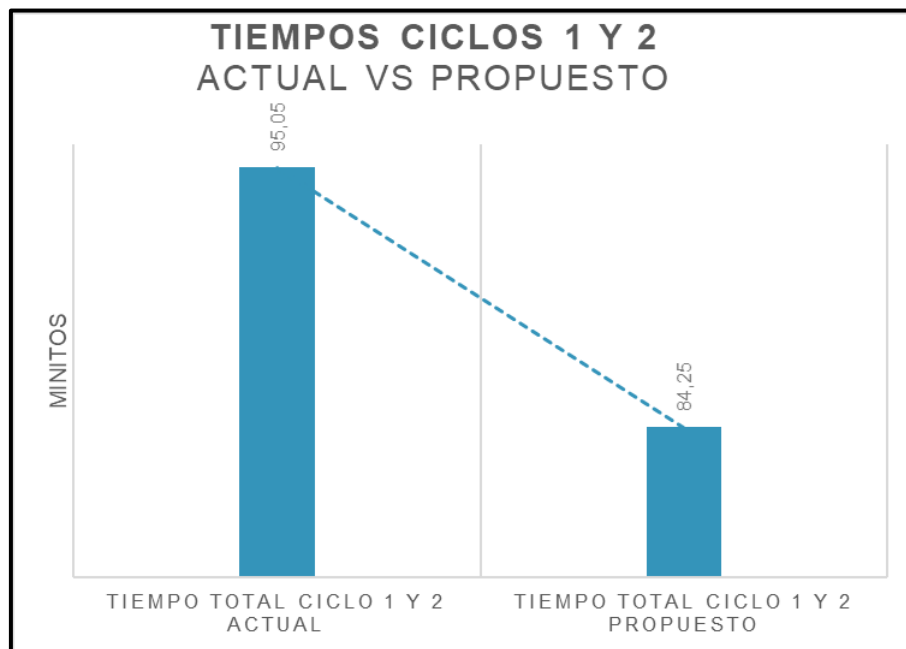


Diagrama 6.1: Ahorro del tiempo total del Ciclo 1 y Ciclo 2

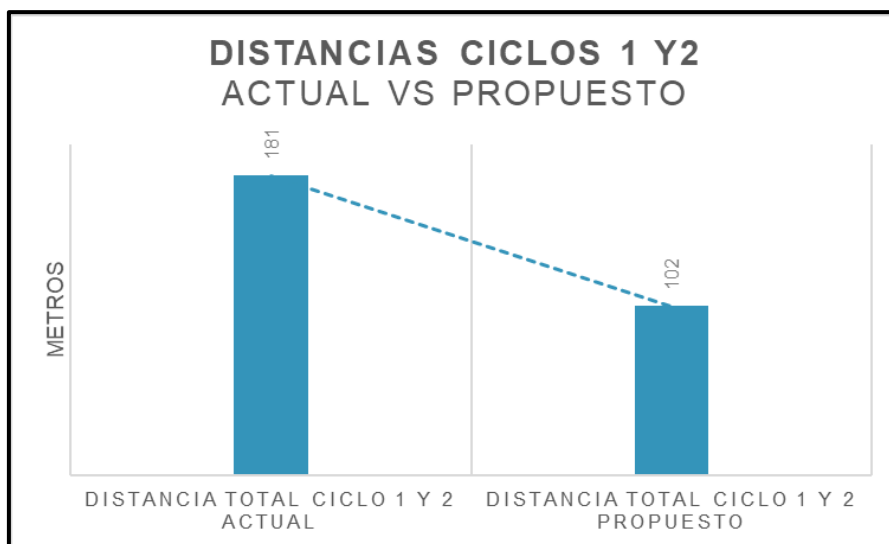


Diagrama 6.2: Ahorro de la distancia total recorrida en Ciclo 1 y Ciclo 2

Recordando el análisis del capítulo anterior, el ritmo de trabajo necesario en el que **dos operarios** deben seleccionar y remojar una tarima para poder cubrir la demanda de la línea (14 tarimas) es de 65 minutos por tarima. Como resultado de la mejora, la cantidad de operarios necesarios para cubrir la capacidad demandada de es:

$$N^{\circ} \text{ de puestos mínimos} = \frac{\text{Tiempo de Ciclo}}{\text{Ritmo de trabajo necesario}}$$

$$N^{\circ} \text{ de puestos mínimos} = \frac{84,25 \frac{\text{minutos}}{\text{tarima}}}{65 \frac{\text{minutos}}{\text{tarima}}} = 1,29 \cong 2 \text{ puestos de trabajo}$$

Por otra parte, al estandarizar los puestos de trabajo y establecer una secuencia de actividades óptima, se eliminaría la problemática mencionada anteriormente respecto al excesivo uso de mano de obra, disminuyendo significativamente los costos incurridos.

Para analizar los beneficios económicos obtenidos con la mejora en el puesto de selección y remojo de legumbres, se considera que este puesto de trabajo es ocupado por operarios de categoría básica "Operario" de acuerdo a las actividades que deben realizar. Cabe aclarar que dicho análisis se realizará en base al ahorro que tendría la empresa por turno de trabajo debido a que cada personal operativo es remunerado de acuerdo a las horas trabajadas, por lo que una disminución del tiempo empleado para producir el objetivo diario traería como beneficio mano de obra disponible para realizar otras actividades dentro de la planta, tales como limpieza o preparación de maquinaria para inicio de producción de otra línea, debido a la alta polivalencia con la que cuenta el personal operativo.

Consultando en la página de STIA (Sindicato de Trabajadores de Industrias de la Alimentación), en el mes de diciembre del 2022 el costo de Hora Hombre (HH) para

la categoría “Operario” es de **\$697,52**.

Al utilizar mano de obra mayor a la necesaria, alcanzando en la mayoría de los casos un total de 10 operarios para la selección de granos, y sabiendo que el turno de trabajo de cada uno de ellos es de 8 horas, las horas hombre utilizadas para cubrir la demanda son 80 horas, siendo las necesarias sólo 32, el equivalente a cuatro operarios trabajando un turno de 8 horas.

Esto ocasiona un total de 48 horas ociosas que, multiplicadas por el costo de HH, nos da un costo total de horas ociosas de:

$$\text{Costo de horas ociosas} = 48 \frac{HH \text{ ociosas}}{\text{turno}} \times 697,52 \frac{\$}{HH} = 33.480,96 \frac{\$}{\text{turno}}$$

El costo que tendría la empresa si utilizara sólo 4 operarios para seleccionar granos sería de:

$$\text{Costo de HH necesarias} = 697,52 \frac{\$}{HH} \times 32 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} = 22.320,64 \frac{\$}{\text{turno}}$$

Sumando a este último el costo de horas ociosas, el costo total en el que la empresa incurre actualmente para selección y remojo de granos durante un turno de trabajo generalmente es de **55.801,60 \$/turno**.

$$\text{Productividad Esperada} = \frac{\text{Objetivo}}{HH \text{ necesarias por turno}} = \frac{14 \frac{\text{tarimas}}{\text{turno}}}{32 \frac{HH}{\text{turno}}} = 0,438 \frac{\text{tarimas}}{HH}$$

$$\text{Productividad Real} = \frac{\text{Objetivo}}{HH \text{ utilizadas}} = \frac{14 \frac{\text{tarimas}}{\text{turno}}}{80 \frac{HH}{\text{turno}}} = 0,175 \frac{\text{tarimas}}{HH}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productividad Real}}{\text{Productividad Esperada}} = \frac{0,175}{0,438} = 39,95\%$$

SELECCIÓN Y REMOJO DE LEGUMBRES		
Objetivo	14	Tarimas/Turno
Horas-Hombre necesarias por turno	32	HH/turno
Productividad Esperada	0,438	Tarimas/HH
Horas-Hombre Utilizadas	80	HH
Horas ociosas	48	HH

Productividad Real	0,175	Tarimas/HH
	39,95%	

Tabla 6.5: Productividad actual de selección y remojo de legumbres

Costo Hora-Hombre categoría “Operario”:	\$697,52
Costo de H-H necesarias por turno:	\$22.320,64
Costo de Horas Ociosas por turno:	\$33.480,96
Costo total del turno:	\$55.801,60

Tabla 6.6: Costos asociados a la selección y remojo de legumbres

Llevando a cabo la selección y remojo de legumbres siguiendo la secuencia de actividades propuestas por las autoras, junto con la implementación de las mejoras, las horas ociosas utilizadas se eliminan, por lo que el ahorro sería el costo incurrido en ellas, es decir, **\$33.480,96** por turno de trabajo.

A continuación se analiza el costo que actualmente tiene la empresa para un ciclo de selección y remojo de una tarima con cuatro tachos comparándolo con el costo que tendrían siguiendo el método propuesto para seleccionar la misma cantidad. Teniendo en cuenta dos operarios, los resultados obtenidos son los siguientes:

Tiempo total actual de selección y remojo de 4 tachos	95,05 1,58	minutos horas
Tiempo total propuesto de selección y remojo de 4 tachos	84,25 1,40	minutos horas
Cantidad de M.O.D utilizada	2	operarios
Costo HH	697,52	\$/HH
Costo total HH por puesto	1395,04	\$/HH
COSTO TOTAL ACTUAL SELECCIÓN Y REMOJO DE 4 TACHOS	2209,98	\$/4 tachos
COSTO TOTAL PROPUESTO SELECCIÓN Y REMOJO 4 TACHOS	1958,87	\$/4 tachos
Cantidad promedio de tachos seleccionados y remojados actualmente por turno	31,00	Tachos/turno
COSTO TOTAL ACTUAL POR TURNO	17127,31	\$/turno
COSTO TOTAL PROPUESTO POR TURNO	15181,23	\$/turno
AHORRO	1946,08	\$/turno

Tabla 6.7: Ahorro en Ciclo 1 y 2 de acuerdo al método propuesto

La línea de elaboración de legumbres (Tetra Pak R2) es una línea que funciona durante los doce meses del año, variando el producto a elaborar entre legumbres, salsas y comidas listas.

Sin embargo, la elaboración de legumbres cubre el mayor porcentaje de utilización de la línea, siendo utilizada para este producto una aproximación de 215 días al año, dato brindado por la empresa en estudio de acuerdo a datos históricos de producción.

Recordando, cada día de trabajo cuenta con tres turnos, de esta manera la cantidad de turnos al año ocupados en elaborar legumbres secas remojadas serían:

$$\text{Turnos de trabajo al año} = 215 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 3 \frac{\text{turnos}}{\text{día}} = 645 \frac{\text{turnos}}{\text{año}}$$

En base a este dato calculado, el ahorro anual que se obtendría en el área de selección y remojo al implementar las propuestas de mejora para disminuir el tiempo de ejecución de las actividades sería de:

$$\text{AHORRO ANUAL EN SELECCIÓN Y REMOJO} = 1.946,08 \frac{\$}{\text{turno}} \times 645 \frac{\text{turnos}}{\text{año}} = 1.255.221,6 \frac{\$}{\text{AÑO}}$$

De los 215 días al año que se elabora legumbres, la empresa estima que aproximadamente en la mitad de esos días se utiliza mano de obra extra para la selección de granos (107 días) durante un sólo turno. Sabiendo que el costo de mano

de obra (M.O) extra por turno es de \$33.480,96, al utilizar sólo cuatro operarios para seleccionar a partir de la implementación de las mejoras, el ahorro anual incrementará la siguiente cantidad:

$$\text{AHORRO POR M. O EXTRA} = 107 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 33.480,96 \frac{\$}{\text{turno}} = 3.582.462,72 \frac{\$}{\text{AÑO}}$$

Disminuyendo el tiempo dedicado en seleccionar y remojar la misma cantidad de legumbres que seleccionan actualmente (31 tachos) y, utilizando sólo la cantidad de operarios necesarios durante todo el año (cuatro), el ahorro anual total que la empresa obtendría es de **\$4.837.684,32**.

Productividad

La productividad del ciclo podemos calcularla como:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tachos realizados por turno}}{\text{Horas disponibles por turno}}$$

Actualmente, la productividad es la siguiente:

$$\text{Productividad Actual} = \frac{31 \frac{\text{tachos}}{\text{turno}}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}} = 3,88 \frac{\text{tachos}}{\text{hora}}$$

Recordando el resultado obtenido del análisis de la mejora en el capítulo 5.1 en el cual se detalla que con la implementación de la mejora, la cantidad de tachos remojados aumenta a 48 unidades por turno, la productividad aumentaría en un **54,64%** tal como se demuestra a continuación:

$$\text{Productividad con mejoras} = \frac{48 \frac{\text{tachos}}{\text{turno}}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}} = 6 \frac{\text{tachos}}{\text{hora}}$$

$$\Delta \text{Productividad} = \frac{\text{Productividad con mejoras} - \text{Productividad Actual}}{\text{Productividad Actual}} \times 100$$

$$\Delta \text{Productividad} = \frac{6 \frac{\text{tachos}}{\text{hora}} - 3,88 \frac{\text{tachos}}{\text{hora}}}{3,88 \frac{\text{tachos}}{\text{hora}}} \times 100 = 54,64\%$$

6.2 Beneficios en palletizado y embalaje

Para el ciclo 7 del proceso productivo el cual corresponde al palletizado y embalaje del producto terminado, se evidencian notables beneficios a partir del análisis de la reducción de tiempos y distancias de recorrido que se obtendrían con el nuevo método propuesto.

Empezando por el tiempo, éste pasa de 49,12 minutos a 28,27 reducido en un 42,4%. En cuanto a la distancia recorrida por el operario al buscar cada insumo de empaque que requiera durante la operación, la misma disminuye en un 86,1%, es decir 31 metros, beneficio que se logra solamente con la implementación del método 5S y la inversión mínima en un carro organizador.

En el siguiente cuadro comparativo se observa la disminución de la cantidad de actividades realizadas para llevar a cabo el ciclo de palletizado, trayendo como consecuencia la disminución del tiempo y la distancia recorrida al comparar el método actual con el propuesto por las autoras:

N° DE OP.	CICLO 7 <u>ACTUAL</u>				CICLO 7 <u>PROPUESTO</u>			
	ACTIVIDAD	CANTIDAD	DISTANCIA (metro)	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD	CANTIDAD	DISTANCIA (metro)	TIEMPO (min)
1	Tomar tarima	1		0.03	Tomar tarima	1		0.03
2	Trasladar tarima junto a la máquina de embandejado	1	6	0.10	Colocar tarima sobre mesa hidráulica junto a la mesa de embandejado	1	1	0.05
3	Buscar separador de cartón y colocarlo sobre la tarima	1	6	0.16	Tomar separador de cartón y colocarlo sobre la tarima	1	1	0.06
4	Tomar bandeja y posicionarla sobre la tarima hasta completar el pallet	1		44.83	Tomar bandeja y posicionarla sobre la tarima hasta completar el pallet	1		25.66
5	Buscar zorra y colocarla en el pallet armado	1		0.33	Tomar cuatro esquineros y film stretch en el carro organizador	1	1	0.1
6	Levantar el pallet con la zorra	1		0.1	Colocar esquineros	1		0.17
7	Transportar el pallet hacia el centro de la sala y quitar la zorra	1	4	0.22	Colocar film stretch girando alrededor del pallet hasta embalar completamente el mismo	1		1.53
8	Buscar esquineros y film stretch	1	10	0.52	Devolver film stretch al carro organizador	1	1	0.06
9	Colocar esquineros	1		0.17	Buscar etiqueta de identificación y colocarla en el pallet	1	1	0.08
10	Colocar film stretch girando alrededor del pallet hasta embalar completamente el mismo	1		1.53	Buscar zorra, colocarla debajo del pallet y retirarlo de la nave 2	1		0.53
11	Devolver film stretch a su lugar	1	5	0.15				

12	Buscar etiqueta de identificación y colocarla en el pallet	1	5	0.5	
13	Colocar zorra, levantar pallet y retirarlo de la nave 2	1		0.48	
TOTAL		36	49.12		
				TOTAL	5 28.27

Tabla 6.8: Comparativo del ciclo 7 actual y propuesto.

TIEMPO TOTAL CICLO 7 ACTUAL =	49,12
TIEMPO TOTAL CICLO 7 PROPUESTO =	28,27
ECONOMÍA =	42,45%
DISTANCIA TOTAL CICLO 7 ACTUAL =	36
DISTANCIA TOTAL CICLO 7 PROPUESTO =	5
ECONOMÍA =	86,11%

Nuevamente se analiza el costo actual total de la empresa sabiendo que este puesto cuenta con dos operarios, uno encargado del palletizado y otro del embalaje del mismo.

Para cada uno de ellos, el salario básico es de 697,52 \$/hora de acuerdo a la escala salarial del STIA, considerando que este puesto de trabajo es ocupado por personal con categoría "Operario" según las actividades y responsabilidades asignadas.

Recordando que el promedio de pallets completados por turno son cinco (5), al implementar el nuevo método de trabajo el ahorro obtenido para realizar la misma cantidad de pallets en menor tiempo se plasma en el siguiente cuadro analítico:

Tiempo total actual de palletizado y embalaje por pallet	49,12	minutos
	0,82	horas
Tiempo total propuesto de palletizado y embalaje por pallet	28,27	minutos
	0,47	horas
Cantidad de M.O.D utilizada	2	operarios
Costo HH	697,52	\$/HH
Costo total HH por puesto	1395,04	\$/HH
COSTO TOTAL ACTUAL: palletizado y embalaje de un pallet	1142,07	\$/pallet
COSTO TOTAL PROPUESTO: palletizado y embalaje de un pallet	657,30	\$/pallet
Cantidad promedio de pallets armados por turno	5,00	pallets/turno
COSTO TOTAL ACTUAL POR TURNO	5710,36	\$/turno
COSTO TOTAL PROPUESTO POR TURNO	3286,48	\$/turno
AHORRO	2423,88	\$/turno

Tabla 6.9: Ahorro en ciclo 7 de acuerdo al método propuesto.

Repitiendo el análisis de beneficios del área de selección y legumbres, y considerando 215 días de elaboración de legumbres al año con tres turnos de trabajo por día, el ahorro anual que se obtiene en el sector de palletizado al optimizar las formas de trabajo y ejecución de tareas es el siguiente:

$$\text{AHORRO ANUAL EN PALLETIZADO Y EMBALAJE} = 2.423,88 \frac{\$}{\text{turno}} \times 215 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 521.134,2 \frac{\$}{\text{AÑO}}$$

Productividad

Actualmente los operarios palletizan y embalan 5 pallets en un turno de trabajo de 8 horas, independientemente de si el turno corresponde al inicio de producción o si es continuación de la producción del turno anterior. A partir de esto, la productividad actual es la siguiente:

$$\text{Productividad Actual} = \frac{5 \frac{\text{pallets}}{\text{turno}}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}} = 0,625 \frac{\text{pallets}}{\text{hora}}$$

Considerando el turno de inicio de producción el cual tiene un tiempo disponible de palletizado de 300 minutos de acuerdo al diagrama de Gantt del proceso, con la

implementación de la mejora la cantidad de pallets que se pueden completar durante el turno de trabajo son aproximadamente 10.

$$\mathbf{Pallets\ completados\ por\ turno\ con\ las\ mejoras} = \frac{300 \frac{\text{min}}{\text{turno}}}{28,27 \frac{\text{min}}{\text{pallet}}} = 10,6 \cong 10 \frac{\text{pallets}}{\text{turno}}$$

Pero la capacidad de la línea determinada por el proceso térmico en autoclave es de 8 pallets por turno. El objetivo de las autoras es balancear cada etapa de la línea para que quede equilibrada con la etapa más costosa y que mayor inversión demanda su mejoría, en este caso, el equipo de autoclave. A partir de lo anterior, la productividad sería:

$$\mathbf{Productividad\ con\ mejoras} = \frac{8 \frac{\text{pallets}}{\text{turno}}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}} = 1 \frac{\text{pallets}}{\text{hora}}$$

De esta manera, la productividad aumenta en un **60%**.

$$\mathbf{\Delta Productividad} = \frac{\text{Productividad con mejoras} - \text{Productividad Actual}}{\text{Productividad Actual}} \times 100$$

$$\mathbf{\Delta Productividad} = \frac{1 \frac{\text{pallets}}{\text{hora}} - 0,625 \frac{\text{pallets}}{\text{hora}}}{0,625 \frac{\text{pallets}}{\text{hora}}} \times 100 = \mathbf{60\%}$$

6.3 Beneficio Total

En conclusión, al considerar el beneficio obtenido tanto en el sector de selección y remojo de granos secos, como en el área de palletizado y embalaje del producto terminado, donde mayor participación tiene el personal operativo, mejorando y estandarizando los métodos de trabajo sin necesidad de recurrir a grandes inversiones, el ahorro total que la empresa obtendría por año es de **\$5.358.818,52**

No obstante, debido a los efectos de la incertidumbre económica de nuestro país, dicho valor es llevado a una de las monedas más aceptada en términos de negocios e inversiones como lo es el Dólar Estadounidense (USD).

Para ello se considerará el valor del dólar oficial al cierre del 30 de diciembre del 2022, el cual tuvo una cotización de \$177,13. Entonces, el beneficio total obtenido es de **30.253,59 USD**.

Capítulo 7: Conclusión

El objetivo principal de este proyecto fue detectar oportunidades de mejora en las etapas que conforman el proceso de producción de legumbres secas remojadas envasadas en Tetra Recart en una industria alimenticia ubicada en la localidad de Chilecito, La Rioja.

El análisis fue realizado a partir de un Estudio de Tiempos y Métodos buscando eliminar actividades que no agregan valor y optimizando aquellas que no agregan valor pero son necesarias.

Los ciclos en donde se detectó mayor improductividad fueron aquellos en donde había más intervención del hombre.

En primer lugar se atacó el ciclo 1 y ciclo 2 correspondiente a la selección y remojo de legumbres, respectivamente. En el estudio de los mismos se detectó la falta de estandarización en las actividades y formas de trabajo y, en varias oportunidades, utilización de excesiva mano de obra. Para detectar aquellas actividades que podían ser eliminadas u optimizadas, se discriminó cada ciclo en elementos para lograr un análisis más detallado de cada actividad y movimiento que realizaban los operarios involucrados en estas etapas.

A partir del estudio realizado se observó mayor incidencia de actividades con tiempos improductivos, tales como la búsqueda de herramientas y elementos de trabajo conllevando a largas distancias recorridas por el operario las cuales fueron eliminadas.

Por otro lado, actividades que conformaban el inicio del ciclo 2, fueron removidas al ciclo 1 logrando una mejor distribución de los elementos del proceso.

Para determinar las mejoras a realizar, primero se llevó a cabo la determinación de la capacidad de la línea la cual está dada por el proceso térmico en autoclave. Esto permitió a las autoras calcular el tiempo de ciclo necesario para seleccionar y remojar y de esta manera, poder satisfacer la demanda.

Luego, mediante un rediseño del puesto de trabajo con la consecuente estandarización de los métodos y una nueva secuencia de ejecución de actividades, se logró un área de trabajo ordenada y ergonómicamente más eficiente. Como consecuencia, se obtuvo un ahorro de tiempo total de ambos ciclos equivalente al 11,36% con la correspondiente reducción de la distancia recorrida en un 43,65%.

El ahorro del tiempo trajo como consecuencia un incremento en la productividad del 54,64%. Además, se calculó el número mínimo de puestos de trabajo para las

actividades de selección y remojo que, junto con la implementación del nuevo método, la empresa logra un ahorro de \$3.582.462,72 al año, eliminando la necesidad de utilización de mano de obra directa extra.

Otro ciclo en el cual se detectó que las formas en que los operarios realizaban las actividades y el ambiente de trabajo disminuían la productividad, fue en el sector de palletizado y embalaje.

Mediante la aplicación del método 5S, se logró una isla de trabajo estandarizada y ordenada, lo que permitió la disminución del tiempo y mayormente, de las distancias recorridas por el operario en la búsqueda de materiales de empaque.

Como resultado, se obtuvo un notable ahorro de tiempo, disminuyendo el mismo en un 42,45% junto con la reducción de la distancia en un 86,11%.

El KPI utilizado para evaluar este puesto dejó en evidencia que la implementación de la metodología 5S correspondiente a la filosofía Lean Manufacturing trae notables beneficios, ya que la productividad se vio incrementada en un 60%.

La aplicación de las 5S en el área de producción, además de las mejoras inmediatas en lo relacionado al orden y limpieza en el sitio de trabajo, sienta las bases para futuras mejoras ya que educa a los colaboradores a trabajar en equipo con una nueva cultura disciplinaria. Siendo fundamental el compromiso y el apoyo de la dirección para que perdure en el tiempo.

El aspecto más importante de este estudio es poner en evidencia el gran impacto que tienen las actividades que no agregan valor y que muchas veces, las empresas las consideran insignificantes. El hecho de detectarlas y tomar acciones sobre las mismas, trae beneficios importantes en la productividad y eficiencia de la producción junto con los beneficios económicos que esto implica.

Por otra parte, demostrar que sin necesidad de utilizar metodologías costosas o realizar grandes inversiones en maquinaria y equipamiento, incurrir en horas extra o necesitar nuevo personal, los procesos de producción pueden ser optimizados con el simple hecho de llevar a cabo un análisis crítico y objetivo de las actividades cotidianas para lograr un aumento de la productividad mediante la disminución del uso de recursos junto con la estandarización y disciplina, fomentando al personal que trabaje bajo una cultura de calidad.

En lo personal, a través de este proyecto hemos podido profundizar principalmente los conocimientos adquiridos en Estudio del Trabajo, dada la necesidad del estudio de los tiempos y movimientos de trabajo que actualmente ejecuta cada operario con el objetivo de detectar oportunidades de mejora en los puestos mediante el análisis de los datos obtenidos.

Además, hemos podido aplicar herramientas de Lean Manufacturing aprendidas en Planificación y Control de la Producción las cuales nos permitieron analizar la eficiencia y productividad del proceso y de esta manera optimizar la ejecución de tareas mediante la implementación de 5S y el re diseño del Layout.

Cada propuesta de mejora fue desarrollada en busca de la mejora continua y el cumplimiento de los estándares normativos bajo los cuales la empresa en estudio se desempeña, profundizando nuestros conocimientos en Gestión de la Calidad.

Finalmente, hemos podido enriquecer los conocimientos en Relaciones Industriales, al trabajar con un grupo de personas en busca de la mejora de sus puestos de trabajo y formas de trabajo, lo cual conlleva a la planificación de las capacitaciones necesarias para alcanzar los objetivos planteados en el presente proyecto.

El desarrollo de este proyecto nos permitió adquirir habilidades y destrezas y poner en práctica el conocimiento adquirido durante nuestra formación como Ingenieras Industriales a lo largo de los años de estudio en la facultad.

Bibliografía

BENJAMIN W. NIEBEL 2004. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño Del Trabajo

GEORGE KANAWATY 1996. Introducción al Estudio del Trabajo. Cuarta edición. Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra.

IRAM 2015. Norma Internacional ISO 9000 Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario. Cuarta edición. Secretaría Central de ISO, Ginebra, Suiza.

IRAM 2018. Norma Internacional ISO 22000. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos – Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria. Segunda edición. Secretaría Central de ISO, Ginebra, Suiza.

MADARIAGA NETO, FRANCISCO 2013. Lean Manufacturing: Exposición Adaptada a la Fabricación Repetitiva de familias de Productos mediante procesos discretos. Madrid: Bubok

ANEXO 1

“CICLOS DE TRABAJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LEGUMBRES SECAS REMOJADAS”

CICLO 1: CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA

- OPERADORAS 1 Y 2 - BANDEJA CON TOLVA

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Tomar tacho de 200 Litros y trasladarlo hasta la bandeja de inspección
2	Levantar tolva, colocar tacho debajo de la misma, bajar la tolva y subir banco escalera
3	Tomar la bolsa de legumbre y arrastrar la bolsa hacia la bandeja de inspección
4	Buscar cuchilla
5	Cortar cinta de seguridad de la bolsa, tirar cinta y abrir la bolsa
6	Bajar banco escalera, dejar cuchilla en la otra mesa de inspección y regresar al puesto de trabajo
7	Volcar granos de legumbres sobre bandeja
8	Inspeccionar granos de legumbre, retirando materiales extraños
9	Desechar bolsa de granos de legumbre
10	Trasladar tacho con granos de legumbre secos a la zona de remojo

- OPERADORAS 3 Y 4 - MESADA

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Tomar tacho de 200 Litros y trasladarlo hasta la mesada de inspección
2	Colocar tacho inclinado en el lateral de la mesada
3	Arrimar tarima de madera y encastrar tacho inclinado
4	Girar, agacharse, tomar la bolsa de legumbre y trasladarla hacia la mesada de inspección
5	Buscar cuchilla
6	Cortar cinta de seguridad de la bolsa, tirar cinta y abrir la bolsa
7	Volcar granos de legumbres sobre mesada
8	Inspeccionar granos de legumbre, retirando materiales extraños
9	Desechar bolsa de granos de legumbre
10	Trasladar tacho con granos de legumbre secos a la zona de remojo

CICLO 2: REMOJO

- OPERADORA 1, 2, 3 o 4 (Según disponibilidad).

Nota: Esta secuencia de actividades se repite cuatro veces por tarima (4 tachos).

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Tomar tacho con legumbres y trasladarlo hacia una tarima disponible
2	Subir el tacho a la tarima
3	Buscar manguera y colocarla dentro del tacho
4	Dirigirse hacia el pico, abrir paso de agua y dirigirse hacia el tacho
5	Llenar tacho con agua
6	Dirigirse hacia el pico y cerrar el paso de agua
7	Buscar vaso con preparación de cloro y pipeta descartable y dirigirse hacia el tacho
8	Agregar 5 pipetas de cloro
9	devolver vaso con preparación de cloro a su lugar
10	Buscar 4 etiquetas de identificación y dirigirse nuevamente hacia la tarima a colocar etiquetas
11	Dirigirse hacia mesada y completar registro de remojo de legumbres

CICLO 3: TRASLADO A LA SALA DE BOMBAS Y ENVÍO DEL PRODUCTO A LA ENVASADORA

- OPERADOR DE SALA DE BOMBAS

Nota: Esta secuencia de actividades se repite cuatro veces por tarima (4 tachos).

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Tomar zorra y trasladarla hacia la tarima que contenga tachos con un mínimo de 9 horas de remojo
2	Colocar zorra y levantar la tarima
3	Trasladar tarima hacia la bomba diafragma
4	Colocar bomba diafragma dentro del tacho
5	Encender la bomba
6	Esperar que se envíe la totalidad del contenido del tacho a la máquina de envasado
7	Apagar la bomba.
8	Quitar bomba diafragma.
9	Levantar y trasladar tacho vacío hacia la sala de remojo y regresar a la bomba.
10	Trasladar tarima a la sala de remojo

CICLO 4: ENVASADO

- OPERADORA DE ENVASADO: SUMINISTRO DE ENVASES

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Dirigirse hacia la zona donde se encuentran las cajas de envases
2	Tomar una caja, sacar la tapa, trasladarla hacia la máquina de envasado y depositarla en el almacén de envases de la misma.
3	Regresar a la zona de cajas y tomar una segunda caja de envases
4	Repetir operación N° 2
5	Regresar a la zona de cajas, tomar las tapas de ambas y desecharlas.

CICLO 5: TRANSPORTE DEL RACK DESDE LA JAULA DE CARGA HACIA EL PROCESO TÉRMICO EN AUTOCLAVE

- OPERADOR ENCARGADO DEL TRANSPORTE DE RACKS

Nota: Esta secuencia de actividades se repite cuatro veces por autoclave

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Retirar Rack con envases de la jaula de carga
2	Buscar rack vacío e introducirlo en la jaula de carga
3	Tomar rack cargado de la operación N° 1 y trasladarlo hacia el autoclave que se encuentre disponible
4	Introducir rack en el autoclave y activar ingreso automático

CICLO 6: TRANSPORTE DEL RACK DESDE LA SALIDA DEL PROCESO TÉRMICO HACIA LA JAULA DE DESCARGA DEL RACK

- *OPERADOR ENCARGADO DEL TRANSPORTE DE RACKS*

Nota: Esta secuencia de actividades se repite cuatro veces por autoclave (4 racks).

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Retirar rack del autoclave
2	Trasladar rack hacia la zona de espera para el ingreso a la jaula de descarga
3	Esperar disponibilidad de la jaula
4	Retirar rack vacío y trasladarlo a la zona de racks
5	Introducir rack con producto en la jaula de descarga

CICLO 7: PALLETIZADO Y EMBALAJE

- OPERADOR ENCARGADO DEL PALLETIZADO

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Buscar tarima y colocarla en el piso junto a la máquina de embandejado
2	Buscar separador de cartón y colocarlo sobre la tarima
3	Tomar la bandeja y posicionarla sobre la tarima hasta completar el pallet

- OPERADOR ENCARGADO DEL EMBALAJE

N° DE OP.	DESCRIPCIÓN
1	Buscar zorra y colocarla en el pallet armado
2	Levantar el pallet con la zorra
3	Transportar el pallet hacia el centro de la sala y quitar la zorra
4	Buscar esquineros y film stretch
5	Colocar esquineros
6	Colocar film stretch y girar alrededor del pallet hasta embalar completamente el mismo
7	Colocar zorra, levantar pallet y retirarlo de la Nave 2

ANEXO 2

“Muestras de toma de tiempos”

MUESTRAS DE TIEMPOS - CICLO 1

CICLO 1 ACTIVIDAD	TIEMPO (MIN)								TIEMPO PROMEDIO (min)
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	
Tomar tacho de 200 Litros y trasladarlo hasta la bandeja de inspección	0,2	0,22	0,25	0,22					0,22
Levantar tolva, colocar tacho debajo de la misma, bajar la tolva y subir banco escalera	0,17	0,17	0,12	0,17					0,16
Tomar la bolsa de legumbre y arrastrar la bolsa hacia la bandeja de inspección	0,52	0,36	0,38	0,31	0,36	0,28	0,27	0,31	0,35
Buscar cuchilla	0,5	0,4	0,42	0,5	0,4	0,43	0,48	0,42	0,44
Cortar cinta de seguridad de la bolsa, tirar cinta, abrir la bolsa	0,12	0,28	0,37	0,15	0,2	0,18	0,25	0,23	0,22
Bajar banco escalera, dejar cuchilla en la otra mesa de inspección y regresar al puesto de trabajo	0,48	0,42	0,4	0,46	0,4	0,43	0,43	0,4	0,43
Volcar granos de legumbres sobre bandeja	0,1	0,09	0,1	0,08	0,09	0,1	0,07	0,09	0,09
Inspeccionar granos de legumbre, retirando los materiales extraños	6,07	7,38	7,25	9,2	8,1	7,8	8,15	8,05	7,85
Desechar bolsa de granos de legumbre	0,3	0,3	0,23	0,25	0,28	0,3	0,29	0,3	0,28
Retirar tacho con granos secos de la bandeja de inspección y trasladarlo hacia un costado	0,17	0,15	0,17	0,18					0,17

MUESTRAS DE TIEMPOS - CICLO 2

CICLO 2 ACTIVIDAD	TIEMPO (MIN)				TIEMPO PROMEDIO (min)
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	
Tomar tacho con legumbres y trasladarlo hacia una tarima disponible	0,42	0,28	0,2	0,37	0,32
Subir el tacho a la tarima	0,15	0,13	0,17	0,15	0,15
Buscar manguera, trasladarla hacia el tacho y colocarla dentro	0,17	0,12	0,13	0,15	0,14
Dirigirse hacia el pico, abrir paso de agua y dirigirse hacia el tacho	0,21	0,28	0,36	0,48	0,33
Llenar tacho con agua	2,75	2,74	2,75	2,73	2,74
Dirigirse hacia el pico y cerrar el paso de agua	0,17	0,22	0,3	0,4	0,27
Buscar vaso con preparación de cloro y pipeta descartable y dirigirse hacia el tacho	0,27	0,31	0,3	0,28	0,29
Agregar 5 pipetas de cloro	0,2	0,19	0,23	0,26	0,22
Devolver vaso con preparación de cloro a su lugar	0,25	0,23	0,2	0,25	0,23
Buscar 4 etiquetas de identificación y dirigirse nuevamente hacia la tarima a colocar etiquetas	0,2	0,22	0,24	0,21	0,22
Dirigirse hacia mesada y completar registro de remojo de legumbres	0,36	0,4	0,35	0,38	0,37

MUESTRAS DE TIEMPOS - CICLO 3

CICLO 3	TIMEPO (MIN)				TIEMPO PROMEDIO (min)
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	
Tomar zorra y trasladarla hacia la tarima que contenga tachos con un mínimo de 9 horas de remojo	0,45	0,5	0,52	0,48	0,49
Colocar zorra y levantar la tarima	0,22	0,21	0,22	0,23	0,22
Trasladar tarima hacia la bomba diafragma	0,67	0,7	0,69	0,73	0,70
Colocar bomba diafragma dentro del tacho	0,1	0,1	0,08	0,1	0,10
Encender la bomba	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08
Esperar que se envíe la totalidad del contenido del tacho a la máquina de envasado	1,72	1,72	1,71	1,7	1,71
Apagar la bomba	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08
Quitar bomba diafragma	0,1	0,08	0,1	0,09	0,09
Levantar y trasladar tacho vacío hacia la sala de remojo y regresar a la bomba	0,37	0,35	0,37	0,38	0,37
Trasladar tarima a la sala de remojo	0,48	0,5	0,51	0,48	0,49

MUESTRAS DE TIEMPOS – CICLO 5

CICLO 5	TIMEPO (MIN)				TIEMPO PROMEDIO (min)
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	
Retirar rack con envases de la jaula de carga	0,17	0,2	0,25	0,19	0,20
Buscar rack vacío e introducirlo en la jaula de carga	0,18	0,2	0,23	0,19	0,20
Tomar rack cargado de la op. 1 y trasladarlo hacia el autoclave que se encuentre disponible	0,33	0,28	0,31	0,3	0,31
Introducir rack en el autoclave y activar ingreso automático	0,67	0,92	0,35	0,5	0,61

MUESTRAS DE TIEMPOS – CICLO 6

CICLO 6	TIMEPO (MIN)				TIEMPO PROMEDIO (min)
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	
Buscar base móvil para rack	0,20	0,22	0,27	0,18	0,22
Retirar rack del autoclave	0,52	0,38	0,43	0,42	0,44
Trasladar rack hacia la zona de espera para el ingreso a la jaula de descarga	0,25	0,22	0,22	0,13	0,20
Esperar disponibilidad de la jaula	13	13	13	13	13,00
Retirar rack vacío y trasladarlo a la zona de racks	0,33	0,42	0,43	0,43	0,40
Trasladar rack que se encontraba en espera a la jaula de descarga e introducirlo	0,43	0,58	0,83	1,08	0,73

MUESTRAS DE TIEMPOS – CICLO 7

CICLO 7	TIEMPO (MIN)						TIEMPO PROMEDIO (min)
	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	
OPERARIO PALLETIZADO							
Buscar tarima y colocarla en el piso junto a la máquina de embandejado	0,08	0,17	0,15	0,17	0,14	0,09	0,13
Buscar separador de cartón y colocarlo sobre la tarima	0,17	0,15	0,15	0,17	0,16	0,14	0,16
Tomar la bandeja y posicionarla sobre la tarima hasta completar el pallet	28,98	35	50	70	30	55	44,83
OPERARIO EMBALAJE							
Buscar zorra y colocarla en el pallet armado	0,35	0,33	0,32	0,36	0,33	0,29	0,33
Levantar el pallet con la zorra	0,08	0,13	0,09	0,1	0,11	0,09	0,10
Transportar el pallet hacia el centro de la sala y quitar la zorra	0,2	0,25	0,26	0,21	0,19	0,2	0,22
Buscar esquineros y film stretch	0,49	0,5	0,55	0,51	0,53	0,54	0,52
Colocar esquineros	0,17	0,18	0,17	0,16	0,16	0,18	0,17
Colocar film stretch y girar alrededor del pallet hasta embalar completamente el mismo	1,5	1,52	1,48	1,55	1,6	1,55	1,53
Devolver film stretch a su lugar	0,17	0,14	0,15	0,16	0,12	0,16	0,15
Buscar etiqueta de identificación y colocarla en el pallet	0,5	0,54	0,48	0,47	0,52	0,51	0,50
Colocar zorra, levantar pallet y retirarlo de la Nave 2	0,4	0,45	0,51	0,48	0,53	0,5	0,48