

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Autores:

- Alonso, Martina
- Webb, María

Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata
Mar del Plata, septiembre 2021



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Autores:

- Alonso, Martina
- Webb, María

Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata
Mar del Plata, septiembre 2021

Trabajo Final:

“Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones”

Alonso, Martina

Webb, María

Evaluadores:

Lic. Grammatico, Juan Pablo

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Ing. Laville, Daniel

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Ing. Schualle, Marcos Germán

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Director:

Lic. Grammatico, Juan Pablo

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Codirector:

Ing. Laville, Daniel

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata

Agradecimientos

Queremos agradecer en primer lugar al Ing. Ignacio Mesa por su iniciativa y colaboración al permitirnos el ingreso a la empresa, mostrando disposición y dándonos su apoyo desde el primer momento.

A nuestros directores, Lic. Juan Pablo Grammatico y Ing. Daniel Laville, por ser nuestra guía a lo largo del proyecto y demostrar buena predisposición en todo momento, siempre dispuestos a brindarnos un buen asesoramiento y respuesta rápida ante cualquier inquietud presentada.

Al Lic. Andrés Cunsolo y al Ing. Roberto Ponce, por compartirnos sus conocimientos y brindarnos recomendaciones para el proceso de envasado de infusiones durante las visitas a la empresa, lo que significó una orientación de mucha ayuda.

A la Facultad de Ingeniería y a todos los profesores que formaron parte de nuestra formación, por su esfuerzo y dedicación del día a día para instruirnos como profesionales.

Por último, y no menos importante, a nuestras familias y amigos que nos acompañaron y apoyaron no solo en este proyecto, sino a lo largo de toda la carrera, en especial a nuestras compañeras y amigas: Sofía, Martina, Agostina, Victoria y Valentina. Su presencia fue fundamental en todo momento. Estamos muy agradecidas por su apoyo incondicional, sin ellos no hubiese sido posible.

María y Martina

Índice

Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
Tabla de siglas.....	x
Glosario.....	x
Resumen.....	xii
Palabras claves.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general.....	1
Objetivos específicos.....	1
Estructura del trabajo.....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Descripción del producto.....	3
2.2 Contexto.....	3
2.2.1 Contexto mundial.....	3
2.2.2 Contexto nacional.....	4
2.2.3 Contexto particular.....	5
2.3 Concepto de mejora continua.....	5
2.4 Herramientas para la descripción de procesos.....	6
2.4.1 Diagrama de flujo.....	6
2.4.2 Diagrama de recorrido.....	8
2.5 Herramientas de análisis y modificación de procesos.....	8
2.5.1 Gestión por procesos.....	8
2.5.2 Control estadístico de procesos.....	9
2.5.3 Estudio de tiempos.....	10
2.5.4 Diagrama causa-Efecto.....	11
2.5.5 Diagrama de Pareto.....	12
2.5.6 Proceso analítico de jerarquías.....	12
2.5.7 Tabla dinámica.....	13
2.6 Herramientas para la obtención de datos y toma de decisiones.....	14
2.6.1 Indicadores.....	14
2.6.2 Tablero de control.....	15
2.6.3 Método de factores ponderados.....	15

III. ALCANCE.....	17
IV. DESARROLLO.....	18
4.1 Situación problemática.....	18
4.2 Situación actual.....	19
4.2.1 Productos que se comercializan.....	19
4.2.2 Organigrama Funcional.....	19
4.2.3 Recursos humanos.....	21
4.2.4 Distribución en planta.....	22
4.2.5 Proceso productivo.....	24
4.2.6 Tecnología del sistema de producción.....	31
4.2.7 Sistema de Información.....	32
4.2.8 Proceso de adquisición de datos de producción.....	32
4.2.9 Sistema de trazabilidad.....	35
4.2.10 Planificación de la Producción.....	36
4.2.11 Almacenamiento.....	37
4.2.12 Mantenimiento.....	38
4.2.13 Proceso de Envasado.....	38
4.2.13.1 Descripción del proceso.....	38
4.2.13.2 Jornada laboral.....	39
4.2.13.3 Productos.....	40
V. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA.....	41
5.1 Indicadores de Producción.....	41
5.1.1 Funcionamiento del proceso.....	41
5.1.2 Datos disponibles.....	41
5.1.3 Detección de datos faltantes.....	42
5.1.4 Modificación de la planilla de obtención de datos.....	42
5.1.5 Disposición de los datos a analizar.....	44
5.1.6 Estudio de tiempos.....	44
5.1.7 Diagrama de Pareto.....	49
5.1.8 Análisis causa-efecto.....	50
5.1.9 Proceso analítico de jerarquías.....	51
5.1.10 Formulación de indicadores.....	55
5.1.10.1 Indicador de Eficiencia del operario.....	56
5.1.10.2 Indicador de Tiempo operativo de la máquina.....	57
5.1.10.3 Indicador de Rendimiento del Granel.....	59

5.1.10.4	Indicador de Eficiencia del proceso.....	60
5.1.11	Análisis de Indicadores.....	62
5.1.11.1	Indicador de Eficiencia del operario.....	62
5.1.11.2	Indicador de Tiempo operativo de la máquina.....	65
5.1.11.3	Indicador de Rendimiento de Granel.....	68
5.1.11.4	Indicador de Eficiencia del Proceso.....	70
5.1.12	Análisis mediante tabla dinámica.....	73
5.2	Tablero de control.....	77
5.3	Implementación de estación para la carga de datos.....	82
5.3.1	Selección de cantidad de estaciones.....	82
5.3.2	Datos generales utilizados para el análisis.....	83
5.3.3	Alternativa 1.....	83
5.3.4	Alternativa 2.....	85
5.3.5	Alternativa 3.....	86
5.3.6	Decisión entre las diferentes alternativas.....	87
5.3.7	Conclusión.....	89
VI.	CONCLUSIONES.....	91
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	92
VIII.	ANEXOS.....	94
8.1	Anexo 1.....	94

Índice de Tablas

Tabla 1: Escala de comparaciones pareadas para las preferencias del PAJ.....	13
Tabla 2: Denominaciones del plano.....	24
Tabla 3: Referencias de colores.....	29
Tabla 4: Tabla Resumen de Estudio de Tiempos.....	47
Tabla 5: Resumen de tiempos del mes de septiembre, 2020.....	48
Tabla 6: Distribución de tiempos en turno de 8 horas.....	49
Tabla 7: Matriz de comparaciones pareadas.....	54
Tabla 8: Matriz de comparaciones pareadas normalizada.....	55
Tabla 9: Suma de horas de máquina.....	60
Tabla 10: Indicador de tiempo operativo de la máquina desde el 5 al 12 de octubre del 2020.....	64
Tabla 11: Indicador de eficiencia del operario desde el 5 al 12 de octubre del 2020.....	65
Tabla 12: Indicador de eficiencia del operario desde el 5 al 12 de octubre del 2020.....	65
Tabla 13: Asignación de colores según el valor para cada indicador.....	78
Tabla 14: Tablero de control.....	80
Tabla 15: Datos de la alternativa 1.....	84
Tabla 16: Resumen de la alternativa 1.....	84
Tabla 17: Resumen de la alternativa 2.....	86
Tabla 18: Datos de la alternativa 3.....	86
Tabla 19: Resumen de la alternativa 3.....	87
Tabla 20: Comparación criterio tiempo de repago.....	88
Tabla 21: Comparación criterio dinero a invertir.....	88
Tabla 22: Comparación criterio tiempo de recorrido.....	89
Tabla 23: Matriz de ponderación de criterios.....	89
Tabla 24: Método de factores ponderados.....	89
Tabla 25: Tabla de estudio de tiempos.....	97

Índice de Figuras

Figura 1: Evolución de las exportaciones de té.....	4
Figura 2: Simbología de un Diagrama de Flujo.....	7
Figura 3: Esquema de diagrama de flujo lineal.....	8
Figura 4: Organigrama funcional.....	20
Figura 5: Distribución de la planta.....	23
Figura 6: Diagrama de Flujo.....	28
Figura 7: Diagrama de recorrido.....	30
Figura 8: Envasadora EC 12 /B.....	31
Figura 9: Envasadora EC 12 /C.....	32
Figura 10: Planilla de operarios.....	35
Figura 11: Nueva planilla de operarios.....	43
Figura 12: Planilla parcial de Excel.....	44
Figura 13: Operario de envasado.....	45
Figura 14: Formulario de Estudio de Tiempos.....	46
Figura 15: Distribución de tiempos del proceso de envasado durante septiembre de 2020.....	48
Figura 16: Diagrama de Pareto.....	50
Figura 17: Diagrama Causa-Efecto.....	51
Figura 18: Eficiencia del operario desde septiembre a diciembre del 2020.....	57
Figura 19: Tiempo operativo de la máquina desde septiembre a diciembre del 2020.	59
Figura 20: Utilización de las máquinas envasadoras desde septiembre a diciembre del año 2020.....	60
Figura 21: Tiempo operativo de la máquina envasadora por turno desde septiembre a diciembre del 2020.....	61
Figura 22: Rendimiento del Granel por operario desde octubre a diciembre del 2020.....	62
Figura 23: Eficiencia del proceso desde el 5 al 12 de octubre del 2020.....	64
Figura 24: Análisis de operarios con Tablas Dinámicas desde el mes de septiembre a diciembre del año 2020.....	73
Figura 25: Análisis de máquinas envasadoras con Tablas Dinámicas desde el mes de septiembre a diciembre del 2020.....	74
Figura 26: Análisis del granel con Tablas Dinámicas desde el mes de septiembre a diciembre del 2020.....	75

Figura 27: Análisis del proceso por máquina con Tablas Dinámicas desde el mes de septiembre a diciembre del 2020.....	76
Figura 28: Complemento al Tablero de control.....	81
Figura 29: Diagrama de recorrido de la alternativa 1.....	83
Figura 30: Plano de las máquinas envasadoras con las estaciones de carga.....	85
Figura 31: Diagrama de recorrido de la alternativa 3.....	86

Tabla de siglas

ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica

INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

MINAGRO: Ministerio de Agroindustria

OMS: Organización Mundial de la Salud

OP: Orden de Producción.

PDCA: *Plan Do Check Act*¹

Glosario

Bitácora de sala de fraccionamiento: documento presente en las salas de fraccionamiento, el cual debe ser completado por los operarios dejando constancia de con qué lote y en qué máquina ha trabajado cada uno y cuando realizó la sanitización de la máquina envasadora al finalizar el lote.

Cajas máster: son cajas de cartón que en su interior contienen 70 estuches de saquitos de té, manteniéndolos agrupados y protegidos.

Lista de materiales: conjunto de elementos de entrada utilizados para la fabricación de los distintos productos. Se indican las cantidades necesarias de cada elemento para producir la cantidad objetivo del producto en cuestión.

Orden de producción (OP): es el elemento central del sistema que indica el producto a producir en determinado momento. Es lo que permite relacionar todos los elementos y procesos vinculados con la producción: materias primas, insumos, procesos, etc.

Sala de fraccionamiento: lugar de la organización en donde se lleva a cabo el proceso de envasado de saquitos de té.

Sistema G&B: software integral de gestión que permite la organización del sistema global de la empresa, logrando un control centralizado de todos sus sectores.

Sobreenvoltura: objeto que protege herméticamente todas las cualidades originales de cada variedad de té. Recubre cada saquito asegurando su frescura y un sabor genuino. Su material de composición puede ser papel, papel BOPP (polipropileno biorientado que permite que sea termosellado el saquito) y papel coteado (papel que logra mayor aceptación

¹ Del inglés: "Plan, Do, Check, Act" que en castellano se conoce como PHVA: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Permite a las organizaciones controlar eficientemente sus procesos internos y externos, reduciendo así los errores y mejorando la toma de decisiones en cada una de las áreas.

de las tintas, un mayor brillo, rigidez, resistencia al rasgado y por lo tanto una mejor calidad tanto al tacto como al diseño impreso de los saquitos de té).

Verificación de aptitud sanitaria: documento presente en las salas de fraccionamiento que debe ser completado al finalizar cada lote de trabajo para certificar que la sala ha sido sanitizada y se encuentra en condiciones de comenzar a trabajar con otro producto.

Resumen

En el presente trabajo se presentan propuestas de mejora en el sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones de una empresa localizada en la ciudad de Mar del Plata. Debido a la situación presente, fruto del virus COVID-19, el consumo de infusiones ha experimentado un aumento inesperado. Este factor ha provocado, como consecuencia, un aumento en la demanda de la empresa lo que lleva a identificar la necesidad de mejorar el registro y análisis de datos de producción. Este aspecto es de suma importancia, ya que influye directamente en la toma de decisiones de los niveles gerenciales. Es fundamental que la información se encuentre disponible y actualizada en todo momento. Este trabajo busca generar que el proceso de gestión de datos sea más eficiente. Para ello, se comienza por analizar el sistema actual que posee la empresa para adquirir y cargar los datos de producción. Una vez analizado, se continúa por identificar cuáles son los datos relevantes a mantener y cuáles a incorporar en el proceso de registro de datos. Dentro de los aspectos que se identifican, se encuentra la falta de indicadores de producción para lograr un estudio completo del sistema productivo. Por esto, se procede con la formulación de los indicadores y la recolección de los datos necesarios para la generación de los mismos. Además, se incorpora un tablero de control que reúne los indicadores formulados, con la intención de lograr un seguimiento de estos últimos de manera más sencilla, práctica y visual. Finalmente, se determina la manera óptima para realizar la recolección y carga de datos, llegando a la conclusión de la necesidad de implementar dos estaciones de carga, una en cada sala de envasado de infusiones, para minimizar los tiempos y aumentar la eficiencia del proceso.

Palabras claves

Indicadores, análisis de datos, eficiencia, envasado de infusiones, tablero de control, estaciones de carga.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enfoca en analizar el sistema actual de adquisición y análisis de datos que posee la empresa para el proceso productivo de infusiones con el objetivo de proponer mejoras para lograr una mayor eficiencia en el proceso, generando un beneficio económico y ahorro de tiempo.

Como consecuencia de la situación actual, producto del virus COVID-19, la empresa ha experimentado un aumento inesperado de su demanda, dejando en evidencia oportunidades de mejora en el sistema de datos de producción que permitan una ágil toma de decisiones estratégicas del negocio. Se busca que los mandos gerenciales cuenten con la información necesaria, relevante y actualizada para una eficiente implementación de cursos de acción.

Actualmente los indicadores de los que dispone la organización no son suficientes para un análisis completo del sistema productivo. Es necesaria la disponibilidad de ciertos indicadores concretos para el jefe de producción junto al gerente de planificación y producción. A su vez, debido a la complejidad del sistema de carga de datos a lo largo del proceso productivo se genera un doble registro de los mismos, lo cual genera tiempos ineficientes que se buscan minimizar.

La situación previamente descrita resulta un desafío motivante para implementar los conceptos y herramientas estudiados a lo largo de la carrera. A modo de aclaración, el trabajo realizado en la empresa sucedió entre los meses de septiembre a diciembre de 2020.

Objetivo general

Para el presente trabajo se establece como objetivo general el de mejorar la eficiencia del proceso actual de obtención, carga y análisis de datos del área de producción, a fin de agilizar y generar una mejora de productividad en dicho proceso.

Objetivos específicos

El objetivo general también es acompañado por objetivos específicos, se desarrollan en el trabajo respetando el siguiente orden:

- Realizar una descripción de los procesos pertinentes y de los métodos de obtención de datos para la toma de decisiones.
- Elaborar un análisis crítico del proceso seleccionado y del método de obtención de datos actuales.

- Definir qué mejoras se pueden implementar para la adquisición de datos en los procesos analizados, como acción preliminar a la implementación de un sistema de digitalización de procesos.
- Seleccionar indicadores para la toma de decisiones.
- Presentar un tablero de control con los indicadores seleccionados para lograr una mejor visualización de los mismos que conduzcan a una eficiente toma de decisiones o cursos de acción a seguir.

Estructura del trabajo

El presente documento consta de ocho secciones principales. En primer lugar, se encuentra la introducción donde se presenta la importancia de la problemática a abordar y se definen los objetivos, tanto generales como específicos. Luego, se presenta el marco teórico, este apartado es de gran importancia para lograr comprender los conceptos técnicos utilizados a lo largo del trabajo.

En tercer lugar, se encuentra el alcance donde se definen las áreas involucradas en el desarrollo del trabajo. Posteriormente, el desarrollo, el cual se presenta organizado en bloques. Se comienza explicando la situación problemática presente en la empresa y la situación actual, describiendo su funcionamiento y detallando su composición. En quinto lugar, la etapa de análisis y propuestas de mejora. Por un lado, se explora el funcionamiento del sistema de obtención de datos, los datos disponibles, los datos faltantes, como adquirirlos, la formulación de indicadores, su posterior inspección y un análisis integral de los puntos analizados. Por el otro, se definen las distintas mejoras del proceso, explicadas en detalle. Existen distintas posibilidades y opciones para mejorar la eficiencia del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones, quedando en manos de la empresa la decisión final de las propuestas a implementar. Por último, se presentan las conclusiones obtenidas, la bibliografía y el anexo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del producto

La obtención de los diversos tipos de té proviene a partir de la materia prima: brotes y hojas de la especie *camellia sinensis*. Estos productos finales pueden ser distintos según las variedades botánicas utilizadas, las formas de cultivo, la época y tipo de cosecha, así como del método de industrialización empleado. Los productos se clasifican según el color del material de la infusión generada, y según el grado de fermentación.

Existen cuatro tipos principales de té con múltiples variedades que dan lugar a más de 3000 clases de té en todo el mundo:

- **Té Negro:** este es un té completamente fermentado. Los distintos métodos de elaboración concluyen con la oxidación de las hojas, principal responsable de sus conocidas características que lo convierten en el tipo de té más consumido en occidente.
- **Té Rojo:** es en principio un té verde o un té negro que además sufre una fermentación bacteriana al dejarlo añejar en barricas de madera. Sus especiales cualidades mejoran con la edad.
- **Té Verde:** es un té no fermentado. Las hojas, previamente marchitas, se tratan con calor para detener la fermentación (cocción al vapor o al fuego). Al evitarse la oxidación, el té conserva mayor cantidad de antioxidantes.
- **Té Blanco:** elaborado a partir de los nuevos brotes, cosechados antes de que abran. Sólo se someten a un marchitado natural y luego a secado. (Subsecretaría de Alimentos y bebidas, 2006)

2.2 Contexto

2.2.1 Contexto mundial

El cultivo del té tiene sus orígenes en Asia. Sin embargo, con el paso del tiempo, se fue extendiendo a otras regiones del mundo. Actualmente, se produce y elabora principalmente un 28% en China, 25% en India, 10% en Kenia, 9% en Sri Lanka, 6% en Turquía, 5% en Vietnam, 4% en Indonesia, 4% en Argentina, 3% en Irán, 2% en Taiwán y el 4% restante corresponde a los demás países. (Ministerio de Agroindustria, 2017)

Según el Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación, en todo el mundo se producen 5,3 millones de toneladas de té por año. China representa el mayor productor de té en el mundo con un volumen de producción de 1,48 millones de toneladas por año. Más aún, India ocupa el segundo lugar con 1,33 millones de toneladas de producción anual. De

esta manera, ambos países producen juntos más del 50% del total mundial. El crecimiento y evolución se asocia a la incorporación tecnológica, a la renovación de plantaciones con material clonado de calidad superior y a prácticas culturales, lo que significa obtener un producto con un estándar de calidad diferenciada y elevados rendimientos por unidad de superficie.

2.2.2 Contexto nacional

El té argentino, debido a su elaboración y a la creciente demanda internacional, se va consolidando en los mercados extranjeros. Hoy en día, su participación en la exportación mundial representa el 1,3%. En la Figura 1 se puede observar la evolución de las exportaciones de té en los últimos 15 años (Ministerio de Agroindustria, 2017).



Figura 1: Evolución de las exportaciones de té.

Fuente: MINAGRO, sobre base de datos del INDEC (2017).

En este marco, Argentina destina al mercado externo cerca del 95% de su producción de forma elaborada y semielaborada. Argentina es el principal vendedor de té a los Estados Unidos ya que destina el 75,3% de su producción de exportación al mismo. A su vez, Argentina ocupa el segundo lugar con 14,6% de las importaciones estadounidenses, tanto de té negro como de té verde, ubicándose luego de China (19,6%).

En menor escala, las exportaciones argentinas son destinadas a Chile con el 7,01%. Chile es el segundo comprador de té argentino; Argentina ocupa la segunda posición con una participación del 14,1% en las compras del país vecino, siendo Sri Lanka el principal proveedor con el 54%. Finalmente, como destinos de exportaciones argentinas se encuentran Polonia con 2,9%, India 2,3%, Rusia 2,0%, Alemania 1,7%, Reino Unido 1,2%, Perú 1,2%, entre otros. (Ministerio de Agroindustria, 2017).

2.2.3 Contexto particular

La empresa productora de infusiones se encuentra atravesando un auge repentino en su demanda, fruto de la situación actual de pandemia producida por el virus COVID-19. Este gran aumento, deja en evidencia posibilidades de mejora en el sistema de información de la empresa, herramienta clave para el óptimo desarrollo de las distintas actividades de la organización.

La empresa cuenta con un soporte integral de gestión denominado Sistema G&B, el cual en el año 2010 sufrió una renovación funcional. Mediante la aplicación de este sistema de información, es posible dar soporte a la producción ya que permite detallar los elementos y esquema principal de funcionamiento de producción y el inventario. El sistema abarca la obtención de información desde la recepción de la materia prima, en donde se da de alta el stock de materia prima en el sistema, y se identifican los productos con los elementos necesarios para su trazabilidad, hasta los despachos, en donde se da de baja el stock despachado, y se almacenan los datos necesarios para trazar los productos enviados (conociendo cada lote) con su destino.

El proceso productivo gira en torno de las tecnologías más relevantes de las que dispone la empresa, estas son: las máquinas de molienda de materia prima, las máquinas envasadoras de saquitos de té, las máquinas encapsuladoras, las máquinas emblistadoras y las máquinas de acondicionamiento del producto final.

A través de cada etapa del proceso se busca registrar en el sistema el estado del artículo, los procesos que atravesó y las cantidades que hay de cada producto. De esta manera, se logra dar seguimiento a cada uno de los procesos que forman parte del sistema productivo.

Sin embargo, el sistema no dispone de reportes de indicadores que notifiquen, a las personas correspondientes, la eficiencia instantánea del proceso productivo. Sería de utilidad disponer de información a tiempo real para facilitar la toma de decisiones y de medidas correctivas, en caso de ser necesarias. Sería de ayuda para los líderes disponer, en todo momento, de datos que indiquen el rendimiento de los operarios en la obtención de producto terminado con respecto al plan de producción.

Es por este motivo que se presenta una reformulación del proceso de análisis de datos de producción para un eficiente análisis de la información a tiempo y una posterior toma de decisiones eficaces.

2.3 Concepto de mejora continua

El concepto de mejora continua surge en el siglo XX con la intención de mejorar los productos, servicios y procesos productivos. Se basa en una actividad que tiene como objetivo analizar los procesos que se usan en una organización, revisarlos y realizar

cambios para trabajar mejor. Entendiéndose esto último como generar mejores resultados, potenciar la eficiencia o alcanzar niveles superiores en el clima laboral, es decir, las mejoras pueden ocurrir tanto en la dimensión interna como externa de la organización.

Dentro de este marco, la mejora continua es una búsqueda constante de la perfección cuyo objetivo es aumentar la calidad y reducir el desperdicio. Para poder alcanzar los objetivos, es necesario que sea cíclica y debe estar integrada en la cultura de la empresa.

La herramienta fundamental del concepto es el Ciclo PDCA o también conocido como Ciclo de Deming. Se trata de una sucesión de actividades, que deben ser realizadas en un orden establecido y que permite identificar e implementar los cambios necesarios para mejorar la calidad. Las 4 etapas que componen el ciclo son las siguientes:

1. Planificar: se buscan las actividades a mejorar y se establecen los objetivos a alcanzar.
2. Hacer: se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta.
3. Verificar: una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento e identificar las posibles brechas.
4. Actuar: una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades. Si los resultados son satisfactorios se procede a realizar la implantación de la mejora, y si no lo son hay que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o descartarla. Al terminar con el paso 4, es necesario volver al primer paso de manera periódica para estudiar nuevas posibles mejoras a implantar. (Walter A. Shewhart, 1939)

2.4 Herramientas para la descripción de procesos

2.4.1 Diagrama de flujo

Como se explica en el libro "Administración de la calidad" de Donna C. S. Summers (2006), los diagramas de flujo son muy útiles ya que permiten a quienes estudian el proceso entender rápidamente lo que implica desde el principio hasta el final. A través de un diagrama de flujo es fácil identificar las actividades de un proceso que causan problemas o que no agregan valor. Además, esta herramienta facilita un análisis de los procesos centrándose en los puntos de control, los ciclos de reprocesamiento, las actividades (el valor agregado, los costos, las fuentes de errores y reprocesos) y la documentación.

La construcción de mapas de proceso es bastante sencilla. Los pasos para elaborar estos diagramas son los siguientes:

1. Definir los límites del proceso. Para los fines del diagrama, determinar dónde empieza y termina el proceso.

2. Definir los pasos del proceso. Se puede usar la técnica de lluvia de ideas para identificar los pasos de procesos nuevos. En el caso de los procesos existentes, se pueden observar en funcionamiento.
3. Clasificar los pasos en el orden en que ocurren en el proceso.
4. Colocar los pasos en los símbolos apropiados del diagrama de flujo y elaborar el diagrama.
5. Revisar que los pasos sean completos, sean eficientes y que estén libres de problemas como actividades que no agregan valor. (Summers, 2006)

Los diagramas de flujo se pueden elaborar con los símbolos que se muestran en la Figura 2.

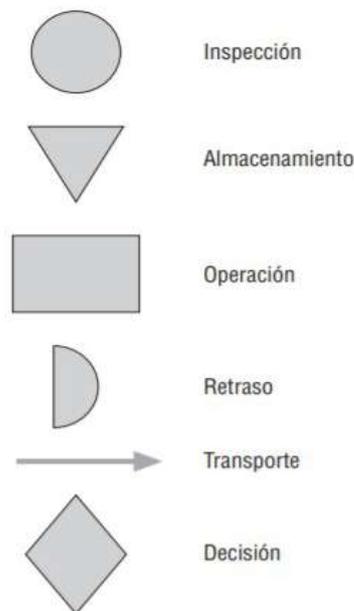


Figura 2: Simbología de un Diagrama de Flujo.

Fuente: Administración de la calidad, Summers (2006).

Existen diferentes tipos de diagramas de flujo. En este caso, se utilizará el tipo lineal, en donde todas las actividades del proceso aparecen secuenciadas una debajo de la otra, como se muestra en la Figura 3. (Pardo, 2012)

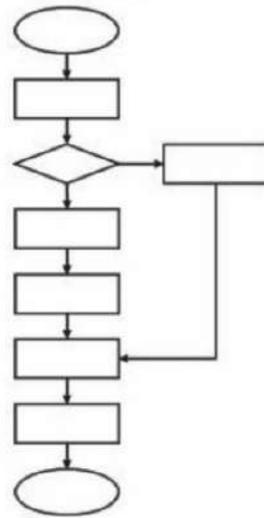


Figura 3: Esquema de diagrama de flujo lineal.

Fuente: Configuración y usos de un Mapa de Procesos, Pardo (2012).

2.4.2 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es un diagrama o modelo, a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas.

Mediante la utilización de un diagrama de recorrido se puede observar el orden de las operaciones y esbozar un diagrama para indicar el emplazamiento de los puestos de trabajo. (Kanawaty, 1996)

2.5 Herramientas de análisis y modificación de procesos

2.5.1 Gestión por procesos

La organización es un conjunto de procesos complejos. Los procesos nacen como tareas que responden a una necesidad interna o externa y son la clave para un desempeño libre de errores. El papel de la nueva gerencia es comprender y dirigir la revolución de los procesos de la organización, ya que los clientes son más exigentes hasta en los mínimos detalles y por lo tanto se requieren cambios fundamentales en la organización (Walter Abrigo, 2014).

Gestión por procesos, implica un avance lógico en las organizaciones hacia una forma de enfocar la participación del personal y orientar la misma hacia el cliente. Se basa en la prevención y en la búsqueda de la mejora continua. Cada persona debe reconocer entradas, salidas, recursos, controles, objetivos, clientes, etcétera que definen los procesos con los que se encuentra vinculado. La aplicación de un modelo de gestión de este tipo implica establecer una estructura organizacional flexible, de forma que los controles se

enfocan en la evaluación de las variables de los procesos, sin dejar de lado el control de los resultados. Esto permite que al detectarse la necesidad de efectuar acciones correctivas se trabaje sobre las causas que originan los problemas, en lugar de los evitar solo los síntomas que se evidencian.

La gestión de procesos incluye las siguientes etapas para su implementación:

- **Diseño y planificación:** identificar las necesidades del cliente y definir los objetivos del proceso, el diseño debe prevenir la ocurrencia de fallos y obtención de productos defectuosos. La planificación tiene como meta garantizar altos niveles de eficacia y eficiencia. En esta etapa, además, se deben establecer indicadores que permitan realizar un seguimiento del desempeño del proceso.
- **Ejecución:** para poner en marcha el proceso de forma adecuada es necesario evaluar factores como la selección, inducción y capacitación del personal, la calidad de las materias primas e insumos, el funcionamiento adecuado de las maquinarias y equipos, un sistema de comunicación y retroalimentación adecuado, la definición de responsables para las distintas tareas, el cumplimiento de los procedimientos, entre otros.
- **Control:** es imprescindible realizar un seguimiento y control de los procesos y los resultados obtenidos, de forma que se identifiquen las desviaciones que afectan a la continuidad de los procesos y/o el nivel de calidad esperado. Esta etapa implica además analizar las causas de las desviaciones y desarrollar acciones para eliminarlas.
- **Mejora continua:** contempla la implementación de acciones correctivas y preventivas con el fin de mejorar el desempeño de los procesos en términos de cumplimiento de los objetivos, utilización de recursos y satisfacción de los clientes.

2.5.2 Control estadístico de procesos

Los procesos industriales al encontrarse ligados a factores aleatorios no permiten obtener siempre los mismos resultados en la producción. Es decir, los productos obtenidos de un mismo proceso no son uniformes por estar expuestos a diferentes fuentes de variaciones, incluso cuando se desarrollan en la forma prevista. (Reyes, J. 2005)

En el caso del proceso productivo de envasado estudiado, es extraño que un equipo (producto, resultado) obtenga de igual forma y en iguales tiempos la misma producción que otro. Más allá de que existe un tiempo estándar planeado, representado por las horas teóricas de producción definidas, la planificación suele estar desfasada de los tiempos reales. Como resultado, en ocasiones existen fluctuaciones de determinadas variables que arrojan en consecuencia mayores tiempos de producción.

Estas variaciones deben disminuirse lo máximo posible y mantenerse dentro de los límites aceptables de producción. Los sistemas de control estadístico de procesos son sistemas de retroalimentación que tienen como objetivo realizar un seguimiento del proceso para determinar las causas de las variaciones, y actuar en consecuencia.

Entre las ventajas de la aplicación del control estadístico de procesos se encuentran:

- **Diferencia entre causas asignables y no asignables al proceso.** Las primeras son aquellas causas que actúan en determinados momentos produciendo gran variabilidad, sus efectos son predecibles y definidos, y se eliminan cuando se elimina la causa, por ejemplo: desajuste de las máquinas, defectos de la materia prima, operarios no cualificados, etcétera. Por otro lado, las causas no asignables son causas cuyos efectos individuales son pequeños y difíciles de eliminar, producen una variabilidad estable y predecible, por ejemplo: la imprecisión de las herramientas, la vibración de las máquinas, cambios de materia prima, diferencias en las condiciones atmosféricas, experiencia, motivación, entre otros.
- **Puede aplicarse en cualquier tipo de empresa,** y su objeto de estudio incluye personas, tareas, materiales, etcétera, considerando cuatro factores de cantidad, tiempo, costo y calidad.
- **Permite determinar y analizar las causas de las desviaciones de forma rápida** para tomar decisiones y aplicar acciones correctivas que mantengan al proceso dentro de los límites establecidos.

2.5.3 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, 1996)

El material fundamental necesario para realizar este estudio es un cronómetro, un tablero de observaciones y un formulario de estudio de tiempos en caso de que la actividad se desarrolle de manera presencial. Sin embargo, es posible que estos elementos sean reemplazados por sus equivalentes electrónicos, como así también, que la actividad se realice de manera remota.

El estudio de tiempos más utilizado es el método de tiempos continuos, como su nombre lo indica, es aquel en que el cronómetro una vez que se arranca permanece funcionando durante todo el estudio, haciendo las lecturas progresivamente. El tiempo para cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura siguiente.

En el estudio de tiempos el analista descompone una operación en sus diversos elementos para luego poder analizarlos detenidamente. Un estudio de tiempos se lleva a cabo cuando:

- se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea;
- se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación;
- se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones;
- se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos;
- se encuentren bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de los grupos de trabajo. (George Kanawaty, 1996)

La evaluación analítica de las actividades, posterior a la medición de tiempos, es indispensable para reconocer la causa principal del retraso: mano de obra, disposición de materiales, disposición de herramientas o método de trabajo, a su vez permite cuantificar el tiempo y dinero perdido en cada actividad.

2.5.4 Diagrama causa-Efecto

El diagrama de causa-efecto también se conoce como diagrama de Ishikawa por Kaoru Ishikawa, quien lo desarrolló, y como diagrama de pescado porque el diagrama terminado se parece al esqueleto de un pez. Un diagrama de este tipo puede ayudar a identificar causas de no conformidad o productos o servicios defectuosos. Los diagramas de causa-efecto se pueden utilizar junto con diagramas de flujo y diagramas de Pareto para identificar la(s) causa(s) de un problema. (Summers, 2006)

Este tipo de herramienta permite un análisis participativo que, mediante técnicas como lluvias de ideas, sesiones de creatividad, y otras, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema.

Además, los solucionadores de problemas sacan provecho de este diagrama pues les permite dividir un problema grande en partes más manejables. También sirve como representación visual para comprender los problemas y sus causas. El problema o efecto se identifica claramente en lo que se denomina la cabeza de pescado, y las posibles causas se desagregan en las espinas. El diagrama de causa-efecto también permite al líder de la sesión organizar lógicamente las posibles causas del problema y enfocarse en un área al mismo tiempo.

A su vez, el problema a analizar puede provenir de diversos ámbitos como mantenimiento, calidad de productos y servicios, fenómenos sociales, organización, entre otros. Al eje horizontal se agregan líneas oblicuas que representan las causas valoradas por

las personas que analizan el problema. Más aún, cada una de las líneas oblicuas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. El diagrama no sólo permite la representación de las causas del problema, también muestra las subcategorías relacionadas con estas causas. (Summers, 2006)

2.5.5 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica para clasificar las causas de un problema desde la más significativa hasta la menos significativa. Son representaciones gráficas de la regla 80-20 que indica que el 80% de las consecuencias derivan del 20% de las causas. Constituyen una útil herramienta para el análisis de problemas ya que, aunque el reparto no siempre es 80-20, el diagrama es un método visual que permite evidenciar las causas más relevantes de un problema.

Es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Este permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, pocas causas son responsables por la mayor parte del impacto negativo. Si se presta atención en estas pocas causas problemáticas, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar.

2.5.6 Proceso analítico de jerarquías

El proceso analítico de jerarquías (PAJ) es un lógico y estructurado método de trabajo que optimiza la toma de decisiones complejas cuando existen múltiples criterios o atributos, mediante la descomposición del problema en una estructura jerárquica. Esto permite subdividir un atributo complejo en un conjunto de atributos más sencillos y determinar cómo influyen cada uno de esos atributos individuales en el objetivo de la decisión. Esa influencia está representada por la asignación de los valores que se asigna a cada atributo o criterio.

El método PAJ establece dichos valores a través de comparaciones pareadas (uno a uno). En determinadas circunstancias esto facilita la objetividad del proceso y permite reducir sustancialmente el uso de la intuición en la toma de decisiones.”

Mediante la escala de comparaciones pareadas para las preferencias del PAJ que se puede observar en la Tabla 1, el decisor muestra su preferencia entre las distintas alternativas.

Valor	Escala de comparaciones pareadas para las preferencias
9	Extremadamente preferible
8	Entre muy fuertemente preferible y extremadamente preferible
7	Muy fuertemente preferible
6	Entre fuertemente y muy fuertemente preferible
5	Fuertemente preferible
4	Entre moderada y fuertemente preferible
3	Moderadamente preferible
2	Entre igual y moderadamente preferible
1	Igualmente preferible

Tabla 1: Escala de comparaciones pareadas para las preferencias del PAJ.

Fuente: Frías Jimenez (2008).

2.5.7 Tabla dinámica

Una tabla dinámica es una herramienta avanzada para calcular, resumir y analizar datos que permite ver comparaciones, patrones y tendencias en ellos. Las tablas dinámicas permiten calcular de manera muy rápida y eficiente cálculos y agregaciones o estadísticas de la data que vas a analizar. Estas tablas analizan la data que contiene la base de datos. Además, permiten agrupar la información de diferentes formas para obtener conclusiones y hallazgos de manera práctica.

Se denominan dinámicas ya que el usuario decide la estructura de los cuadrantes y sus valores. A su vez, permiten disponer de la información y ordenarla cambiando de posición los encabezados de fila y columna de manera fácil y rápida. Es decir, permite ver y seleccionar los datos en la tabla de Excel desde perspectivas diferentes y sin alterar el contenido.

Las tablas dinámicas en Excel sirven para analizar datos con mayor detalle y para responder preguntas inmediatas sobre la data trabajada. Es por esto, que han sido creadas especialmente para ayudar a:

- Responder consultas de manera sencilla de grandes cantidades de datos trabajados.
- Resumir datos por categorías y subcategorías.
- Obtener subtotales y sumas de datos numéricos.
- Crear cálculos y fórmulas avanzadas o personalizadas.
- Profundizar en los detalles de los datos trabajados según el área de interés.
- Expandir y contraer los niveles de datos para destacar resultados.
- Ver distintos resúmenes de los datos de origen, es decir, trasladar filas a columnas o columnas a filas (“pivotar”).

- Filtrar, ordenar, agrupar los grupos de datos más relevantes y darles formato de forma condicional.
- Presentar informes online o impresos.

2.6 Herramientas para la obtención de datos y toma de decisiones

2.6.1 Indicadores

La evaluación del desempeño conlleva el compromiso de todos los involucrados en la generación del producto que ofrece la organización, y permite detectar inconsistencias entre las operaciones de la institución y sus objetivos prioritarios, promueve adecuaciones en los procesos internos y aporta mayor transparencia a la gestión. Una herramienta para medir el desempeño es a partir de indicadores. (Fernández Hatre, 2003)

Según la OMS un indicador es la variable con características de calidad, cantidad y tiempo, utilizada para medir, directa o indirectamente, los cambios en una situación y apreciar el progreso alcanzado en abordarla. Provee también una base para desarrollar planes adecuados para su mejoría. A su vez, permiten a las empresas identificar defectos o procedimientos erróneos a la hora de elaborar un producto u ofrecer un servicio a los clientes.

A través de su utilización es posible observar su evolución en el tiempo y evaluar el desempeño a partir de la comparación con periodos anteriores o con un resultado objetivo.

Estas métricas son la base para el control de los procesos de mejora continua en la fabricación. De esta manera, los responsables de las empresas pueden hacer una monitorización, para así detectar el cumplimiento de las metas que las acerquen al objetivo. Esto también permite una toma de decisiones más ágil y efectiva.

La importancia de la definición y el uso de indicadores radica en la transformación de simples datos en información con la cual es posible evaluar el logro de metas y objetivos desarrollados durante la etapa de planificación estratégica. Los indicadores ayudan a definir con mayor precisión los enunciados de los objetivos, brindando a todo el personal una orientación clara sobre las cuestiones que será necesario verificar para confirmar el alcance de las metas previstas.

Más aún, los indicadores brindan una información cuantitativa que permite detectar los aspectos del sistema de producción que requieren de más atención e investigación. La determinación y evaluación de cada problema y sus causas debe ser abordado detalladamente para una correcta elección de curso de acción a tomar.

Como resultado, un sistema que entregue información regular sobre la calidad de la gestión posibilitará mayor eficiencia en la asignación de recursos físicos, humanos y financieros, proporcionará una base de seguridad y confianza en su desempeño al conjunto

de los funcionarios implicados en su implementación, incrementará la autonomía y responsabilidad de los directivos en tanto cuenten con bases sustentables de información para la toma de decisiones, y ayudará a mejorar la coordinación con los demás niveles jerárquicos.

Sin embargo, para la obtención de indicadores oportunos es imprescindible desarrollar los Sistemas de Información que permitan obtener los datos necesarios para su elaboración.

2.6.2 Tablero de control

El Tablero de Control es una herramienta de gestión analítica cuyo objetivo principal es diagnosticar, mediante la aplicación y seguimiento periódico de indicadores, la situación de la organización. De esta manera, permite mejorar el rendimiento de la misma, midiendo y optimizando los procesos de gestión. Esta herramienta permite evaluar la continuidad de una estrategia o visión global de negocio y la traduce en medidas de gestión.

La base de información en este tipo de auditoría es el informe de gestión, el cual contiene la información gerencial utilizada para la toma de decisiones. Este informe de gestión se suele acompañar con gráficos, cuadros, índices y otros indicadores que forman parte del tablero de control. Los indicadores correspondientes al periodo que se está analizando se comparan con datos históricos.

Existen cuatro tipos de tableros:

- Tablero de control operativo: es aquel que, a través de un seguimiento del estado de la situación de un determinado sector o proceso, permite tomar a tiempo las medidas correctivas. Es utilizado generalmente en áreas como las finanzas, compras, ventas, precios, producción, logística, etc.
- Tablero de control directivo: es aquel que está orientado al seguimiento de indicadores de los resultados internos de la empresa en su conjunto y en el corto plazo.
- Tablero de control estratégico: es aquel que brinda la información clave tanto interna como externa para conocer la situación y evitar fallas inesperadas con respecto al posicionamiento estratégico y a largo plazo de la empresa.
- Tablero de control integral o cuadro de mando integral: es aquel que brinda la información más relevante de las tres perspectivas anteriores para que la gerencia general de una empresa pueda acceder a la que sea necesaria para conocer la situación integral de su empresa (Albert Ballvé, 2000).

2.6.3 Método de factores ponderados

Consiste en un método que permite incorporar al análisis consideraciones tanto cuantitativas como cualitativas. Se basa en realizar un análisis cuantitativo en el que se comparan entre sí las diferentes alternativas, con el objetivo de determinar una o varias opciones válidas.

Para poder llevar a cabo el método es necesario seguir los pasos que se detallan a continuación:

1. Determinar los factores a analizar
2. Definir una relación de los factores relevantes
3. Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa
4. Fijar una escala a cada factor.
5. Multiplicar la puntuación por los pesos para cada factor y obtener el total para cada alternativa.
6. Realizar finalmente una recomendación basada en la alternativa que haya obtenido la mayor puntuación. (F.E Jarabo Friedrich, F.J García Álvarez, 2020)

III. ALCANCE

La organización cuenta con varios procesos productivos, por lo que para llegar a un estudio detallado es necesario seleccionar solamente uno. El alcance del análisis se limita al proceso de envasado de infusiones. Este es el proceso a partir del cual se envasa la materia prima (la cual se dispone en forma de granel) en saquitos de té, se estucha y se depositan en cajas máster para formar el pallet.

El envasado de infusiones no es un proceso aislado, por lo que para comprender el alcance del proyecto se recurre a un diagrama de flujo del proceso productivo en su totalidad que permita contextualizar las actividades pertinentes al estudio de este trabajo. Este gráfico aporta una noción global del funcionamiento del proceso de obtención de estuches de infusiones, desde la recepción de materia prima e insumos hasta la expedición del producto terminado, permitiendo comprender todas las etapas necesarias para su obtención. Ver Figura 6: Diagrama de flujo.

IV. DESARROLLO

4.1 Situación problemática

En el momento de tomar decisiones, la empresa cuenta con certificaciones de GMP y FSSC 22000, lo que sugiere que maneja indicadores de aspectos críticos para la toma de decisiones de gestión de los procesos. Sin embargo, al observar dichos indicadores y analizar las necesidades de la organización, se detecta la oportunidad de adicionar ciertos indicadores concretos de los que puede disponer el jefe de producción junto al gerente de planificación y producción. Actualmente debido a la complejidad del sistema de carga de datos a lo largo del proceso productivo esta tarea presenta oportunidades de mejora.

La organización puede mejorar a la hora de adquirir datos de producción, ya que presenta métodos de adquisición que involucran mucha cantidad de registros físicos en donde se desperdicia tiempo al tener que recabar estos manualmente para luego ser transferidos al Sistema G&B. A su vez, la empresa puede simplificar el sistema de adquisición de datos e incorporar la obtención de ciertos datos pertinentes para realizar análisis de datos. De estos se puede obtener información de gran interés para la gerencia del sector.

Frente a estas posibilidades de mejora se busca que la organización logre dar un seguimiento, controlar y mejorar la eficiencia del proceso productivo. Se enfoca en prevenir situaciones de desconocimiento del estado actual del proceso productivo y en visualizar algunos de los aspectos enunciados a continuación:

- Eficiencia del proceso

Se busca lograr un seguimiento de la eficiencia del proceso productivo, en donde se puedan detectar altibajos de producción. A través de un control, se puede saber cuándo la producción decae o aumenta, para así interiorizarse aún más en ese período e investigar posibles causas.

- Causas de los tiempos improductivos

El conocimiento de los motivos de los tiempos improductivos es importante para seguir con un análisis sobre cuál de estos tiene un mayor impacto en la producción. De esta manera se puede establecer un orden de prioridad en plantear solución a los problemas, para así reducir o eliminarlos.

- Desempeño de los operarios

El recurso humano es uno de los factores más importantes a considerar para el éxito de una organización. Por este motivo, es fundamental conocer el rendimiento de los operarios para así, en función de esto, intervenir, en caso de ser necesario, por medio de

capacitaciones, entrenamientos, motivaciones, guías, entre otras. Esto permite no solo mejorar la productividad de la empresa sino también en el propio crecimiento del personal.

- Existencia de desperdicios

El mal aprovechamiento tanto de la materia prima como de los insumos es lo que genera el desperdicio. En la empresa, en el proceso de envasado, esto es un problema latente que es necesario analizar ya que afecta al rendimiento de la organización.

- Capacidad productiva para planificar la producción

Por medio de la constante actualización de las cantidades producidas en la organización, se puede planificar con una mayor exactitud el plan de producción. De esta manera, se puede ser más preciso y cumplir con los pedidos de los clientes con una mayor certeza, basándose en los datos extraídos.

- Reaprovisionamiento de stock

En función de los resultados obtenidos por la utilización y análisis de los indicadores, la gerencia es capaz de planificar la producción con mayor exactitud lo que le permite determinar, eficazmente, la cantidad de stock a demandar, como así también la frecuencia de reaprovisionamiento.

4.2 Situación actual

En este apartado se busca explicar y desarrollar las características generales que describen la compañía en su totalidad.

4.2.1 Productos que se comercializan

La empresa se dedica a la elaboración de infusiones alimenticias, dentro de las cuales se destacan cuatro líneas:

- Hierbas aromáticas
- Infusiones frutales
- Té verde, Té rojo, Té Negro
- Bienestar

Por otro lado, se elaboran suplementos dietarios y nutricionales para un estilo de vida saludable.

4.2.2 Organigrama Funcional

En la Figura 4 se muestra el organigrama de la empresa. Puede observarse en la estructura jerárquica que el órgano con mayor poder de decisión es el Directorio, compuesto por los dos socios fundadores. A partir de ellos, se desprenden dos grandes ramas de la empresa, una dedicada a la parte de la gestión comercial, y la otra dedicada a la gestión técnica.

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

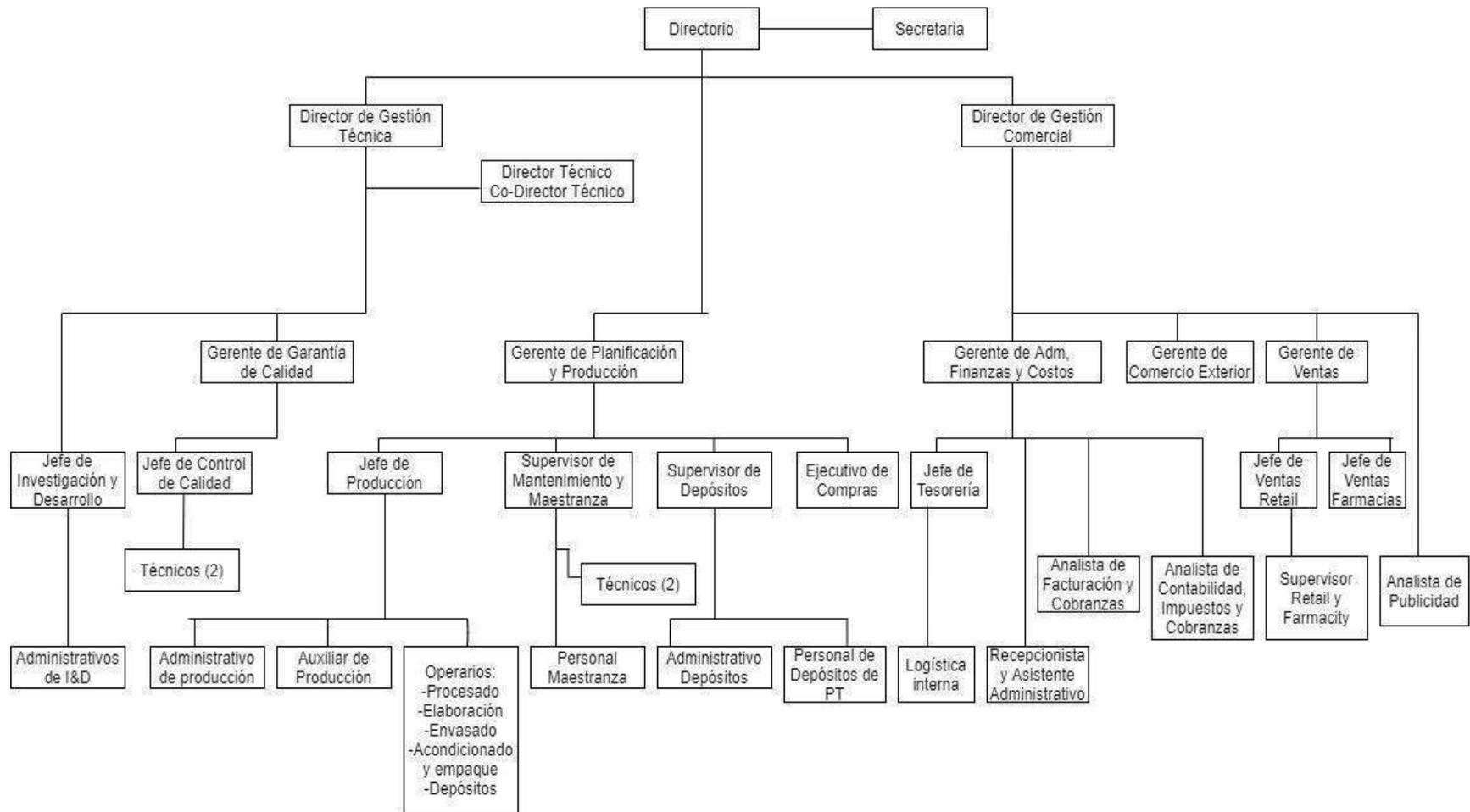


Figura 4: Organigrama funcional.

Fuente: Empresa.

4.2.3 Recursos humanos

La empresa está formada por personal con una larga trayectoria y experiencia en los niveles superiores de la estructura organizacional. Además de los dos directores previamente mencionados, estos niveles comprenden seis puestos, los que se detallan a continuación, con sus respectivas funciones:

- **Director Técnico y Co-Director Técnico:** su función es garantizar la aplicación de buenas prácticas de fabricación y control de calidad, gestionar los asuntos regulatorios referentes a productos, procesos y planta, responder las consultas técnicas de los consumidores y clientes sobre aspectos de salud, realizar el seguimiento de los indicadores del área, planificación del plan de capacitación a los operarios, entre otros.
- **Gerente de Garantía de Calidad:** encargado de mantener el sistema de calidad activo y vigente, asegurar el cumplimiento de los puntos establecidos por la disposición de ANMAT 2819/04, gestión ante clientes por asuntos relacionados con el sistema de gestión de calidad y llevar a cabo auditorías internas del mismo sistema, realizar el seguimiento de los indicadores del área, entre otros.
- **Gerente de Planificación y Producción:** responsable de planificar la producción según las proyecciones de venta y dirigir al jefe de producción para garantizar el cumplimiento de la producción planificada, dirigir al supervisor de mantenimiento y maestranza para realizar los correspondientes mantenimientos, dirigir al supervisor de depósitos, dirigir al ejecutivo de compras en la adquisición de materias primas, insumos y materiales diversos necesarios, analizar y proponer la implementación de adelantos tecnológicos en función de la mejora continua de la producción, entre otros.
- **Gerente de Administración, Finanzas, Costos y Comercio Exterior:** supervisar las operaciones y desarrollo de finanzas de la empresa, estimar costos y ganancias para prever el logro de los objetivos establecidos, crear e identificar oportunidades de negocio en el exterior, llevar a cabo las negociaciones con clientes internacionales, encargarse de la gestión necesaria para la exportación de productos, entre otros.
- **Gerente de Ventas:** encargado de realizar análisis de las compras de cadenas y distribuidores, planificar objetivos anuales de crecimiento de ventas, estudiar nuevos canales de venta, reportar la información de resultados de ventas a la dirección comercial, evaluar el desempeño del equipo de ventas, entre otros.

En el nivel operativo, la empresa cuenta con 42 operarios que realizan tareas tales como recepción de materia prima e insumos, molienda de hierbas, preparado de graneles

envasado, acondicionado, empaque y expedición, entre otras. Los mismos operan regularmente en tres turnos continuos de nueve horas cada uno los cinco días hábiles de la semana. Sin embargo, si eventualmente ocurre un alza de la demanda, se trabaja también los días sábados. Dentro de la totalidad de operarios, algunos de ellos tienen un contrato temporal. El motivo de esta contratación fue la necesidad de contar con una mayor cantidad de colaboradores para satisfacer el alza de la demanda producto del COVID-19.

4.2.4 Distribución en planta

La planta elaboradora se encuentra emplazada sobre un predio de 5800 m² y cuenta con una superficie cubierta de 3047 m². Se localiza en el Parque Industrial General Savio de la localidad de Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires. Las instalaciones se ajustan a exigencias de calidad para el procesamiento de materias primas, elaboración y almacenamiento de medicamentos herbarios, suplementos nutricionales e infusiones alimenticias.

En relación a los sectores en los que se divide la empresa, se pueden destacar: producción, depósito de materia prima, depósito de producto terminado, laboratorio de calidad, área administrativa, laboratorio de investigación y desarrollo, entre otros. En la Figura 5 se muestra la distribución de la planta y en la Tabla 2 se presentan las denominaciones del plano.

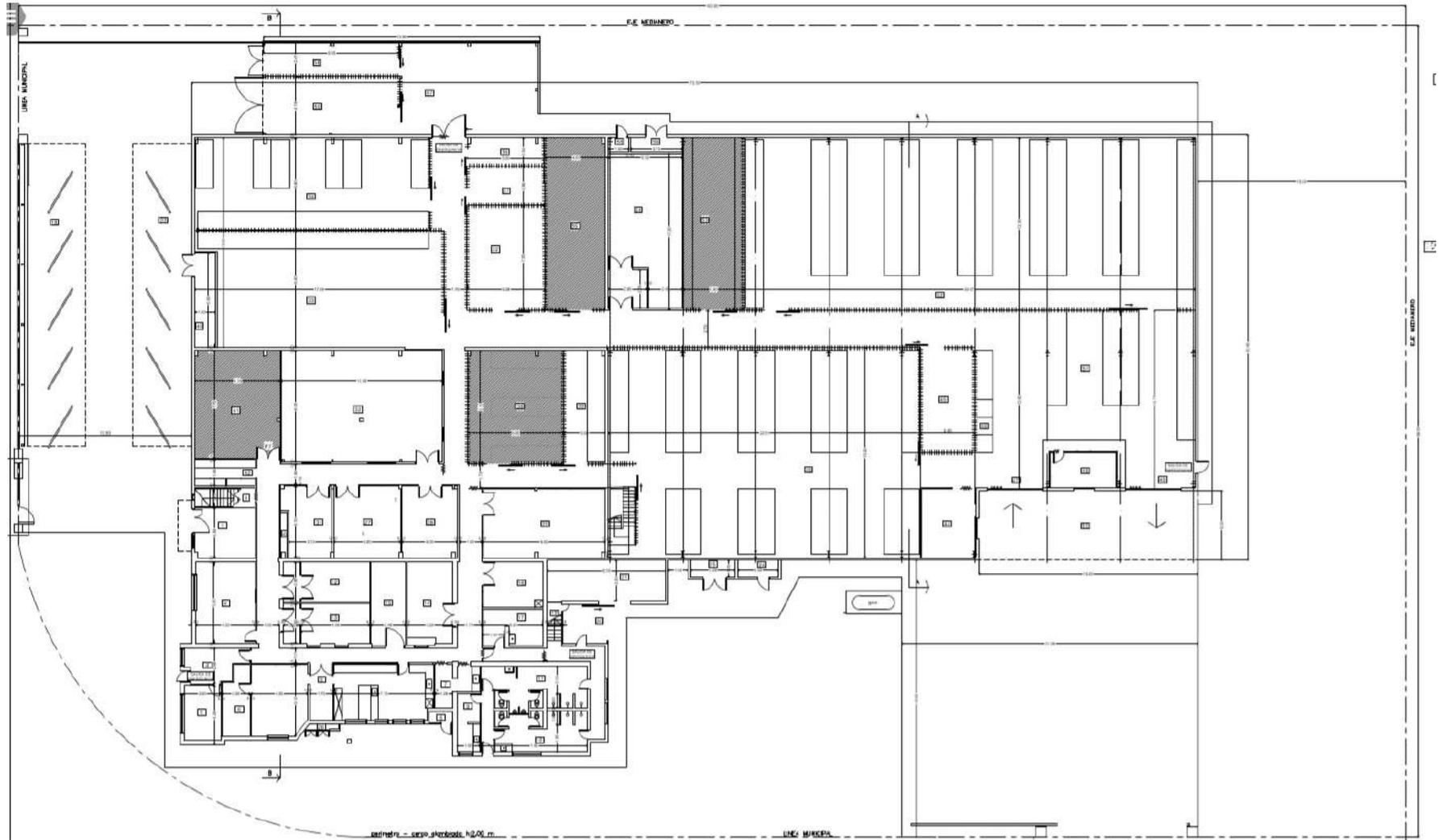


Figura 5: Distribución de la planta.

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

Fuente: Empresa

1. HALL DE ENTRADA	30. GABINETE HUMECTADOR
2. SALA DE FRACCIONAMIENTO VIII	31. SALA DE FRACCIONAMIENTO IV
3. GABINETE DE MAESTRANZA	32. SALA DE FRACCIONAMIENTO II
4. OFICINA	33. AREA DE EMPAQUE
5. OFICINA	34. DEPOSITO DE MATERIA PRIMA II
6. CONTROL DE CALIDAD	35. DEPOSITO DE MATERIA PRIMA I
7. SECTOR DE LAVADO	36. DEPOSITO IMPORTACION
8. GABINETE I DEL SISTEMA DE EXTRACCION	37. DEPOSITO DE MATERIA PRIMA III
9. LAVADERO	38. DEPOSITO DE INSUMOS I
10. VESTUARIO Y BAÑO DE DAMAS	39. MUSEO DE CONTRAMUESTRAS
11. VESTUARIO Y BAÑO DE CABALLEROS	40. GABINETE V DEL SISTEMA DE EXTRACCION
12. SALA DE FRACCIONAMIENTO VI	41. SALA DE FRACCIONAMIENTO I
13. SALA DE FRACCIONAMIENTO V	42. SECTOR DE HUMECTADORES
14. SALA DE ELABORACION I	43. DEPOSITO DE INSUMOS II
15. MANTENIMIENTO	44. SALA DE MUESTREO
16. CENTRAL DE PESADAS	45. DEVOLUCIONES, RECHAZADOS Y RECALL
17. MAESTRANZA	46. SECTOR BASCULA
18. SECTOR DE ESTACIONAMIENTO I	47. SECTOR DE DESCARGA
19. GABINETE III DEL SISTEMA DE EXTRACCION	48. OFICINA
20. PLAYA DE SERVICIOS	49. SECTOR DE CARGA
21. GABINETE DE COMPRESOR.	50. PLAYA SEMICUBIERTA II
22. DEPOSITO DE PRO. INTERMEDIO A GRANEL	51. SECTOR MERCADERIA EN TRANSITO
23. SECTOR DE ESTACIONAMIENTO II	52. DEPOSITO DE PRODUCTO TERMINADO II
24. GABINETE DE RESIDUOS	53. DEPOSITO DE PRODUCTO TERMINADO I
25. GABINETE DE MANTENIMIENTO	54. SALA DE PROCESADO
26. GABINETE IV DEL SISTEMA DE EXTRACCION	55. GABINETE VI DEL SISTEMA DE EXTRACCION
27. SALA DE FRACCIONAMIENTO III	56. GABINETE VII DEL SISTEMA DE EXTRACCION
28. ACONDICIONAMIENTO GENERAL	57. PLAYA SEMICUBIERTA I
29. SALA DE FRACCIONAMIENTO VII	58. SECTOR TECNICO

Tabla 2: Denominaciones del plano

Fuente: Empresa.

4.2.5 Proceso productivo

El proceso productivo de la elaboración de infusiones se caracteriza por ser discontinuo. Asimismo, para desarrollar las diferentes tareas productivas, se divide en distintos sectores.

Inicialmente, en el área de descarga se produce la recepción de materias primas e insumos. Se utilizan rótulos para su clasificación.

Se prosigue con un control de peso y cantidad en el sector báscula. En caso de haber una discordancia en este proceso entre lo recibido y lo esperado, se realiza un reclamo al proveedor.

A continuación, según el tipo de materia prima e insumo se realiza:

- Para materia prima de corte fino se lleva a cabo una toma de muestra en la sala de muestreo y una identificación macroscópica. En caso de no cumplir con las especificaciones (color, brillo, olor, textura) la materia prima es rechazada, caso contrario, aprobada.
- Para materia prima entera se realiza una identificación macroscópica. En caso de no cumplir con las especificaciones (color, brillo, olor, textura) la materia prima es rechazada. En caso de cumplir con las especificaciones, se procede al procesado (molienda) en la sala de procesado. De este proceso se obtiene materia prima de

corte fino y se prosigue con una segunda toma de muestra. A su vez, se expulsa polvo, material particulado y descarte del proceso.

- Para los insumos, se toma una muestra en la sala de muestreo y se realiza un análisis en el laboratorio de control de calidad. En caso de cumplir con las especificaciones es aprobado, y en caso contrario, rechazado.

Luego, en el laboratorio de control de calidad se realiza un análisis de las materias primas de corte fino. Si cumple con las especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, esta es aprobada. En caso de no cumplir las especificaciones fisicoquímicas, la materia prima es rechazada. En caso de no cumplir las especificaciones microbiológicas, la materia prima es ionizada (proceso tercerizado por la empresa Ionics).

Posteriormente, se realiza una toma de muestra de la materia prima previamente ionizada y de la aprobada directamente, seguido de un análisis. En caso de seguir incumpliendo las especificaciones microbiológicas debe volver a ser ionizada, caso contrario, la materia prima, tanto medicinal como alimenticia, es aprobada.

A continuación, previo a la pesada en la central de pesadas, se utiliza un cucharón/espátula apropiada para trasladar la materia prima (de los barriles en los que se encontraba en el almacén) hacia las distintas bolsas (capacidad máxima de 20 kg). Seguidamente se realiza la pesada de la totalidad de la materia prima. Luego se rotulan y cierran las bolsas.

De manera secuencial, se procede con la elaboración del producto intermedio a granel en la sala de elaboración. En esta etapa, se adicionan los ingredientes de la fórmula en el orden estipulado dentro de la mezcladora y se procede a la dispersión y mezcla, de acuerdo a los tiempos indicados para la fabricación del producto. Luego se trasladan las bolsas al depósito de producto intermedio a granel.

Seguidamente, con la incorporación de los insumos previamente aprobados (papel de filtro, hilo, etiqueta, cola vinílica, estuches, dietas, separadores, bolsas de polietileno, cajones, cajas, rótulos, pallets sanitarios) toma lugar el fraccionado y envasado del granel en saquitos en las dos salas de fraccionamiento de las que dispone la empresa (una destinada a infusiones medicinales y otra a alimenticias). El envasado de la infusión (dispuesta en forma de granel) se realiza en una bolsa de polietileno (obtención del saquito de té) y se estucha. El estuche se sitúa sobre una balanza para llevar al peso final. El envase se cierra y se coloca en una caja máster de cartón. Luego de repetir esta secuencia hasta llenar la caja máster de cartón, se coloca esta misma en un pallet. La operación se repite hasta finalizar el lote. Durante el proceso de envasado se realizan de manera periódica (cada una hora) controles de calidad destinados a satisfacer las especificaciones de peso correctas en los saquitos de té (posteriormente explicado en el apartado de 4.2.13 Proceso de Envasado). En caso de cumplir, la producción de saquitos de té no se ve alterada. En caso

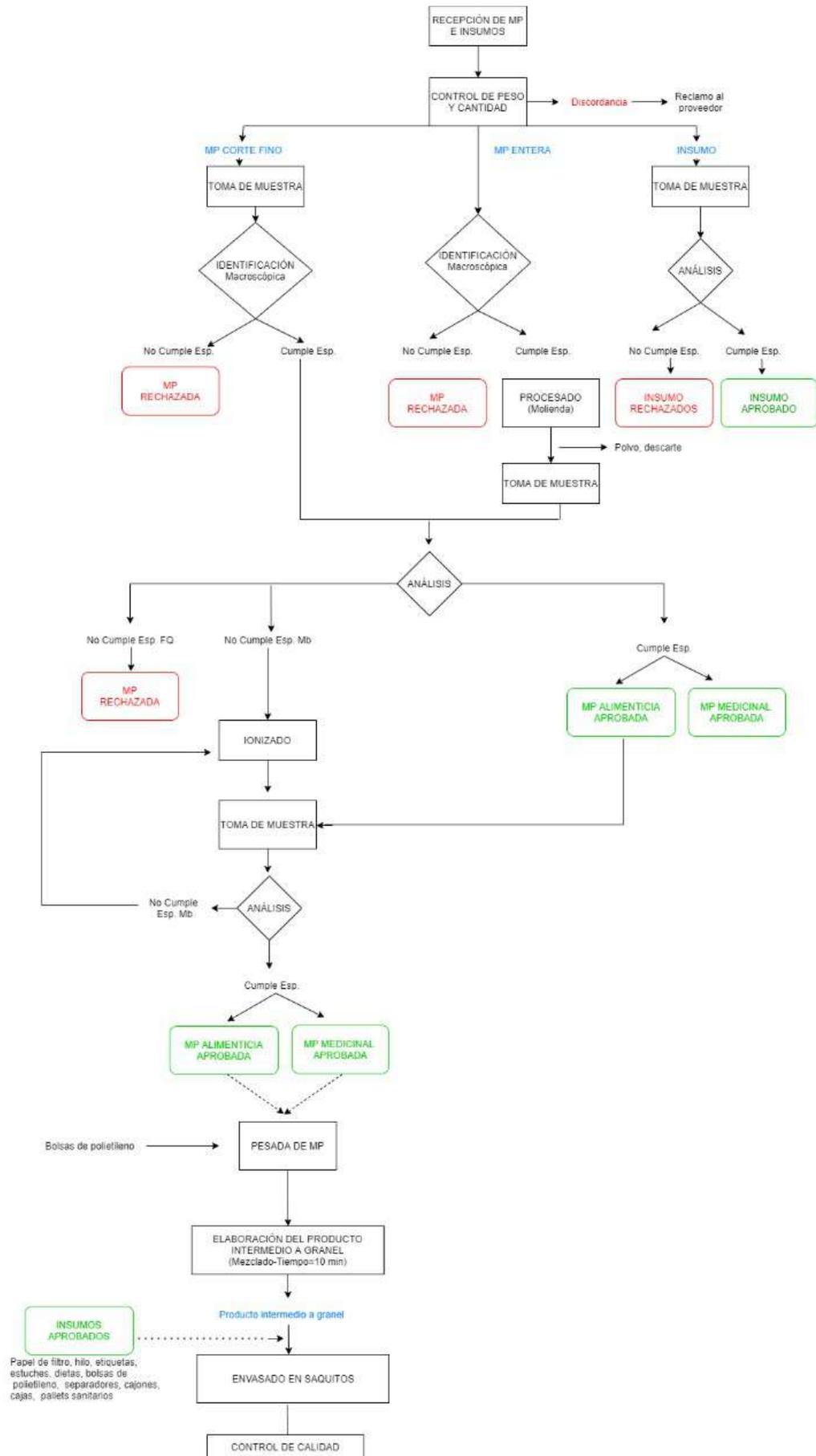
contrario, la producción parcial (desde el último control de calidad) es descartada y el técnico de control de calidad modifica los parámetros pertinentes para cumplir con los pesos esperados. De este proceso se obtiene producto intermedio en estuches (dispuesto en pallets sanitarios).

Más adelante, adicionando polipropileno biorientado, polietileno, rótulos y pallets de madera, se realiza el proceso de acondicionado (embalaje) de estuches, en donde se codifica, envuelve en polietileno, empaca y se toma una muestra de los estuches terminados. De esta forma se obtiene el producto terminado, dispuesto en pallets de madera.

Por último, luego del envasado y embalaje del producto obtenido, en el laboratorio de control de calidad se realiza un último análisis del producto terminado. De no cumplir con las especificaciones (mencionadas posteriormente en el apartado 4.2.11 Almacenamiento), el producto terminado es rechazado y destruido. Caso contrario, el producto terminado es aprobado y prosigue al armado de pedidos, paletizado y su expedición del depósito de producto terminado.

En la Figura 6, se puede observar el proceso descrito mediante un diagrama de flujo.

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones



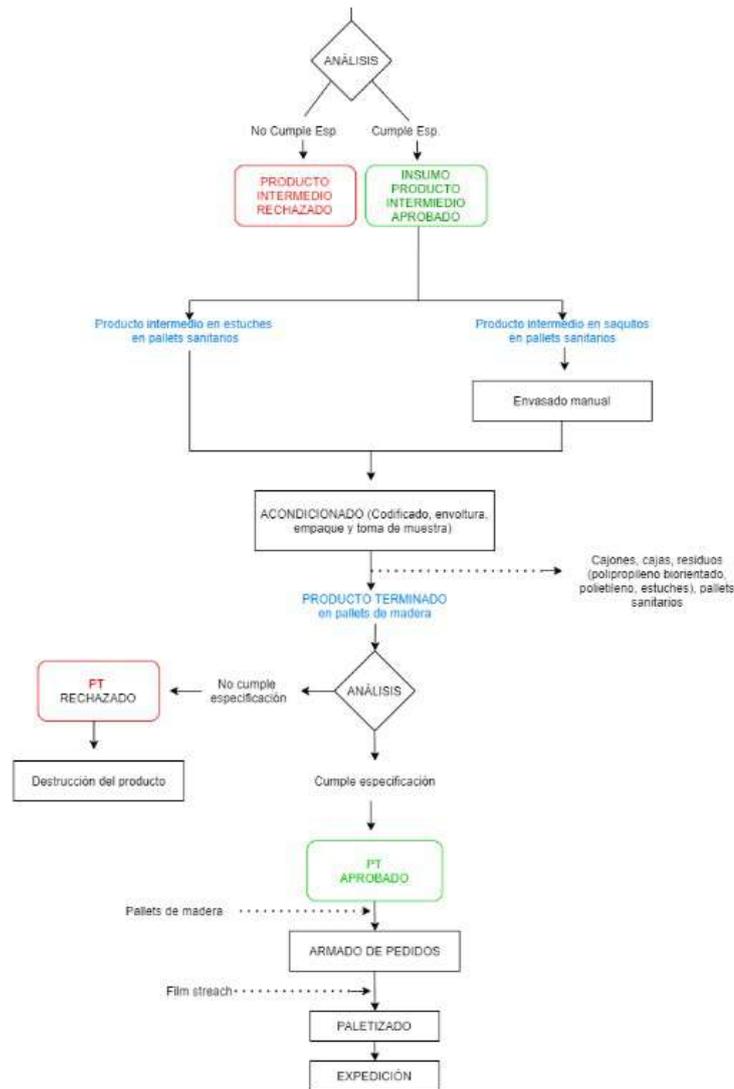


Figura 6: Diagrama de Flujo.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 7 se puede observar el diagrama de recorrido que indica el trayecto seguido por los materiales a lo largo del proceso productivo descrito anteriormente. Mediante esta herramienta se logra visualizar con facilidad el camino recorrido desde la recepción de materias primas e insumos hasta despachar el producto terminado. En la Tabla 3 se indican las referencias de los trayectos y en la Tabla 2, presentada anteriormente, pueden observarse las referencias con respecto a la numeración de los ambientes del interior de la organización.

Color	Referencia
Amarillo	Materias primas
Rojo	Insumos
Azul	Producto intermedio
Verde	Producto terminado

Tabla 3: Referencias de colores.

Fuente: Elaboración propia.

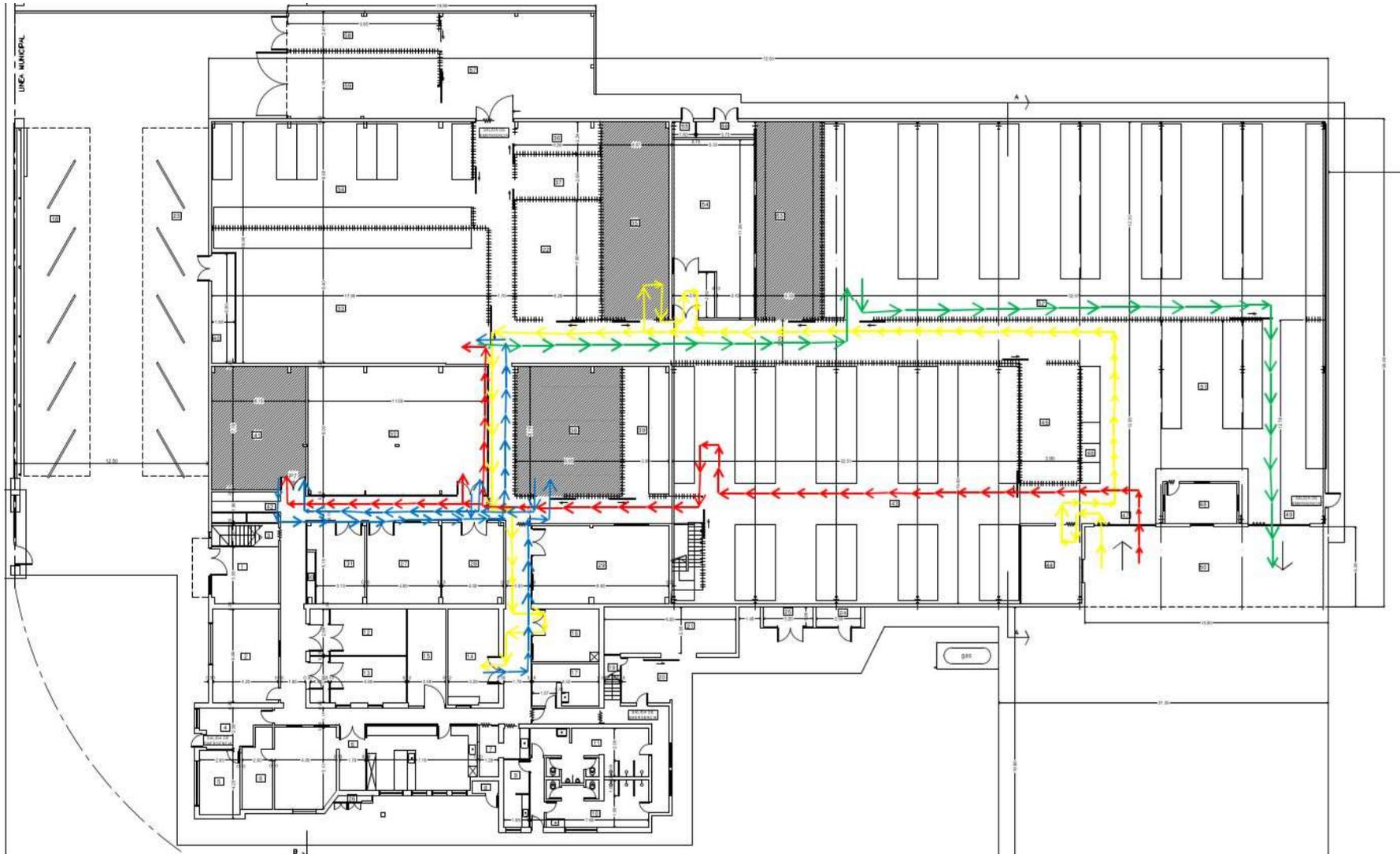


Figura 7: Diagrama de recorrido.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Tecnología del sistema de producción

La empresa dispone de siete máquinas envasadoras de saquitos de té. Las máquinas son todas fabricadas por la empresa IMA Group. IMA Group, es líder mundial en el diseño y fabricación de máquinas automáticas para el procesamiento y envasado de productos farmacéuticos, cosméticos, alimentos, té y café. (ImaMaisa, 2021)

Cuatro de las máquinas envasadoras son del modelo EC 12 /B las cuales se utilizan para la elaboración de saquitos de cámara simple en sobres de papel con estuchado manual. Este modelo presenta los saquitos con su sobre exterior de papel en grupos predeterminados en el canal expendedor, para ser colocados manualmente en estuches. (ImaMaisa, 2021)

En la Figura 8 se puede visualizar este modelo de envasadora.



Figura 8: Envasadora EC 12 /B.

Fuente: IMA Maisa.

Las tres restantes máquinas envasadoras son del modelo EC12/C las cuales se utilizan para el estuchado de saquitos de cámara simple en sobres herméticos con estuchado automático. En su funcionamiento, los saquitos con su hilo y etiqueta son introducidos en el material de envoltura, que luego es sellado y cortado, conformando sobres herméticos que son apilados y estuchados automáticamente.

Más aún, cuenta con un moderno Control Automático de Funcionamiento (CAF), que detiene la máquina automáticamente cuando detecta la falta de insumos para envasado, ahorrando así materiales y tiempo. (ImaMaisa, 2020)

En la Figura 9 se puede visualizar este modelo de envasadora.



Figura 9: Envasadora EC 12 /C.

Fuente: IMA Maisa.

A su vez, la organización dispone de una máquina molidora, marca Dombo, modelo M32. Por medio de esta maquinaria se llevan a cabo las operaciones de procesamiento de materia prima.

Por otro lado, cuenta con una tolva mezcladora doble cono, marca Mixer, modelo TD21, con una capacidad de 100 kilos. El mezclado de polvos o granulados, es una operación de gran importancia en esta industria, a través de la cual se debe alcanzar la uniformidad de contenido de cada uno de los componentes que constituyen la mezcla.

Además, la empresa cuenta con tres máquinas envolvedoras, marca Maisa, modelo RX20. Estas máquinas permiten envolver estuches con materiales termosellables, en donde la economía, eficiencia y versatilidad constituyen las características más notables de este equipo. (ImaMaisa, 2021)

4.2.7 Sistema de Información

La organización cuenta con un software como solución integral de gestión, el cual se denomina Sistema G&B. A partir de esta herramienta informática, la empresa logra llevar un control diario de todas las operaciones de los diferentes departamentos. El sistema es capaz de almacenar toda la información documentada pertinente relacionada con actividades de calidad, proveedores, costos, finanzas, producción, compras, ventas, clientes, planificación, depósitos, logística, entre otros; permitiendo que se produzca una relación entre la información ingresada de los diferentes sectores de la organización.

4.2.8 Proceso de adquisición de datos de producción

Como se mencionó anteriormente, para llevar a cabo el control de producción, la organización dispone de un sistema de carga de datos denominado Sistema G&B, con un

apartado destinado a la producción, organizado en función de órdenes de producción por cada subproceso (molienda, envasado, encapsulado, acondicionado, etc).

Conceptualmente, la orden de producción indica el producto a elaborar, como así también la fecha y hora. Esto es lo que permite relacionar todos los elementos y procesos vinculados con la producción: materias primas, insumos, procesos, etc. Asimismo, las órdenes de producción se emiten previamente a realizar el proceso en función del plan de producción, de esta manera es que se logra ordenar la planificación. Para ello, las órdenes poseen un estado que las identifica:

- Planificada (el estado por omisión al registrarlas). La orden de producción cuenta con la fecha de inicio prevista (y en base al tiempo medio de duración del proceso involucrado, el sistema puede determinar el momento de fin previsto). Mientras se encuentra en este estado, la orden de producción puede ser modificada o cancelada.
- En ejecución. No se permite su modificación, y se habilita el registro de materias primas o insumos consumidos, y de productos terminados (o subproductos) producidos.
- Finalizada. No se permite registrar más datos.

Al ser un proceso productivo secuencial, se realizan cargas parciales de cada una de las órdenes, ya que estos datos sirven para la ejecución del próximo subproceso a realizar. Es decir, al finalizar cada uno de los subprocesos, los operarios entregan la orden de producción completa al administrativo de producción quien vuelca dichos datos en el sistema G&B y emite la siguiente orden a ejecutar. Cada una de estas órdenes atraviesa todas las etapas del proceso, de las cuales se obtiene un registro específico por cada uno.

La recopilación de los registros comienza con la recepción en la empresa de la materia prima e insumos. En esta instancia se tiene información del proveedor, fecha, número de remito/factura o documento que acompaña a la mercadería, observaciones generales y la orden de compra correspondiente. Además, para cada materia prima o insumo recibidos, se registra el código correspondiente (que necesariamente debe existir en el sistema), el código de lote del proveedor (importante para trazabilidad), la cantidad según documento (remito/factura) del proveedor y la fecha de vencimiento. Una vez registrados estos datos, se procede a la impresión de los formularios de Registro de Ingreso de Materias Primas/ Insumos respectivamente. Posteriormente, se realiza un control de calidad físico y visual y se completan los formularios correspondientes. Finalmente, se completa el registro de la recepción indicando las cantidades físicamente recibidas que deben coincidir con las indicadas en el remito, de lo contrario se emite una alerta.

Una vez realizado el ingreso de las materias primas e insumos, luego de una serie de inspecciones aprobadas por el departamento de control de calidad, se procede a realizar la elaboración del granel. La orden emitida para dicho proceso lleva el

nombre de orden de elaboración de productos a granel. Para dar de alta la orden de producción, el operador debe indicar el producto de salida y la cantidad deseada, la fecha de emisión y la persona responsable. A partir de la lista de materiales, el sistema propone las materias primas e insumos (sabores/vitaminas) que fueran necesarios, indicando sus cantidades. Se debe indicar los lotes y cantidades previstas. Además, se debe indicar el sector y máquina (mezcladora) a utilizar.

Una vez cargada la orden de producción se imprime y se entrega al operario encargado del proceso quien debe anotar de manera manual los datos resultantes como los pesos de las materias primas e insumos utilizados, adjuntar los rótulos correspondientes, la cantidad de granel final que obtuvo y las horas efectivas destinadas a dicho proceso. Este registro es fundamental ya que a partir de las cantidades declaradas se realiza la orden de envasado de infusiones.

De dicha manera, se especifican, en función de los kilogramos de granel obtenidos, las cantidades de té a envasar. Asimismo, se emite la orden con el nombre orden de envasado de infusiones en saquitos la cual detalla el número de orden, el producto a envasar, el código correspondiente a dicho producto, el lote, la fecha de emisión, la cantidad a envasar, los estuches teóricos a obtener, el sector y máquina a utilizar. Además, en la orden, se especifica el peso de los insumos, el estuche y el saquito.

Una vez finalizado el proceso de envasado, el operario completa la orden de producción pertinente con las horas efectivas destinadas al proceso y las cantidades obtenidas. Asimismo, el técnico encargado del sector, completa en dicha orden las paradas de máquinas o dificultades que se presentaron durante el envasado.

Por último, la orden de producción destinada a realizar el empaque de los estuches de té y obtener el producto final lleva el nombre de orden de acondicionado de infusiones en saquitos. En ésta se registra el número de orden, el producto a empacar, el código correspondiente, el lote, la fecha de emisión y de vencimiento y las cantidades de estuches a acondicionar. De la misma manera que con las anteriores órdenes, una vez finalizado el proceso, se debe completar la orden con los operarios que participaron, las horas efectivas destinadas y los estuches obtenidos.

Más aún, cada operario posee su propia planilla en la que, a lo largo de su jornada laboral, lleva un registro de las órdenes de producción en las que intervino, sus tiempos de inicio y fin respectivos, sus tiempos de descanso, las paradas de máquina y el arranque. Esta herramienta permite llevar el control de la producción de una manera más eficaz ya que en caso de encontrar una discordancia en las órdenes de producción se puede tener acceso a estas planillas donde se encuentra detallada la actividad diaria de cada uno de los operarios. En la Figura 10 se encuentra la planilla en donde los operarios dejan constancia de los tiempos que le dedicaron a cada orden de producción durante su jornada laboral.

registros de procesos. Se busca asegurar un manejo eficaz del retiro del mercado de los productos no conformes.

La empresa cuenta con el sistema informático G&B de gestión para el manejo digital de la información referida a la elaboración de los productos, además cuenta con registros en formato papel, los que son guardados hasta un año después del vencimiento del producto. Estas herramientas se utilizan para garantizar la trazabilidad de los productos elaborados.

La trazabilidad hacia delante permite conocer dónde se ha vendido/distribuido un lote determinado de un producto (identificación del producto, lotes, cantidades, fecha de entrega y destinatario).

La trazabilidad hacia atrás permite conocer las materias primas (ingredientes) que forman parte de un producto, envases y otros materiales utilizados, así como identificar a sus proveedores.

La trazabilidad interna o del proceso permite hacer un seguimiento de los productos procesados en el establecimiento y conocer sus características; tratamientos recibidos y circunstancias a las que han estado expuestos.

Cada artículo tiene asignado un código interno en el sistema y a cada lote de un mismo artículo se le da un número correlativo. Cada vez que un lote de un artículo es sometido a una etapa del proceso productivo, se le agrega un dígito al número de lote.

4.2.10 Planificación de la Producción

El gerente de planificación y producción es el encargado de esta tarea. La elaboración de un plan de producción es el registro que permite ordenar la planificación de producción. Este plan se elabora al comienzo del año, visualizando datos históricos y teniendo en cuenta pedidos anticipados de clientes. A su vez, es revisado y modificado, en caso de ser necesario, mes a mes.

Como apoyo para la realización de esta tarea, se utiliza el Sistema G&B. El sistema controla que no exista superposición de fechas del plan de producción, para evitar errores. Dentro del plan, se especifican las cantidades de productos terminados a producir. A partir de estos datos, el sistema presenta un informe de necesidades de compra de materiales, teniendo en cuenta tres aspectos:

- El stock previsto para el inicio del período (a partir de órdenes de compra y órdenes de producción planificadas)
- A partir de las listas de materiales (elementos de entrada utilizados para la fabricación del respectivo producto) correspondientes, se determinan las cantidades de materias primas e insumos a comprar.

- A partir de los tiempos medios de entrega de proveedores, se determina el momento en que deberían solicitarse. Se considera como fecha necesaria de recepción el primer día del plan de producción.

Por otra parte, al estar planificadas las órdenes de producción, se pueden emitir, mediante el Sistema G&B las siguientes consultas:

- Comparativo con el plan de producción: exponiendo diferencias (faltantes/sobrantes) para cada producto previsto.
- Posibilidades de cumplimiento de orden de producción: en base a los stocks planificados (en función de las órdenes de producción y órdenes de compra planificadas), y de cómo se van consumiendo efectivamente materiales, el sistema puede identificar aquellas órdenes de producción que no pueden ser cumplidas por no disponer de los materiales necesarios para su fecha de inicio prevista.

También, ante cambios en el plan de producción, puede evaluarse el impacto contra las órdenes de producción y órdenes de compra planificadas, para realizar los ajustes necesarios con la debida anticipación.

4.2.11 Almacenamiento

Luego de que el producto terminado fue acondicionado y empaquetado, el personal de control de calidad, en base a los resultados de los análisis y la evaluación de los registros, libera el producto que cumple con especificaciones.

Las especificaciones son verificadas a partir de los siguientes controles:

- Control de empaquetado: control de integridad del empaquetado primario (las tres costuras de los saquitos deben ser tales que no permiten que escape producto de su interior, y el papel de filtro no debe presentar perforaciones), control del hilo (se verifica la presencia del hilo para infusiones y su adherencia a la etiqueta y al papel de filtro), control de sobreenvoltura (se verifica que la sobreenvoltura esté presente y que coincida con la indicada en la orden de producción).
- Control de contenido: se controla la cantidad de saquitos por estuche (cantidad de saquitos que se indica en la orden de producción) y el contenido neto por estuche.
- Determinaciones físico-químicas
- Control Microbiológico: para medicamentos fitoterápicos, se controlan los límites según la disposición del ANMAT 2673/99, Anexo II.

La aprobación para la liberación del producto terminado se realiza en el sistema informático G&B, donde queda disponible para su expedición. Al mismo tiempo, el jefe de control de calidad coloca firma, cargo y fecha en el protocolo de análisis de la orden de producción.

El producto terminado tiene una fecha de vencimiento de tres años (desde que fue elaborado). Es almacenado en pallets, en el Depósito de Producto Terminado, hasta su expedición.

4.2.12 Mantenimiento

La política de mantenimiento aplica los métodos de mantenimiento correctivo y preventivo. La organización posee un manual de mantenimiento que comprende los procedimientos de mantenimiento de equipos e instalaciones de producción. En cada procedimiento se establece la frecuencia de mantenimiento preventivo y el accionar del mantenimiento correctivo.

Algunos ejemplos de los mantenimientos preventivos son la revisión periódica de las máquinas envasadoras, cambio de correas, limpieza o cambio de filtros de aire, lubricación, reposición de fluidos neumáticos, ajustes mecánicos, entre otros. A su vez, las tareas de mantenimiento de equipos se registran en los correspondientes registros de mantenimiento como anexos de cada procedimiento.

Asimismo, la organización realiza mantenimiento de primer nivel, es decir, auto mantenimiento asumido por los operarios de producción, ya que están capacitados para tareas básicas.

La empresa cuenta con un supervisor de mantenimiento y maestranza y con dos técnicos de mantenimiento. Actualmente, el turno mañana cuenta con la presencia de los dos técnicos para afrontar las tareas del departamento, mientras que el supervisor se encuentra en el turno tarde. El turno noche carece de personal del departamento de mantenimiento para afrontar posibles problemas técnicos.

4.2.13 Proceso de Envasado

4.2.13.1 Descripción del proceso

Al inicio de la jornada laboral, los técnicos de mantenimiento son los encargados de las tareas de alistamiento de las máquinas previo a la llegada del operario a su puesto de trabajo.

A continuación, cuando el operario llega a su puesto de trabajo, se recibe la orden de producción. El envasador posee en su puesto de trabajo bolsones de granel de, generalmente, 20 kg cada uno, provistos por el administrativo de producción. Previo al comienzo del proceso, el operario de envasado realiza la verificación de aptitud sanitaria de la sala de fraccionamiento y máquina envasadora. El operario de envasado debe completar los datos requeridos al inicio en la orden y la bitácora de sala de fraccionamiento y envasadora. A su vez, el personal de control de calidad libera la línea para su comienzo. La

actividad de envasado comienza con la alimentación de la tolva con 5 kg de granel utilizando un balde. Luego, se debe realizar la puesta a punto hasta que el peso bruto obtenido se encuentre dentro del rango especificado en la orden de producción, los saquitos utilizados para lograr dicha puesta a punto son descartados.

El operario toma un estuche de cartón desarmado y lo arma con sus manos. A medida que la máquina fabrica los sobres de té, los dispone de 20 unidades de tal manera que el operario los puede tomar e introducir en el estuche de cartón. Cierra el estuche lleno, controla su peso individual (con una balanza) y lo coloca en una caja máster que tiene en el costado de su lugar de trabajo. Para controlar el peso de cada estuche:

1) En caso de no cumplir con el peso mínimo bruto: descartar saquitos y ajustar dosificador.

2) En caso de no cumplir con el peso máximo bruto: ajustar dosificador.

Se repite el proceso 70 veces hasta llenar la caja máster. Se cierran la caja master y la mueven hasta un pallet en donde van acomodando todas las cajas máster de producto terminado. Luego, el administrativo de producción busca el pallet terminado y lo traslada al sector de empaque.

Durante el proceso de envasado es necesario mantener la carga de la tolva y el abastecimiento de insumos de la máquina envasadora. Ante inconvenientes técnicos se debe solicitar asistencia al técnico de mantenimiento y registrar en la OP el tiempo de parada de máquina.

Al finalizar el envasado, es necesario completar los datos requeridos en la OP y en la bitácora de sala de fraccionamiento. También, se debe pesar, re-rotular y trasladar el producto a granel sobrante, los insumos y las materias primas. El traslado de materias primas/insumos sobrantes es responsabilidad del administrativo de producción.

4.2.13.2 Jornada laboral

En el proceso de envasado los operarios deben cumplir con 9 horas diarias de trabajo. Dentro de la jornada laboral, una hora es destinada a descansos, debido a la monotonía y repetitividad de la tarea a analizar. Estos descansos están distribuidos en dos períodos de 15 minutos y un tercero de 30 minutos. Es por esto, que efectivamente se trabajan 8 horas por turno laboral.

Los operarios trabajan 5 días a la semana. En casos de alta demanda, se adiciona el día sábado para poder cumplir con los pedidos a entregar. A su vez, la organización opera de manera continua, es decir que dispone de tres turnos diarios de trabajo. El primero abarca desde las 06:00 hs. hasta las 15:00 hs., seguido por el turno de las 15:00 hs. a 00:00 hs. y el último de 21:00 hs. hasta las 06:00 hs. Como se puede observar, existe una superposición de 3 horas entre el segundo y tercer turno. Sin embargo, esta situación no se

atribuye a un motivo concreto, simplemente se busca cumplir con la totalidad de la jornada laboral de 9 horas diarias.

4.2.13.3 Productos

El proceso de envasado posee una amplia gama de productos a elaborar. La empresa cuenta con más de 80 productos que difieren en sus propiedades, sabores, colores, olores y presentación.

v. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA

5.1 Indicadores de Producción

5.1.1 Funcionamiento del proceso

En el proceso de envasado, las máquinas envasadoras trabajan a una cierta cantidad de golpes por minuto. Cada golpe representa la obtención de un saquito de té. La cantidad de golpes por minuto es asignada por el gerente de producción al iniciar el lote. Este valor depende de las propiedades de cada mezcla de granel (tales como su granulometría y composición) y su desempeño a lo largo de los años. Mediante el estudio de esta relación, el gerente de producción dispone de los conocimientos necesarios para determinar la velocidad óptima de cada máquina en función del lote a envasar.

Las tolvas de las máquinas envasadoras funcionan por gravedad, por ende, para lograr obtener el peso adecuado del saquito, el tiempo de llenado dependerá de la velocidad de bajada.

La máquina envasadora presenta un funcionamiento continuo. Sin embargo, existen ciertos motivos que pueden provocar su detención como pueden ser las paradas técnicas, descansos del operario o cambios en los insumos (dependiendo de la experticia del operario, ya que esta reposición puede realizarse con la máquina en funcionamiento).

A su vez, durante la jornada laboral, a cada operario le es asignada una orden de producción con una cantidad de kilogramos de granel a envasar. Esta cantidad de kilogramos a envasar es flexible, puede ser que sea finalizada a mitad del turno, al final del turno o que no llegue a envasarse completamente, por lo que el operario del próximo turno debe finalizarlo. Se dice que la cantidad a envasar es flexible ya que es posible que el operario reciba una orden de producción que, debido al tamaño del lote, exceda su horario de trabajo para finalizarlo, por lo que la operación deberá ser seguida por el próximo operario que asuma el puesto de trabajo.

Más aún, en ciertas ocasiones en las que el operario no logrará alcanzar la producción que le fue asignada durante su jornada laboral el jefe de producción le debe asignar un reemplazo que cubra sus descansos para poder obtener la cantidad objetivo. Esta cobertura se debe a la necesidad inmediata de cumplir con las entregas a los clientes, no suele suceder de manera frecuente.

5.1.2 Datos disponibles

En primera instancia, para llevar a cabo el análisis del proceso de envasado se recurre a los datos provistos por la planilla de operarios (Figura 10). De esta planilla, se

detecta que las variables necesarias para el estudio son el número de identificación de la orden de producción, nombre del operario, fecha, el número de la máquina envasadora, la duración de la tarea (hora de inicio y fin), tiempo de arranque, tiempo de descanso, código del artículo a envasar y producción total de la orden.

5.1.3 Detección de datos faltantes

En segunda instancia, para poder abordar el análisis del proceso de envasado y la generación de indicadores, se detecta la falencia de ciertas variables necesarias. Entre las variables faltantes se encuentran: tiempo de paradas de máquina, producción parcial de cada operario por orden de producción, golpes a los que funciona la máquina durante la ejecución de esa orden de producción y los tiempos de coberturas (si los hubiere).

5.1.4 Modificación de la planilla de obtención de datos

Para conseguir un análisis más eficiente de los datos, se propone la modificación de la planilla actual de operarios ya que en esta no se presentan todos los datos necesarios para el análisis.

Como se mostró con anterioridad en la Figura 10: Planilla de Operarios incluye los siguientes datos:

- Número de OP
- Sala/Máquina
- Hora Inicio
- Hora Final
- Hora Arranque
- Hora Finalizado
- Descansos
- Código
- Producción

Sin embargo, a la hora de obtener los indicadores pertinentes y realizar su posterior análisis, se detecta que dichas planillas carecen de cierta información relevante para el estudio, como así también, que presentan datos que son irrelevantes o innecesarios. Asimismo, se observa que la disposición de los datos no es la más eficiente por lo que también se opta por modificarla.

Los datos que se agregan a la planilla de operarios son:

- Paradas técnicas
- Coberturas
- Golpes

5.1.5 Disposición de los datos a analizar

A partir de la adquisición de los datos por medio de las nuevas planillas de operarios, se vuelca la información obtenida a una planilla de Excel como se puede observar en la Figura 12.

Fecha	Mes	Referencia OP	Código Lote	Código Artículo	Nombre Artículo	ID Operario	Maisa	Hs Efectivas	Descansos (hs)	Paradas (hs)	Arranque (hs)	Hs Totales	Cobertura (hs)	Producción
09.09.2020	Septiembre	120-30-4471	99.1	E00192	Te Negro Royal Black SG x 20	33	Envasadora MAISA N° 7	1,92	0,5	0,58	0	3	0,17	672
09.09.2020	Septiembre	120-30-4454	105.1	E00381	Te Verde Sabor Frambuesa y Cereza x 20	28	Envasadora MAISA N° 7	3,67	0,5	0,33	0,17	4,67	0	1103
09.09.2020	Septiembre	120-30-4460	164.3	E00466	Te Verde SG x 20	24	Envasadora MAISA N° 2	6,5	1	0,33	0,17	8	0	2170
09.09.2020	Septiembre	120-30-4470	106.1	E00381	Te Verde Sabor Frambuesa y Cereza x 20	24	Envasadora MAISA N° 7	1	0	0	0	1	0	315
09.09.2020	Septiembre	120-30-4470	106.1	E00381	Te Verde Sabor Frambuesa y Cereza x 20	33	Envasadora MAISA N° 7	5,17	0,5	0,08	0	5,75	0	1907
09.09.2020	Septiembre	120-30-4470	106.1	E00381	Te Verde Sabor Frambuesa y Cereza x 20	28	Envasadora MAISA N° 7	2,58	0,5	0	0	3,08	0	945
10.09.2020	Septiembre	120-30-4482	612,1	E00067	Dulces Sueños SG x 20	24	Envasadora MAISA N° 8	7	1	1	0	9	0	2662
10.09.2020	Septiembre	120-30-4523	50.1	E00518	Grosella, Mora y Arandano SG x 20	16	Envasadora MAISA N° 7	1,58	0	0	0	1,58	0	490
10.09.2020	Septiembre	120-30-4471	99.1	E00192	Te Negro Royal Black SG x 20	7	Envasadora MAISA N° 7	1,25	0	0	0	1,25	0	406
11.09.2020	Septiembre	120-30-4525	50.2	E00175	Grosella, Mora y Arandano SG - Saquitos x 2	31	Envasadora MAISA N° 7	4	0,25	0,5	0	4,75	0	28320
11.09.2020	Septiembre	120-30-4521	613.1	E00064	Frutos del Bosque SG x 20	12	Envasadora MAISA N° 7	0,75	0	0	0	0,75	0	249
11.09.2020	Septiembre	120-30-4521	613.1	E00064	Frutos del Bosque SG x 20	31	Envasadora MAISA N° 7	1,67	0	0	0	1,67	0	560
12.09.2020	Septiembre	120-30-4545	200.1.2	E00465	Manzanilla SG x 20	7	Envasadora MAISA N° 2	0,33	0	0	0	0,33	0	70

Figura 12: Planilla parcial de Excel.

Fuente: Elaboración propia.

Se decidió utilizar esta herramienta para lograr establecer relaciones entre los distintos datos y para llegar a conclusiones, de forma dinámica, en un próximo análisis.

5.1.6 Estudio de tiempos

Se lleva a cabo un estudio de tiempos con los datos disponibles, presentados con anterioridad, para proseguir con el análisis del proceso de envasado.

Los motivos de la realización del estudio son: sospechas de bajos rendimientos, excesivos tiempos muertos y demoras causadas por operación lenta.

La toma de tiempos busca determinar un tiempo estándar permisible para realizar las tareas, con base en la medición del trabajo a estandarizar, teniendo en cuenta el cansancio, las demoras personales y los retrasos inevitables propios del proceso.

El método de estudio de tiempos incluye varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar. En este trabajo se utilizó el estudio cronométrico de tiempos, ya que no se dispone de información histórica para desarrollar otras estimaciones.

El estudio de tiempos se llevó a cabo en el proceso de envasado, posterior a su desarrollo, mediante revisión de registros de cámaras de seguridad facilitadas por la empresa. De esta manera, el estudio se realizó de manera remota, es decir no se estuvo presente durante el turno de trabajo, sino que se desarrolló una vez finalizado el turno, revisando los registros de cámaras de seguridad. Se analizaron los tiempos de todas las máquinas envasadoras en conjunto y en base a todos los turnos de trabajo de la organización durante el mes de septiembre del año 2020. En la Figura 13 se puede observar un operario de envasado realizando su trabajo.



Figura 13: Operario de envasado.

Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo el estudio de tiempos se creó un formulario de estudio de tiempos, como el que puede observarse en la Figura 14. Este formulario se utilizó mientras se hicieron las observaciones, para corroborar los datos proporcionados por los trabajadores con la información brindada por las cámaras de seguridad. El formulario fue completado durante la visualización de las grabaciones. Se dejó constancia de los hechos observados

en el estudio de tiempos con el objetivo de asegurar la calidad de los datos registrados.

Formulario de estudio de tiempos						
Operario		Fecha				
Máquina envasadora		OP		Parada de máquina		
Paso	Descripción de la tarea	Hora Inicio	Hora Final	Inicio	Fin	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						

Figura 14: Formulario de Estudio de Tiempos.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizar la medición se utiliza la siguiente tabla, mostrada en la Tabla 4, en donde se transcribe la suma de tiempos de todos los motivos de tiempo no operativo del proceso de envasado detectados. Esta tabla permite resumir los apuntes que se toman en cada medición.

Tabla resumen	
Operario	
Máquina	
Fecha	
Motivo	Tiempo (minutos)
Arranque	
Reposición de insumos	
Microparadas	
Parada de máquina	
Exceso de	

descanso	
Total	

Tabla 4: Tabla Resumen de Estudio de Tiempos.

Fuente: Elaboración Propia.

Dentro de los motivos de tiempo no operativo que se detectan en el proceso de envasado se encuentran:

- Arranque: es el tiempo que le lleva al operario poner a punto la máquina envasadora para su funcionamiento, es decir es el tiempo que necesita el sistema de la máquina envasadora para encenderse, poner en marcha algunos dispositivos internos, establecer conexiones entre los componentes y comprobar el estado de la totalidad de la envasadora. Se da al inicio del turno de trabajo y se diferencia de la puesta en marcha que ocurre luego de una parada técnica.
- Reposición de insumos: es el tiempo que le lleva al operario reponer la sobreenvoltura, papel de filtro y etiquetas de las infusiones.
- Microparadas: son paros de máquina de menos de cinco minutos. En la mayoría de los casos no son registrados por los operarios debido a su corta duración. Estos paros son consecuencias de ciertas fallas que pueden ser reparadas por los operarios, ya que se encuentran capacitados, no siendo necesaria la intervención de un técnico.
- Parada de máquina: es el tiempo en el que la máquina envasadora detiene su marcha por algún problema que no puede ser reparado por el propio operario, pues requiere del conocimiento del técnico de mantenimiento. Dentro de este motivo se incluye el tiempo de puesta en marcha luego de resolver el problema técnico.
- Exceso de descanso: es el tiempo extra a la hora de descanso diaria que posee el operario en su jornada laboral.

Cabe aclarar que, dentro de estos motivos de tiempo no operativo, el arranque y la reposición de insumos representan tiempos necesarios para desarrollar el proceso productivo. Por otro lado, el exceso de descanso, las microparadas y las paradas de máquinas representan tiempos improductivos del proceso que se buscan reducir para aumentar la eficiencia.

En el Anexo 1 se pueden observar los registros de toma de tiempos del proceso de envasado del mes de septiembre de 2020 en las diferentes máquinas envasadoras.

En la Tabla 5, se realiza un resumen de todos los datos detallados en el Anexo 1. En esta Tabla se puede observar la suma de minutos que son destinados a cada uno de los motivos previamente mencionados y al total del tiempo productivo.

Motivo	Tiempos (min)
Exceso de descanso	130
Microparadas	830
Arranque	326
Reposición de insumos	177
Parada de máquina	1101
Tiempo productivo	9647
Tiempo no operativo	2564

Tabla 5: Resumen de tiempos del mes de septiembre, 2020.

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de la Tabla 5 se presenta en la Figura 15, un gráfico en el que se puede observar la distribución de los tiempos de los distintos motivos de tiempo no operativo en el proceso de envasado junto al tiempo productivo. Este gráfico presenta una gran utilidad ya que se puede identificar cuánto representa, en porcentaje, el tiempo no operativo de la tarea y, dentro de este, cual o cuales son los motivos que presentan el mayor impacto.

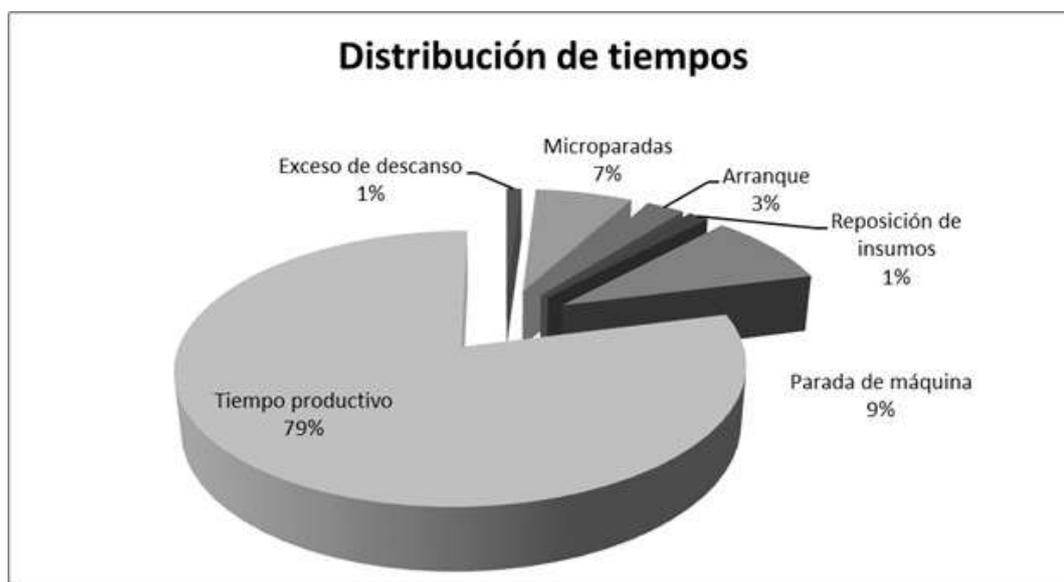


Figura 15: Distribución de tiempos del proceso de envasado durante septiembre de 2020.

Fuente: Elaboración Propia.

A partir del último gráfico, se puede observar que la eficiencia del proceso fue del 79% y que el 21% del tiempo no operativo se debe principalmente a problemas relacionados con las máquinas envasadoras. Cabe aclarar que el estudio tuvo en cuenta la totalidad de las máquinas envasadoras en su conjunto. Dentro de estos problemas el 9% se debió a paradas de máquina y un 7% a microparadas. Se puede detectar que prioritariamente hay

que enfocarse en el factor máquina, ya que dentro de los tiempos improductivos es el que mayor impacto presentó, muy alejado del 1% del exceso de descanso.

A continuación, mediante el gráfico de la Figura 15, se puede estimar en la Tabla 6, en un turno de ocho horas, cuantos minutos al día se dedican a cada actividad:

Motivo	Tiempo en horas	Tiempo en minutos
Tiempo productivo	6,32	379
Exceso de descanso	0,08	4,8
Microparadas	0,56	33,6
Arranque	0,24	14,4
Reposición de insumos	0,08	4,8
Parada de máquina	0,72	43,2

Tabla 6: Distribución de tiempos en turno de 8 horas.

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla permite que la gerencia pueda observar de manera detallada la distribución de los distintos tiempos (correspondientes a cada motivo) durante la jornada laboral. A partir de este análisis, es posible detectar exactamente qué cantidad de horas hombre no son productivas durante el horario de trabajo.

5.1.7 Diagrama de Pareto

En la Figura 16 puede verse que aproximadamente el 80% de los tiempos no operativos provienen de las paradas de máquinas (43%) y por las microparadas (32%), por lo que se puede concluir que los problemas están relacionados principalmente con las máquinas. Por lo tanto, si la empresa se enfocará en reducir las causas que generan el problema de las máquinas, se estarían minimizando el 75% de los problemas.

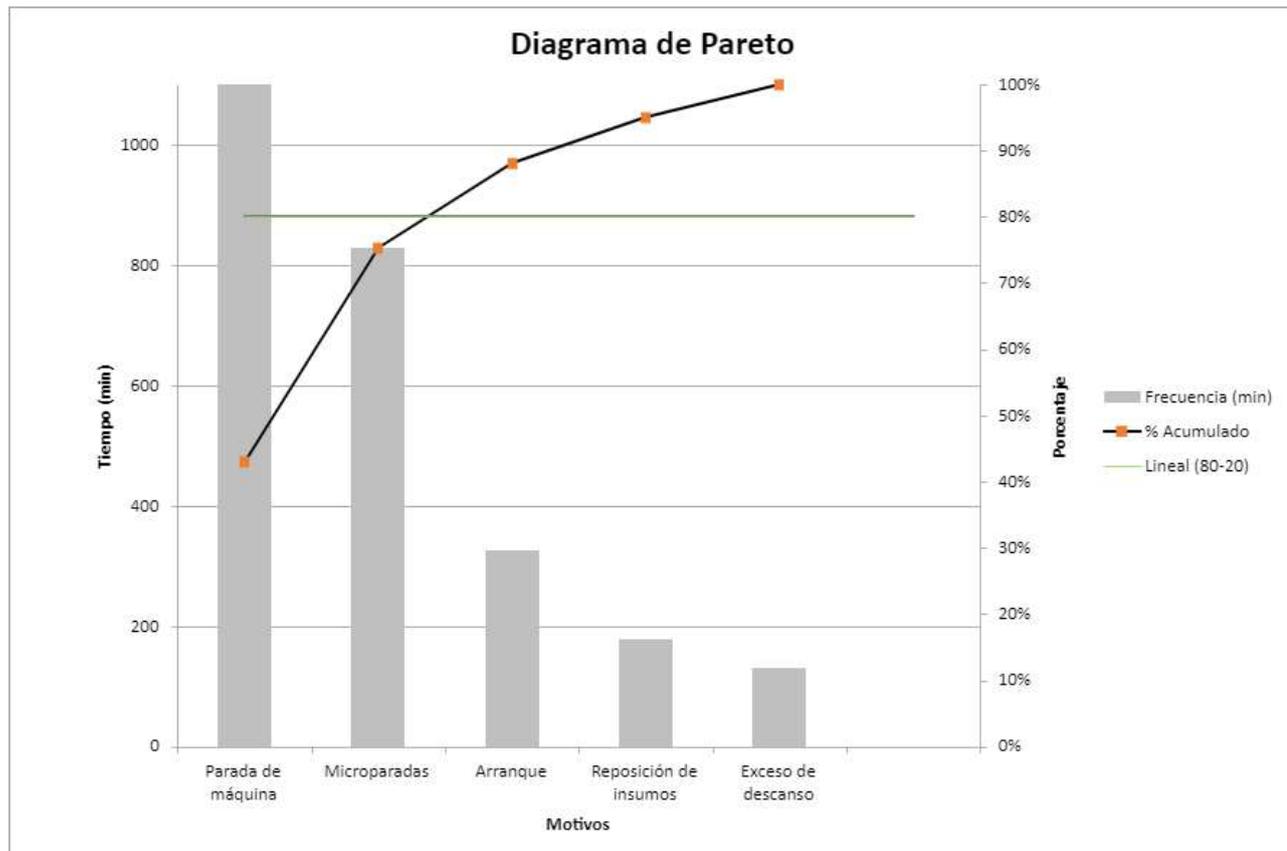


Figura 16: Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.8 Análisis causa-efecto

En la Figura 17 se presentan las posibles causas que pueden generar los problemas de paradas y microparadas de máquina. Estos problemas fueron seleccionados ya que son la causa principal (75%) de los tiempos no operativos, tal como se mostró en la Figura 16: "Diagrama de Pareto. Es por esta razón que se procede a examinar las posibles causas de estos problemas mediante un análisis de causa-efecto.

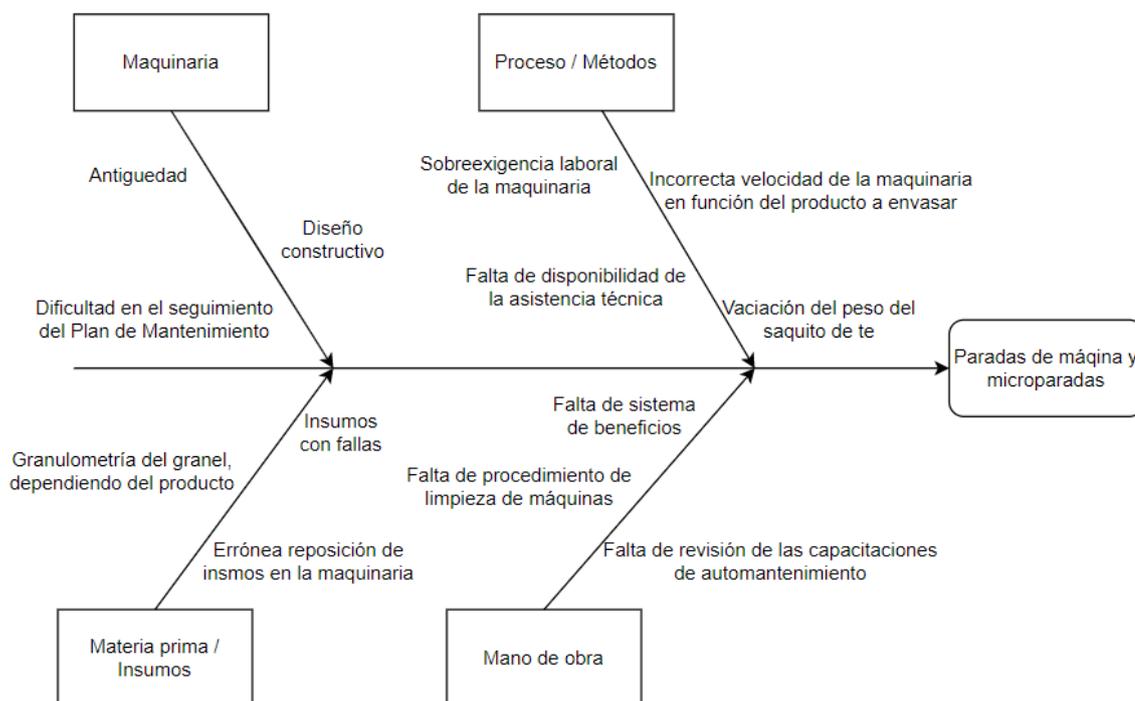


Figura 17: Diagrama Causa-Efecto.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.9 Proceso analítico de jerarquías

Para profundizar en el análisis, se formula una matriz pareada con las 7 causas principales, las cuales fueron consideradas como las más importantes de la Figura 17: Diagrama Causa-Efecto. Asimismo, se le otorgan los pesos considerados correspondientes al análisis en base a la comprensión del estudio. La matriz pareada es resuelta mediante el método PAJ (Proceso Analítico de Jerarquías).

Para realizar este análisis se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

- Los operarios que se dedican al proceso de envasado están capacitados para resolver problemas técnicos de primer nivel, conocidos como auto mantenimiento.
- Los operarios no disponen de un procedimiento de limpieza de máquinas para efectuar esta tarea adecuadamente.
- La organización posee un plan de mantenimiento en el cual se incluyen tanto los mantenimientos preventivos como correctivos. Sin embargo, debido al ambiente dinámico, caracterizado por su creciente demanda actual, se dificulta el seguimiento continuo del plan de mantenimiento.

- Las máquinas son sobre exigidas por sobre su valor óptimo de funcionamiento cuando la demanda sufre fuertes aumentos. Se prioriza cumplir con los pedidos de los clientes.

En la Tabla 7, se puede observar con detalle el desarrollo del método PAJ (Proceso Analítico Jerárquico). Este método se lleva a cabo para identificar la causa raíz del tiempo improductivo del proceso de envasado.

Para realizar las comparaciones pareadas lo esencial es comparar por parejas cada nivel, en donde el decisor muestra sus preferencias en base a la escala subyacente de nueve unidades de PAJ. Bajo el criterio de prioridad de eficiencia para evitar tiempos improductivos se lleva a cabo la asignación de valores que llevan a determinar las alternativas prioritarias.

Comparaciones pareadas:

- Seguimiento del plan de mantenimiento vs Capacitación operarios: entre moderada y fuertemente preferible que se realicen correctamente el seguimiento del plan de mantenimiento ya que un desvío en el plan impacta de mayor manera que la capacitación de operarios en tareas de auto mantenimiento.
- Seguimiento del plan de mantenimiento vs Antigüedad de la máquina: entre fuertemente y muy fuertemente preferible un seguimiento del plan de mantenimiento ya que tiene mayor importancia debido a la gran frecuencia de utilización de las máquinas actualmente.
- Seguimiento del plan de mantenimiento vs Sobreexigencia de máquina: fuertemente preferible el seguimiento del plan de mantenimiento ya que es un factor clave para mantener las máquinas en condiciones operativas óptimas.
- Seguimiento del plan de mantenimiento vs Diseño constructivo: entre fuertemente y muy fuertemente preferible debido a que las fallas predominantes de las máquinas envasadoras no se relacionan con el diseño constructivo de la misma, sino que surge como consecuencia de otros factores.
- Seguimiento del plan de mantenimiento vs Procedimiento de limpieza: entre muy fuertemente preferible y extremadamente preferible debido a que el procedimiento no presenta mayores complicaciones de comprensión.
- Capacitación operarios vs Antigüedad de la máquina: entre moderada y fuertemente preferible ya que la correcta utilización de las máquinas requiere de cierta destreza por parte de los operarios, lo cual es relevante frente al segundo factor.
- Capacitación operarios vs Sobreexigencia de la máquina: fuertemente preferible debido a que la mayor cantidad de fallas ocurren debido a falencias por parte de los operarios y no por sobreexigir a la máquina.

- Capacitación operarios vs Diseño constructivo: fuertemente preferible debido a que el diseño de las máquinas envasadoras no es generador de fallas técnicas o problemas tanto como la mala instrucción de un operario.
- Capacitación operarios vs Procedimiento de limpieza: fuertemente preferible ya que la correcta enseñanza a los operarios de cómo manipular las máquinas envasadoras es dominante frente a la correcta utilización del procedimiento de limpieza.
- Antigüedad de la máquina vs Sobreexigencia de la máquina: entre igual y moderadamente preferible ya que la ocurrencia de fallas se incrementa con el paso del tiempo y no necesariamente con su sobreexigencia.
- Antigüedad de la máquina vs Diseño constructivo: entre igual y moderadamente preferible ya que la ocurrencia de fallas se incrementa con el paso del tiempo con mayor frecuencia que las fallas por diseño constructivo de la máquina.
- Antigüedad de la máquina vs Procedimiento de limpieza: moderadamente preferible ya que la edad de la máquina envasadora influye en mayor medida frente a la determinación del procedimiento de limpieza.
- Sobreexigencia de máquina vs Diseño constructivo: moderadamente preferible ya que una sobreutilización de la máquina envasadora conduce a un mayor porcentaje de fallas que los problemas del diseño constructivo.
- Sobreexigencia de máquina vs Procedimiento de limpieza: fuertemente preferible debido a que el uso en exceso de las envasadoras tiene un mayor impacto que la determinación del procedimiento de limpieza.
- Diseño constructivo vs Procedimiento de limpieza: entre igual y moderadamente preferible ya que ambos factores no son los principales generadores de fallas, pero aun así, influyen en el correcto funcionamiento de las mismas.

Luego de la asignación de valores en la comparación se procede a realizar la sumatoria de los valores obtenidos para cada alternativa, como se puede observar en la Tabla 7.

CRITERIOS	Seguimiento del Plan de Mantenimiento	Capacitación operarios	Antigüedad de la máquina	Sobree exigencia de máquina	Diseño constructivo	Procedimiento de limpieza
Seguimiento del Plan de Mantenimiento	1	4	6	5	6	8
Capacitación operarios	0,25	1	4	5	5	5
Antigüedad de la máquina	0,17	0,25	1	2	2	3
Sobree exigencia de máquina	0,2	0,2	0,5	1	3	5
Diseño constructivo	0,17	0,2	0,5	0,33	1	2
Procedimiento de limpieza	0,13	0,2	0,33	0,2	0,5	1
SUMATORIA	1,91	5,85	12,33	13,53	17,5	24

Tabla 7: Matriz de comparaciones pareadas.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procede a la obtención de la matriz de comparaciones pareadas normalizadas, para la cual hay que dividir el valor de cada elemento por la sumatoria de su propia columna. Luego se realiza el cálculo del vector prioridad. Este se obtiene calculando el promedio de los elementos de cada fila de la matriz de comparaciones pareada normalizada, los cuales proporcionan una estimación de las prioridades relativas de los elementos que se comparan.

Por último, para analizar la consistencia de los juicios se calcula la relación de consistencia (RC), y se considera qué si el valor excede 0,1, los juicios son inconsistentes, pero si son iguales o inferiores a esa cifra, muestran un nivel razonable de consistencia. Para lograr esto, primero se multiplica cada valor de la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente. Se deben sumar los valores sobre las filas para obtener un vector de valores, denominado Vector Suma Ponderada. Luego se evalúa el N_{max} , que es el promedio de los valores que se calcularon en el paso anterior. Con este valor, se calcula el índice de consistencia $IC = (N_{max} - n) / (n - 1)$. Luego como $RC = IC / IA$, donde IA es el índice aleatorio de una matriz de comparaciones pareadas (el cual para este caso es 1,24 ya que se comparan 6 elementos) se obtiene que RC es 0,0849. Se pueden observar los resultados en la siguiente Tabla 8:

Matriz normalizada	Seguimiento del Plan de Mantenimiento	Capacitación operarios	Antigüedad de la máquina	Sobree exigencia de máquina	Diseño constructivo	Procedimiento de limpieza	Vector prioridad
Seguimiento del Plan de Mantenimiento	0,52	0,68	0,49	0,37	0,34	0,33	0,46
Capacitación operarios	0,13	0,17	0,32	0,37	0,29	0,21	0,25
Antigüedad de la máquina	0,09	0,04	0,08	0,15	0,11	0,13	0,1
Sobree exigencia de máquina	0,1	0,03	0,04	0,07	0,17	0,21	0,11
Diseño constructivo	0,09	0,03	0,04	0,02	0,06	0,08	0,05
Procedimiento de limpieza	0,07	0,03	0,03	0,01	0,03	0,04	0,04

Vector Suma ponderada	Nmax	RC
3,1852	6,5268657	0,0849783
1,738		
0,6639		
0,6364		
0,3359		
0,2236		

Tabla 8: Matriz de comparaciones pareadas normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, puede observarse que la causa raíz del problema en estudio es la dificultad del seguimiento del plan de mantenimiento con un 46% de prioridad, seguida por la falta de revisión de capacitación de los operarios para solucionar problemas de máquina de primer nivel con un 25%.

Más aún, con respecto a la confiabilidad del método, al poseer una relación de consistencia $RC < 0.1$, puede concluirse que los resultados son válidos ya que el análisis es consistente en las comparaciones pareadas.

5.1.10 Formulación de indicadores

El objetivo principal es la determinación de indicadores concretos del proceso de envasado, que sean útiles para llevar a cabo un control de gestión. Se busca que este control permita dar un seguimiento tanto al proceso como a los recursos (materia prima, recursos humanos, maquinarias). La finalidad es poder establecer si los resultados satisfacen los objetivos planificados o si se observan desviaciones, que luego se deben estudiar para proponer mejoras.

5.1.10.1 Indicador de Eficiencia del operario

Representa la cantidad de estuches obtenidos por el operario sobre la cantidad de estuches que podría haber obtenido según los golpes de la máquina en funcionamiento. La discrepancia entre los estuches teóricos que debe obtener y los estuches que realmente obtiene se debe a un cierto tiempo improductivo en el que la máquina envasadora se encuentra parada (por diferentes motivos).

Objetivo

Identificar el desempeño de cada operario, personalmente, para así poder observar los distintos niveles de trabajo dentro de la organización y tomar las medidas necesarias para mejorar.

Fórmula

Se muestra en la Ecuación 1.

$$\frac{\text{Estuches reales del operario por hora}}{\text{Estuches teóricos por hora}} * 100 \quad (1)$$

Ecuación 1: Eficiencia del operario.

Fuente: Elaboración propia.

- *Estuches reales del operario por hora*: se obtiene al dividir la producción parcial declarada en la nueva planilla de operarios por el tiempo efectivo del operario. Este tiempo representa la duración de la jornada laboral menos los descansos, menos las paradas de máquina, y sumando el tiempo de cobertura, si lo hubiere. Como se puede observar, no se descarta el tiempo de arranque, ya que este depende exclusivamente de la habilidad y rapidez del operario para dar inicio a la tarea, por lo que este tiempo impacta en el rendimiento del operario.
- *Estuches teóricos por hora*: se obtiene al multiplicar la cantidad de golpes por minuto a los que funciona la máquina envasadora por 60 (minutos por hora). Luego de esta multiplicación, se obtiene la cantidad de saquitos por hora, a la que se tiene que dividir por 20 (cantidad de saquitos por estuche). De esta manera se obtiene la cantidad de estuches por hora que representa la máxima cantidad que se podría obtener, dependiendo de la velocidad de la envasadora y de la formulación envasada.

Fuente de Información

A partir de la nueva planilla de operarios se recaban los datos necesarios para la obtención de este indicador.

Muestra

Total de jornadas laborales diarias desde septiembre hasta diciembre del 2020.

Frecuencia de evaluación

Se propone una evaluación del desempeño de los operarios de manera semanal.

Ejemplo de cálculo

A continuación, en el Ejemplo 1 se presenta el cálculo del indicador en cuestión para lograr comprender de manera más fácil su utilización. Los datos necesarios para obtener el indicador son:

- Operario = 40
- Tiempo total = 9 horas
- Descanso = 1 hora
- Maquina Envasadora = 8
- Presentación = 20 saquitos por estuche
- Parada de máquina = 0,98 horas
- Tiempo de arranque= 0,07 horas
- Producción parcial = 2047
- Golpes por minuto = 123
- Cobertura = 0 horas

$$\text{Estuches reales por hora: } \frac{2047 \text{ Estuches}}{(9 - 1 - 0,98) \text{ h}} = 291 \text{ Estuches/h}$$

$$\text{Estuches teóricos por hora: } \frac{123 (\text{saquitos/minuto}) * 60 (\text{minutos/h})}{20 (\text{saquitos/estuche})} = 369 \text{ Estuches /}$$

h

$$\text{Eficiencia del operario: } \frac{291 \text{ Estuches/h}}{369 \text{ Estuches/h}} * 100 = 78,86 \%$$

Ejemplo 1: Cálculo de la eficiencia del operario.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.10.2 Indicador de Tiempo operativo de la máquina

Representa la cantidad de horas de la máquina en marcha sobre las horas totales de tiempo de máquina, es decir, la cantidad de horas que puede haber estado funcionando. La diferencia con el valor teórico se pierde en paradas de máquina.

Objetivo

Identificar el tiempo operativo de cada máquina envasadora en particular, para así poder observar los distintos niveles de trabajo de la maquinaria y poder efectuar los mantenimientos correspondientes en cada caso.

Fórmula

Se muestra en la Ecuación 2.

$$100 - \frac{\text{Paradas de máquina (h)}}{\text{Tiempo de máquina (h)}} * 100 \quad (2)$$

Ecuación 2: Tiempo operativo de la máquina.

Fuente: Elaboración propia.

- *Paradas de máquina*: es la suma del tiempo en el que la máquina envasadora se encuentra detenida a causa de un motivo técnico, ajeno al operario e incapaz de resolverlo por su cuenta, que requiere la asistencia de un técnico de mantenimiento.
- *Tiempo de máquina*: es el tiempo en el que la máquina envasadora puede estar funcionando, en el que sólo depende de la misma máquina envasadora y no de otros factores. Es por esto, que se calcula como el tiempo total, menos el tiempo de arranque, menos los descansos del operario, y se suma el tiempo de coberturas.

Fuente de Información

A partir de la nueva planilla de operarios se recaban los datos necesarios para la obtención de este indicador.

Muestra

Total de jornadas laborales diarias desde septiembre hasta diciembre del año 2020.

Frecuencia de evaluación

Se propone una evaluación del desempeño de las máquinas envasadoras de manera semanal.

Ejemplo de cálculo

A continuación, en el Ejemplo 2, se presenta el cálculo del indicador en cuestión para lograr comprender de manera más fácil su utilización. Los datos a utilizar para obtener el indicador:

- Operario = 24
- Tiempo total = 9 horas
- Maquina Envasadora = 8
- Descanso = 1 hora
- Cobertura = 0 hora
- Parada de máquina = 1 hora
- Tiempo de arranque = 0 horas

Paradas de máquina (h): 1 h

Tiempo de máquina (h): (9 - 0 - 1 + 0) h = 8 h

Tiempo operativo de la máquina: $100 - \frac{1h}{8h} * 100 = 87,5 \%$

Ejemplo 2: Cálculo del tiempo operativo.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.10.3 Indicador de Rendimiento del Granel

Representa la cantidad de kilogramos envasados sobre la cantidad de kilogramos de granel disponibles. La diferencia con el teórico se pierde en descarte de materia prima o variaciones del peso de los saquitos con respecto al peso neto.

Objetivo

Identificar cuánto rinde el granel para cada uno de los productos y según el operario envasador. Esto se debe a que dependiendo de la granulometría de la materia prima de cada producto el granel puede fluctuar su rendimiento. También, depende de la experticia del operario envasador que tan eficientemente es aprovechado el granel.

Fórmula

Se muestra en la Ecuación 3.

$$\frac{\text{Saquitos Producidos} * \text{Peso Saquito (kg/ saquito)}}{\text{Granel (kg)}} * 100 \quad (3)$$

Ecuación 3: Rendimiento del granel.

Fuente: Elaboración propia.

- *Saquitos producidos*: se obtiene al multiplicar la cantidad de estuches obtenidos en el proceso (producción total) por la presentación del producto (cantidad de saquitos por estuche).
- *Peso saquito*: es el peso neto específico por saquito, varía para los diferentes productos.
- *Granel*: es la cantidad de kilogramos de materia prima que se va a envasar en la respectiva orden de producción.

Fuente de Información

A partir de la orden de producción y la lista de materiales se recaban los datos necesarios para la obtención de este indicador.

Muestra

Total de órdenes de producción diarias desde el mes de septiembre a diciembre del 2020.

Frecuencia de evaluación

Se propone una evaluación del desempeño del granel de manera semanal.

Ejemplo de cálculo

A continuación, en el Ejemplo 3, se presenta el cálculo del indicador en cuestión para poder entender con mayor facilidad la utilización. Los datos a utilizar para obtener el indicador son:

- Máquina Envasadora: 2
- Presentación: 20 saquitos por estuche
- Producción total: 13727 estuches
- Producto: Té Verde
- Peso Neto del Saquito: 1,8 g
- Granel: 511,9 kg

$$\text{Rendimiento del granel: } \frac{13727(\text{estuches}) * 20(\text{saquitos/estuche}) * 0,0018(\text{kg})}{511,9(\text{kg})} * 100$$

= 96, 54%

Ejemplo 3: Cálculo del rendimiento del granel.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.10.4 Indicador de Eficiencia del proceso

Representa la cantidad de estuches obtenidos por hora de proceso. Este indicador se basa en la utilización de todo el tiempo en el que está disponible el operario (Tiempo Total – Descanso + Cobertura), es decir no se discriminan los arranques ni las paradas de máquina.

Objetivo

Identificar la eficiencia del proceso en su totalidad, para así poder observar las diferencias existentes en cada caso y poder determinar las causas principales de las ineficiencias. A pesar de tener una relación dependiente con los tres indicadores: eficiencia del operario, tiempo operativo de la máquina y rendimiento del granel, este permite identificar de manera general cuales son las máquinas envasadoras que generan mayores inconvenientes. Es decir, permite lograr un análisis integral de la situación. El indicador es de utilidad para detectar aquella máquina con menor rendimiento global para así luego seguir el estudio observando los indicadores restantes. De esta manera se puede averiguar qué aspecto del proceso (operarios, máquina, materia prima) fue el causante del respectivo bajo rendimiento.

Fórmula

Se muestra en la Ecuación 4.

$$\frac{\sum \text{Estuches reales del proceso por hora}}{\sum \text{Estuches teóricos por hora}} * 100 \quad (4)$$

Ecuación 4: Eficiencia del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

1. *Estuches reales del proceso por hora*: se obtiene al dividir la producción declarada en la nueva planilla de operarios por el tiempo del proceso. Este tiempo representa la duración de la jornada laboral menos los descansos y se adicionan las coberturas.
2. *Estuches teóricos por hora*: se obtiene al multiplicar la cantidad de golpes por minuto a los que funciona la máquina envasadora por 60 (minutos por hora). Luego de esta multiplicación, se obtiene la cantidad de saquitos por hora, a la que se tiene que dividir por 20 (cantidad de saquitos por estuche). De esta manera se obtiene la cantidad de estuches por hora que representa la máxima cantidad que se puede obtener, dependiendo de la velocidad de la máquina envasadora.

Fuente de Información

A partir de la nueva planilla de operarios se recaban los datos necesarios para la obtención de este indicador.

Muestra

Total de jornadas laborales diarias desde el mes de septiembre hasta diciembre del 2020.

Frecuencia de evaluación

Se propone una evaluación del desempeño del proceso de manera semanal.

Ejemplo de cálculo

A continuación, en el Ejemplo 4, se presenta el cálculo del indicador en cuestión para poder entender con mayor facilidad la utilización del mismo. Los datos a utilizar para obtener el indicador son:

- Tiempo total = 5.75 horas
- Descanso = 0.5 horas
- Maquina Envasadora = 7
- Presentación = 20 saquitos por estuche
- Producción= 1907 estuches
- Golpes por minuto = 129
- Coberturas = 0 horas
- Producto: Té Verde Sabor Frambuesa y Cereza

Estuches reales del proceso por hora: $\frac{1907 \text{ Estuches}}{(5.75 - 0.5 + 0) h} = 363 \text{ Estuches/h}$

Estuches teóricos por hora: $\frac{129(\text{saquitos/minuto}) * 60(\text{minutos/h})}{20(\text{saquitos/estuche})} = 387 \text{ Estuches / h}$

Eficiencia del proceso: $\frac{363 \text{ Estuches/h}}{387 \text{ Estuches/h}} * 100 = 93.79 \%$

Ejemplo 4: Cálculo de la eficiencia del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.11 Análisis de Indicadores

A partir de la formulación y posterior análisis de los indicadores antes mencionados, es posible tomar distintos cursos de acción en consecuencia a la información que estos arrojan.

A continuación, se muestran las posibles decisiones que se pueden tomar con dichos indicadores y la manera en la que deberían analizarse. Para una mejor comprensión se analizan ejemplos con casos reales.

5.1.11.1 Indicador de Eficiencia del operario

Análisis general

Las medidas o cursos de acción posibles a tomar en función de este indicador varían según el rango en el que se encuentre el valor.

Si el valor supera el 85% (valor objetivo obtenido de datos históricos por la empresa) los cursos de acción a tomar son:

- Dar un seguimiento y control a los indicadores mediante la realización de encuentros semanales de la gerencia para mantener la eficiencia por sobre el valor objetivo.
- Analizar si es factible realizar un cambio de la meta a alcanzar por los operarios.

Si este valor es menor al 85% los cursos de acción a tomar, en orden de prioridad, son:

- Evaluar la experticia del operario: si se detecta que el procedimiento productivo de un operario es incorrecto, se debe realizar una capacitación y entrenamiento en donde se le enseñe en profundidad la metodología correcta de trabajo. A su vez, al finalizar la capacitación, se debe realizar una evaluación de lo aprendido para verificar la efectividad de la misma.
- Identificar si hay presencia de fatiga física: realizar una evaluación ergonómica del puesto de trabajo para investigar si existen tareas, movimientos o herramientas que utiliza el trabajador que limiten su accionar o generen trastornos musculoesqueléticos.
- Indagar el ambiente laboral: se debe crear un ambiente de apoyo donde el gerente debe ser solidario y respetuoso. Se debe reconocer los logros de los trabajadores mediante el establecimiento de objetivos de producción para celebrar el trabajo bien realizado, dar autonomía a los colaboradores para que se sientan empoderados y tengan más motivación e iniciativa. También se pueden programar actividades fuera del trabajo para fomentar la comunicación y las interacciones entre empleados
- Investigar la existencia de problemas personales: promover una relación de confianza con el operario para que este se sienta seguro en comunicar la situación que esté atravesando. El objetivo es lograr la conciliación de la vida laboral y familiar, ya que es posible que algún operario pueda presentar inconvenientes familiares que le imposibiliten estar completamente atento al trabajo en un turno determinado.

Análisis particular

Por medio del Ejemplo 5, en la Figura 18 se puede observar un caso real, que muestra la eficiencia del operario durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2020. Para evitar exponer la identidad, los operarios se encuentran codificados.

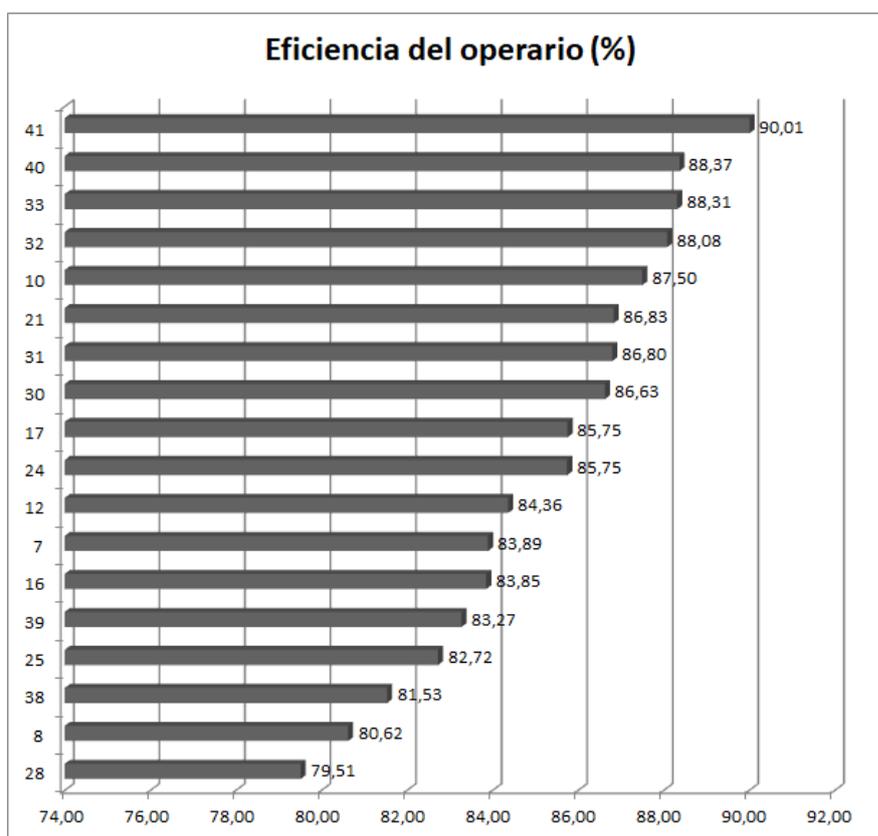


Figura 18: Eficiencia del operario desde septiembre a diciembre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

De los 42 operarios con que cuenta la organización, 18 de ellos se dedican al proceso de envasado. Como se observa en el gráfico, 10 de los 18 operarios obtienen un valor de eficiencia mayor al 85%, mientras que los 8 restantes no. En este caso, se deben investigar los motivos por los cuales estos ocho operarios no alcanzaron el valor objetivo. Se detecta una amplitud entre la mejor y peor eficiencia de un 10,5%. Una posible causa de esta diferencia se debe a qué en los meses previos a septiembre, la organización sufrió un gran aumento en la demanda de infusiones por lo que se vio obligada a la contratación de personal temporal, como es el caso de los operarios 38 y 28. Asimismo, parte del personal se vio obligado a cambiar su puesto de trabajo original, asumiendo tareas de envasado de infusiones. Por estos motivos, los últimos 8 operarios no han logrado desarrollar la destreza

necesaria en la metodología de trabajo para alcanzar la meta, esto se debe al corto tiempo de experiencia en este procedimiento. Aun así, 4 de estos 8 operarios se observan dubitativos e inseguros en sus tareas (según datos proporcionados por el jefe de producción), por lo que se detecta la necesidad de un entrenamiento en el que se les explique nuevamente la correcta metodología de trabajo. Por otro lado, no se detectan problemas en el ambiente de trabajo, fatiga física o personales de ningún operario. Esta información ha sido brindada por el gerente de producción, en base a observaciones y consultas realizadas.

Ejemplo 5: Análisis de la eficiencia del operario.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.11.2 Indicador de Tiempo operativo de la máquina

Análisis General

Las medidas o cursos de acción posibles a tomar en función de este indicador varían según el rango en el que se encuentre el valor.

Si el valor supera el 85% los cursos de acción a tomar son:

- Dar un seguimiento y control de los indicadores mediante la realización de encuentros semanales de la gerencia para mantener la eficiencia por sobre el valor objetivo.
- Analizar si es factible realizar un cambio de la meta a alcanzar.

Si el valor es menor al 85% (valor recomendado por el fabricante de la máquina) los cursos de acción a tomar son:

- Indagar si en el momento en que ocurre la falla el técnico se encuentra disponible para repararlo de inmediato.
- Estudiar si la falla es recurrente. De ser así, identificar si dicha falla ocurre siempre con el mismo producto u operario.
- Analizar si la falla se puede evitar utilizando la máquina a otra velocidad, para así encontrar la velocidad óptima a la que puede funcionar.
- Averiguar si las fallas pueden ser reparadas por el operario (por ejemplo atascamientos) o si es imprescindible la presencia de un técnico. En el caso en que el operario pueda resolver la situación, es necesario dictar una capacitación.
- Averiguar cómo se desarrolla el Plan de Mantenimiento de los equipos y si se llevaron a cabo los mantenimientos preventivos.

Análisis particular

Por medio del Ejemplo 6, en la Figura 19 se puede observar un caso real, que muestra el tiempo operativo de la máquina durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2020. Como se puede observar la empresa utiliza siete máquinas, las cuales se encuentran identificadas con el nombre Envasadora Maisa y su número correspondiente. Cabe destacar que no se realiza un análisis independizando el tipo de producto por máquina ya que esta predeterminado que artículos se fabrican en cada máquina envasadora para que tengan un mejor desempeño. Ya se estudió que artículos funcionan mejor en cada máquina, por lo que todas están en igual de condiciones.

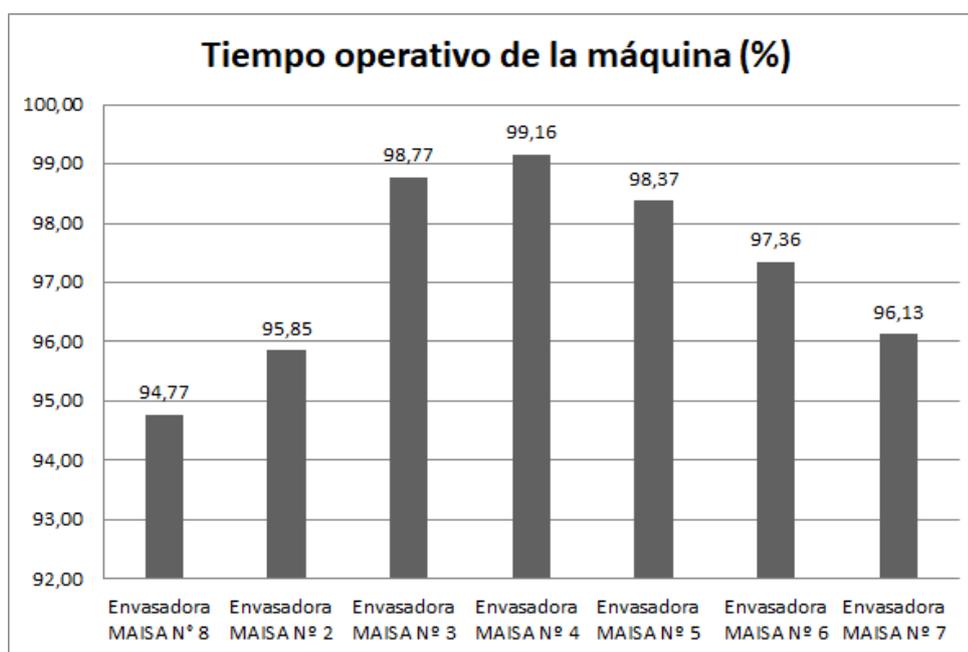


Figura 19: Tiempo operativo de la máquina desde septiembre a diciembre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los valores de la Figura 19, se observa que las Envasadoras N°3, N°4, N°5 y N°6 son las que presentan una mayor eficiencia. Esto se debe a que este modelo de máquina envasadora no cuenta, a diferencia de las otras, con un control automático de funcionamiento que detenga la máquina automáticamente cuando detecta la falta de insumos o de problemas técnicos. Es por esto que estas máquinas se detienen menos, debido a la menor presencia de sensores que detecten problemas en el envasado.

Sin embargo, es necesario aclarar, que no todas las máquinas se utilizan con la misma frecuencia. Más aún, las recién mencionadas son las que exhiben un menor porcentaje de utilización, esto puede visualizarse en la Figura 20. Así mismo se recalca que las siete máquinas envasadoras son del modelo EC 12 /B, provistas por la empresa Ima Maisa.

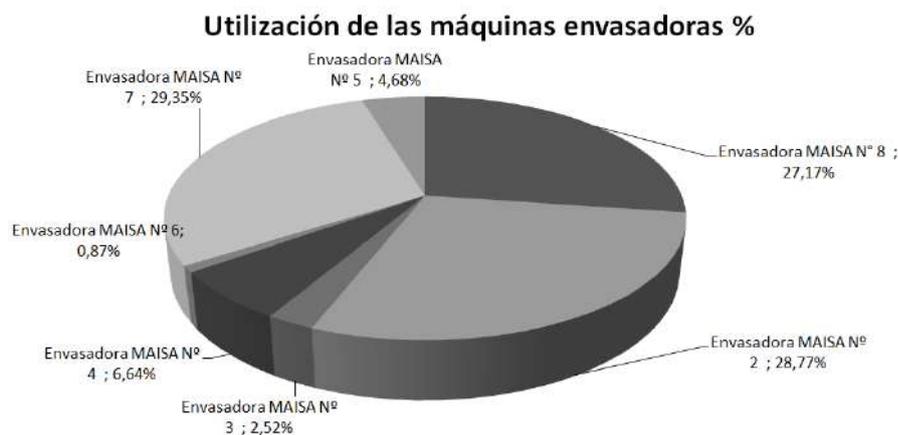


Figura 20: Utilización de las máquinas envasadoras desde septiembre a diciembre del año 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura 20, las cuatro máquinas envasadoras nombradas tienen un tiempo de utilización en conjunto del 14.71% del tiempo total, por lo que presentan un desgaste menor a las tres restantes. Esto se puede observar también en la Tabla 9, donde conjuntamente representan aproximadamente 600 horas de uso en los cuatro meses analizados. Mientras que el resto de las envasadoras superan de manera individual una cantidad de mil horas de uso y, conjuntamente, se las utiliza el 85,29% del tiempo.

Maisa	Suma de Tiempo Máquina (hs)
Envasadora MAISA Nº 8	1061,02
Envasadora MAISA Nº 2	1143,25
Envasadora MAISA Nº 3	144,58
Envasadora MAISA Nº 4	242,96
Envasadora MAISA Nº 5	174,28
Envasadora MAISA Nº 6	40
Envasadora MAISA Nº 7	1084,84
Total general	3890,93

Tabla 9: Suma de horas de máquina.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, al estudiar el comportamiento y la utilización de las máquinas envasadoras Nº8, la Nº2 y la Nº7, se identifica que, además de ser las que presentan el mayor tiempo de utilización, se emplean en los tres turnos de trabajo. Para entender con

mayor profundidad este aspecto, se expone la Figura 21, donde se puede observar el tiempo operativo de las máquinas en los distintos turnos de trabajo.

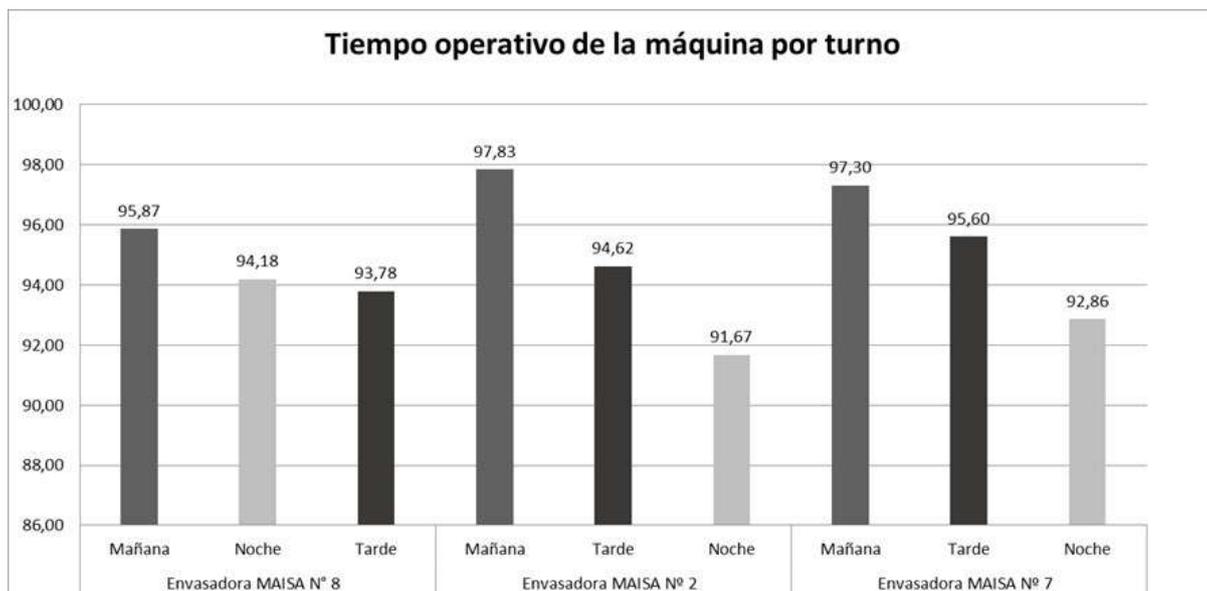


Figura 21: Tiempo operativo de la máquina envasadora por turno desde septiembre a diciembre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Esta situación es relevante ya que, como se menciona en el apartado de mantenimiento, el turno mañana cuenta con la presencia de dos técnicos, el de la tarde con uno y a la noche no hay técnicos, por lo que representa un importante motivo por el cual los tiempos no operativos de las máquinas sean mayores.

Ejemplo 6: Análisis del tiempo operativo.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.11.3 Indicador de Rendimiento de Granel

Análisis general

Las medidas o cursos de acción posibles a tomar en función de este indicador varían según el rango en el que se encuentre el valor.

Si este valor supera el 94% (valor objetivo obtenido de datos históricos por la empresa) los cursos de acción a tomar son:

- Dar un seguimiento y control de los indicadores mediante la realización de encuentros semanales de la gerencia para mantener la eficiencia por sobre el valor objetivo.
- Analizar si es factible realizar un cambio de la meta a alcanzar.

Si este valor es menor al 94% los cursos de acción a tomar son:

- Averiguar si hay problemas con la materia prima: realizar una consulta con el laboratorio de calidad para analizar las anomalías de la materia prima. Investigar las propiedades intensivas (densidad, volumen específico,

temperatura, elasticidad) de la materia prima y analizar si dichas propiedades influyen en su manipulación, generando un impacto en su desempeño.

- Indagar la metodología del operario. Es necesario, para conseguir un mejor aprovechamiento del granel, que la tolva de la máquina envasadora se encuentre lo más llena posible. Esto supone que el operario deba cargarla 30 minutos, aproximadamente.
- Estudiar los motivos de bajo rendimiento e identificar si se debe a descarte o a variaciones en el peso. Cada producto dispone de un peso específico que debe cumplir el saquito de té, dentro de un máximo y mínimo aceptable. Si el peso del saquito se encuentra por debajo del mínimo aceptable, se produce el descarte. En caso de excederse por encima del límite superior aceptable, se generan variaciones de peso que disminuyen el valor de este indicador. En caso que se deba a esta última situación, es necesario realizar una reunión con el área de calidad para determinar los límites aceptables de peso y en función de esto dictar la capacitación correspondiente.

Análisis particular

Por medio del Ejemplo 7, en la Figura 22 se puede observar un caso real, que muestra el rendimiento del granel durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2020. Para evitar exponer la identidad de los operarios, se encuentran codificados. Cabe destacar que no se realiza un análisis independizando el tipo de producto por operario ya que la totalidad de los trabajadores envasa todos los productos de manera regular.

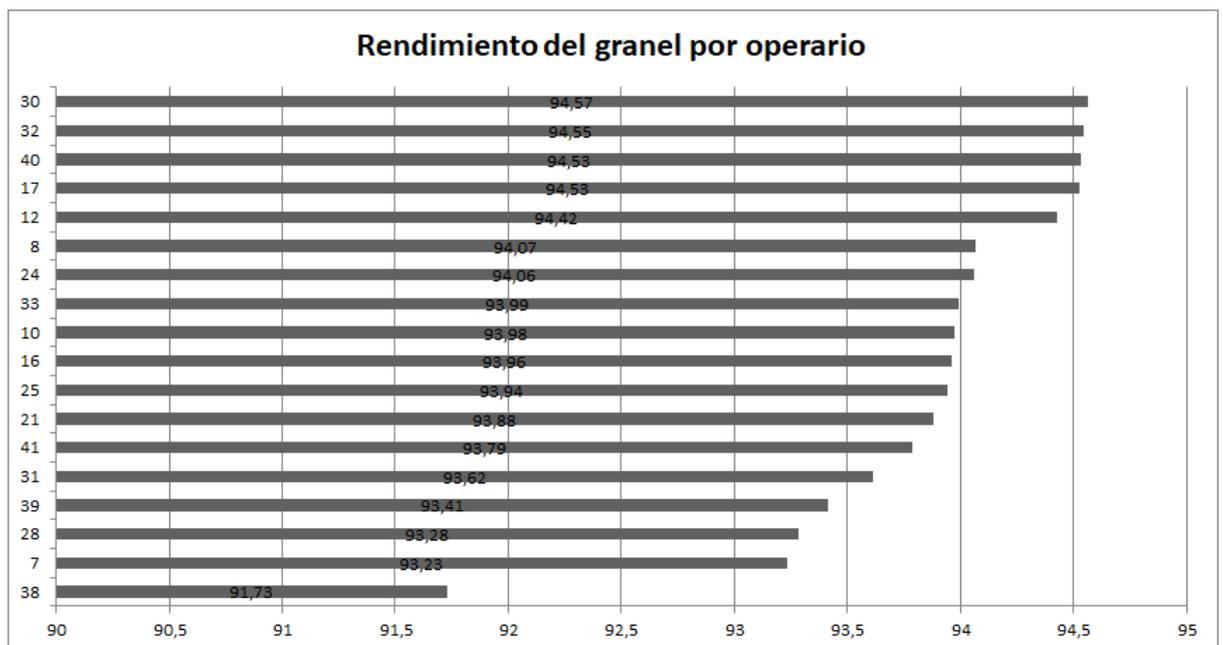


Figura 22: Rendimiento del Granel por operario desde octubre a diciembre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Al observar el último gráfico, es posible detectar que la amplitud entre el mayor valor de rendimiento y el menor es de 2.84%. Si bien este valor parecería que no es significativo, sí lo es ya que según datos que propicia la empresa, cada kilogramo de granel cuesta en promedio 5 US\$ (dólares). Por lo tanto, para un lote de granel modelo de 80 kilogramos, que es la medida que se usa con mayor frecuencia, un 2.8% supone una pérdida de 2.24 kilogramos de materia prima, lo que equivale a 11 dólares aproximadamente. Más aún, es necesario identificar la experticia y antigüedad de los operarios. En este caso se puede detectar que los valores de los operarios 38 y 28, observados al final de la tabla, corresponden a los operarios temporales. Como se mencionó anteriormente estos fueron contratados debido a la situación atípica de alza de demanda por pandemia, lo que sugiere un motivo del bajo rendimiento.

Ejemplo 7: Análisis del rendimiento del granel.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.11.4 Indicador de Eficiencia del Proceso

Análisis General

El valor de este indicador se evalúa según la máquina envasadora en cuestión y su desempeño a lo largo de una semana.

Al igual que en los indicadores antes mencionados, las medidas o cursos de acción posibles a tomar varían según el rango en el que se encuentre el valor del mismo.

Si el valor supera el 85% los cursos de acción a tomar son:

- Dar un seguimiento y control del indicador mediante la realización de encuentros semanales de la gerencia para mantener la eficiencia por sobre el valor objetivo.
- Analizar si es factible realizar un cambio de la meta a alcanzar.

Si el valor es menor al 85% (valor objetivo obtenido de datos históricos por la empresa) los cursos de acción a tomar son:

-Investigar cuál fue la causa del bajo rendimiento del proceso. Para eso, es necesario buscar en los tres indicadores restantes. Estos últimos brindan información específica sobre los recursos humanos, las máquinas envasadoras y la materia prima, en donde sí se puede identificar el motivo.

-Luego de encontrar el motivo, es necesario analizar el porqué de que el rendimiento del proceso no se mantuvo dentro de los rangos de especificación aceptables.

-Estudiar si el bajo rendimiento del proceso es recurrente. De ser así, se debe proponer estudios más profundos para encontrar una solución eficiente.

Análisis particular

Por medio del Ejemplo 8, en la Figura 23 se puede observar un caso real, que muestra la eficiencia del proceso durante la semana del 5 al 12 de octubre del año 2020 inclusive. Aquí se visualiza el comportamiento general del proceso agrupado por cada máquina envasadora, independientemente de los operarios y productos trabajados.

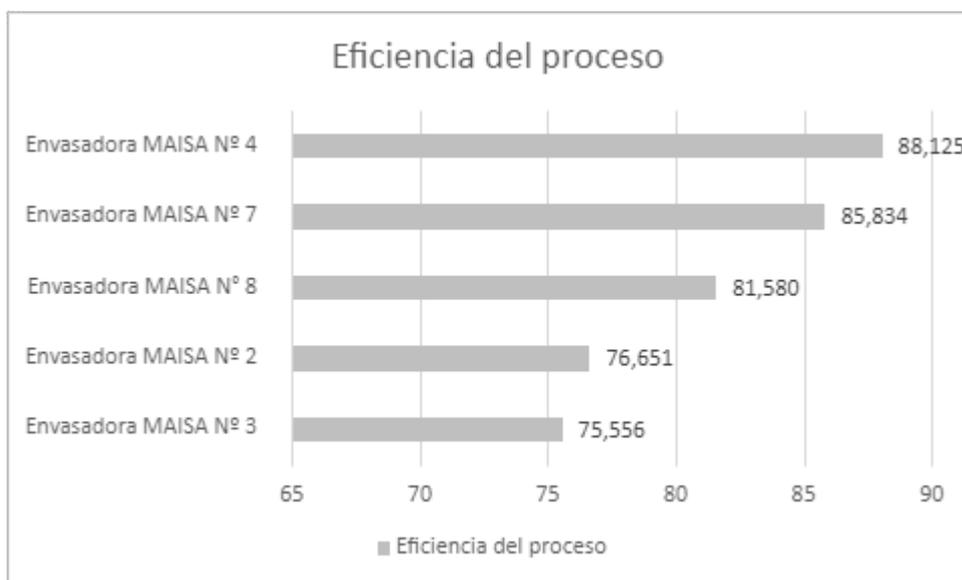


Figura 23: Eficiencia del proceso desde el 5 al 12 de octubre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Al observar la última Figura 23 se puede detectar que la menor eficiencia del proceso corresponde a la máquina envasadora número tres. Presentando un 75,556% de eficiencia, se encuentra por debajo del valor objetivo, que es 85%. Es por esto que se lleva a cabo un análisis de la situación. Se comienza por observar, en la Tabla 10 el indicador de tiempo operativo de la máquina.

Máquina envasadora	Tiempo operativo de la máquina envasadora
Envasadora MAISA Nº 2	92,16
Envasadora MAISA Nº 3	92,75
Envasadora MAISA Nº 8	94,35
Envasadora MAISA Nº 7	96,12
Envasadora MAISA Nº 4	100,00
Total general	94,31

Tabla 10: Indicador de tiempo operativo de la máquina desde el 5 al 12 de octubre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el tiempo operativo de la máquina envasadora 3 fue del 92,75%, el segundo menor de las cinco máquinas envasadoras utilizadas en esa semana, pero aún así por encima del valor objetivo de la eficiencia de la máquina (85%). La máquina envasadora presentó un muy buen desempeño, lo que demuestra que no sufrió de paradas técnicas graves en este período. Se evidencia que el bajo rendimiento del proceso no se

debe al aspecto técnico de la máquina envasadora, por lo que no es necesario comunicarse con el departamento de mantenimiento para indagar sobre fallas técnicas. Se continúa el análisis observando el indicador de eficiencia del operario para el período de tiempo en cuestión en la máquina envasadora 3, observando la Tabla 11.

Operario ID	Eficiencia del operario
25	81,46

Tabla 11: Indicador de eficiencia del operario desde el 5 al 12 de octubre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que solamente el operario 25 manipuló esta máquina envasadora en este período de tiempo. A su vez, su eficiencia fue por debajo del valor objetivo del 85%, por lo que él mismo pudo haber presentado tiempos improductivos correspondientes a su trabajo relacionados con tiempos de exceso de descanso, problemas en el arranque o puesta en marcha de la máquina o presencia de microparadas que tomaron tiempo en resolver. Ya detectada una de las causas del bajo rendimiento del proceso, se prosigue a indagar sobre el rendimiento del granel para la máquina envasadora 3, durante el período de tiempo en cuestión y bajo la manipulación de este operario, en la Tabla 12.

	Rendimiento del granel
Envasadora MAISA Nº 3	92,41
Operario 25	
Adelgafruta Manzana y Naranja SG x 20	92,41

Tabla 12: Indicador de eficiencia del operario desde el 5 al 12 de octubre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el rendimiento del granel del producto Adelgafruta manzana y naranja dio por debajo del valor objetivo, el cual es 94%. En este caso, ya visualizado una eficiencia del operario por debajo del objetivo se puede indagar sobre su metodología de operación para saber por qué no aprovecha el granel de la manera correcta. Además, se debe consultar con el laboratorio de calidad para ver si se presentaron anomalías en la materia prima.

Luego de analizar todos los indicadores de producción, se logró llegar a la conclusión que el bajo rendimiento del proceso asociado a la máquina envasadora tres se debió a aspectos relacionados a los recursos humanos y al granel, por lo que se pudo determinar cursos de acción a implementar.

Ejemplo 8: Análisis de la eficiencia del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.12 Análisis mediante tabla dinámica

Mediante la construcción de tablas dinámicas se logra crear un resumen del conjunto de datos, como así también un análisis más detallado gracias a la herramienta de filtrado según varios criterios de los diferentes datos. Los indicadores que se plantearon anteriormente están involucrados en esta sección.

A continuación, se plantea un análisis mediante tablas dinámicas de Excel para:

- Operarios:** para analizar a los operarios se creó y utilizó una Tabla dinámica como la de la Figura 24. Los filtros que se presentan para un rápido agrupamiento de la información son Fecha, Mes, Nombre del Artículo elaborado y Maisa (máquina empleada). Se eligen estos filtros para poder analizar la eficiencia promedio del operario distinguiendo la periodicidad (mes), para dar un seguimiento mensual y poder comparar las desviaciones. Asimismo, los filtros permiten identificar, en aquellos casos en que las eficiencias no sean óptimas, el producto envasado, la máquina empleada y el día en que se envasa para así poder llegar a las conclusiones adecuadas y tomar las medidas correspondientes. Al no tener todas las máquinas el mismo rendimiento, la distinción mediante el filtro permite que el dato no presente ningún sesgo más allá del operario. Las etiquetas de fila son los nombres de los operarios codificados en números. Como valores, se proponen el promedio de la eficiencia de los operarios y la suma de cantidad de lotes que realizó cada uno. Este último dato se utiliza para ver la confiabilidad del promedio de la eficiencia. Cuantos más lotes registre un operario, más confiable es el valor promedio de su eficiencia operativa.

Etiquetas de fila	Promedio de Eficiencia del operario	Cuenta de Código Lote
28	79,51	22,00
8	80,62	55,00
38	81,53	21,00
25	82,72	52,00
39	83,27	29,00
16	83,85	21,00
7	83,89	42,00
12	84,36	32,00
24	85,75	27,00
17	85,75	37,00
30	86,63	33,00
31	86,80	87,00
21	86,83	14,00
10	87,50	77,00
32	88,08	18,00
33	88,31	28,00
40	88,37	29,00
41	90,01	4,00
Total general	85,08	628,00

Figura 24: Análisis de operarios con Tablas Dinámicas desde el mes de septiembre a diciembre del año 2020.

Fuente: Elaboración propia.

- Máquinas envasadoras:** para analizar las máquinas envasadoras se propone una Tabla dinámica como la de la Figura 25. Los filtros que se presentan para un rápido agrupamiento de la información son Fecha y Mes. Estos permiten analizar la eficiencia promedio de la máquina de manera diaria y mensual, lo que resulta útil para llevar un seguimiento y poder comparar mes a mes o día a día los resultados y, en función de esto, tomar las medidas correspondientes. Las etiquetas de fila son los nombres de las máquinas que se denominan Envasadora MAISA (marca productora de la máquina) y el número correspondiente. Como valores a analizar, se proponen el promedio del tiempo operativo o la eficiencia de las máquinas, la suma de las paradas, en horas, de cada una y la suma de cantidad de lotes que realizó cada uno. Este último dato se utiliza para ver la confiabilidad del promedio de la eficiencia. Cuantos más lotes posea una máquina, más confiable es el valor promedio de su eficiencia.

Etiquetas de fila	Promedio de Eficiencia de la máquina (SP)	Cuenta de Código Lote
Envasadora MAISA Nº 8	94,66	175
Envasadora MAISA Nº 2	96,11	179
Envasadora MAISA Nº 3	98,53	15
Envasadora MAISA Nº 4	99,22	28
Envasadora MAISA Nº 5	98,35	22
Envasadora MAISA Nº 6	97,24	4
Envasadora MAISA Nº 7	96,48	205
Total general	96,11	628

Figura 25: Análisis de máquinas envasadoras con Tablas Dinámicas desde el mes de septiembre a diciembre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

- Granel:** para analizar el rendimiento del granel que se utiliza en el proceso de envasado se propone una Tabla dinámica como la de la Figura 26. Los filtros que se presentan para un rápido agrupamiento de la información son Fecha y Mes. Se eligen estos filtros para poder analizar el rendimiento del granel de manera diaria y mensual, lo que permite llevar un seguimiento y realizar comparaciones para tomar las acciones correspondientes. Las etiquetas de fila son los nombres de los operarios codificados en números, ya que el rendimiento del granel depende de la experticia y

eficiencia del operario. El operario debe ser capaz de regular las variaciones de peso que presenta la máquina de manera uniforme, sin desperdiciar granel, es decir envasando la cantidad de materia prima por saquito lo más exactamente posible de lo que indica el peso neto en la orden de producción. Como valores, se propone el promedio del rendimiento del granel.

Fecha	(Todas)
Mes	(Varios elementos)
Etiquetas de fila	Promedio de Rendimiento del granel
38	91,73
7	93,23
28	93,28
39	93,41
31	93,62
41	93,79
21	93,88
25	93,94
16	93,96
10	93,98
33	93,99
24	94,06
8	94,07
12	94,42
17	94,53
40	94,53
32	94,55
30	94,57
Total general	93,89

Figura 26: Análisis del granel con Tablas Dinámicas desde el mes de septiembre a diciembre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Proceso: para analizar el proceso de envasado se propone una Tabla dinámica como la de la Figura 27. El filtro que se presenta para un rápido agrupamiento de la información es el Mes y la Fecha. Estos permiten analizar la eficiencia promedio del proceso de manera tanto mensual como semanal, lo que resulta útil para llevar un seguimiento y poder comparar periodo a periodo los resultados y, en función de esto, tomar las medidas correspondientes. Las etiquetas de fila son los nombres de las máquinas con su número correspondiente. El objetivo es identificar qué máquina envasadora presenta la mayor o menor eficiencia del proceso para poder tomar las medidas correspondientes. Como valores a analizar, se proponen el promedio de la eficiencia del proceso, el promedio de golpes por minuto de la máquina correspondiente (para observar a qué velocidad está trabajando), el promedio de estuches por hora que se obtienen y la suma de cantidad de lotes que realizó cada máquina en cada turno (permite observar el nivel de utilización que presenta). Este último dato también se utiliza para ver la confiabilidad del promedio de la eficiencia del proceso. Cuantos más lotes registre, más confiable es el valor promedio de su eficiencia.

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

Mes	(Todas)			
Fecha	(Todas)			
	Promedio de Eficiencia del proceso	Promedio de Golpes	Promedio de Estuches/h (proceso)	Cuenta de Código Lote
Envasadora MAISA N° 8	79,87	124	298	175
Envasadora MAISA N° 2	80,94	123	299	179
Envasadora MAISA N° 3	83,25	121	303	15
Envasadora MAISA N° 4	86,61	124	322	28
Envasadora MAISA N° 5	83,60	124	312	22
Envasadora MAISA N° 6	84,80	123	312	4
Envasadora MAISA N° 7	83,32	127	318	205
Total general	81,84	125	306	628

Figura 27: Análisis del proceso por máquina con Tablas Dinámicas desde el mes de septiembre a diciembre del 2020.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Tablero de control

Para llevar a cabo un análisis de los resultados e indicadores obtenidos, se propone utilizar un sistema de información basado en planillas de Excel. Se busca generar una presentación que represente a los indicadores obtenidos en forma de semáforos, con la utilización de los colores verde, amarillo y rojo, para así lograr señalar los desvíos con respecto al valor objetivo. De esta forma se busca lograr un impacto visual en los niveles gerenciales, que se encargan de tomar decisiones a partir de esta información.

Las variables a considerar para la elaboración del tablero de control son:

- Valor objetivo: es definido por la gerencia como el valor mínimo que se debe alcanzar.
- Valor crítico: es el mínimo valor aceptable.

Analizando la situación real tomando como referencia estos dos valores, se obtienen tres posibles clasificaciones del indicador:

- Objetivo (verde): si el valor real coincide con el Valor objetivo o se encuentra por encima de este, esto indica que se cumple con las metas planificadas.
- Alerta (amarillo): si el valor real es mayor al Valor crítico y a su vez menor que el Valor objetivo, el sector no cumple con la meta planificada, por lo que se debe poner atención a ese indicador para llevar a cabo cursos de acción que disminuyan los desvíos presentados.
- Riesgo (rojo): si el valor real es menor al Valor Crítico, no se alcanza el valor mínimo aceptable, por lo que la situación es considerada peligrosa y con un foco de acción para mejorar.

El tablero de control también contiene el nombre del indicador, la fecha del envasado en que fueron tomados los datos, número de referencia de la orden de producción, nombre del artículo, nombre del operario y número de identificación de la máquina.

Según los datos recolectados, se realiza un tablero de control teniendo en cuenta los indicadores: eficiencia del operario, tiempo operativo de la máquina, rendimiento del granel y la eficiencia del proceso. En la Tabla 13 se puede observar los colores correspondientes a cada valor para cada indicador:

Tablero de Comando			
Eficiencia del Operario	Tiempo operativo de la máquina	Eficiencia del Proceso	Rendimiento del Granel
Mayor a 85%	Mayor a 85%	Mayor a 85%	Mayor a 94%
Entre 85% y 70%	Entre 85% y 70%	Entre 85% y 70%	Entre 94% y 92%
Menor a 70%	Menor a 70%	Menor a 70%	Menor a 92%

Tabla 13: Asignación de colores según el valor para cada indicador.

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores límites fueron determinados por la gerencia de producción, estableciendo como meta productiva los valores objetivos.

Seguidamente se muestra el Tablero de control realizado en Excel para una cantidad acotada de datos, a modo de ejemplo, en la Tabla 14.

Fecha	Referencia OP	Nombre Artículo	Operario	Maisa	Eficiencia del proceso	Eficiencia del operario	Eficiencia de la máquina (SP)	Rendimiento del granel
01.12.2020	120-30-6335	Matcha, Menta y Limon SG x 20	24	Envasadora MAISA Nº 2	75,18	75,18	100	95,26
01.12.2020	120-30-6451	Lima, Limón, Jengibre y Menta SG x 20	39	Envasadora MAISA Nº 7	85,33	85,33	100	93,96
01.12.2020	120-30-6452	Limon, Lima, Jengibre y Menta SG - Saquitos x 2	31	Envasadora MAISA Nº 7	93,19	93,19	100	95,88
01.12.2020	120-30-6452	Limon, Lima, Jengibre y Menta SG - Saquitos x 2	39	Envasadora MAISA Nº 7	87,5	87,5	100	95,88
01.12.2020	120-30-6403	Digest SG x 20	10	Envasadora MAISA Nº 8	92,39	92,39	100	93,89
01.12.2020	120-30-6336	Matcha, Menta y Limon SG x 20	24	Envasadora MAISA Nº 2	80,94	80,94	100	92,46

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

01.12.2020	120-30-6336	Matcha, Menta y Limon SG x 20	31	Envasadora MAISA Nº 2	75,88	75,88	100	92,46
01.12.2020	120-30-6466	Relax Tottus - Estuches x 20	31	Envasadora MAISA Nº 7	90,4	92,96	97,24	94,63
01.12.2020	120-30-6436	Tisana Laxante SG x 20	10	Envasadora MAISA Nº 8	78,95	85,2	92,67	94,02
02.12.2020	120-30-6468	Relax Tottus - Estuches x 20	10	Envasadora MAISA Nº 7	89,07	91,02	97,85	94,51
02.12.2020	120-30-6468	Relax Tottus - Estuches x 20	17	Envasadora MAISA Nº 7	77,92	77,92	100	94,51
02.12.2020	120-30-6479	Te Verde Cereza y Frambuesa Tottus - Estuches x 20	30	Envasadora MAISA Nº 2	92,15	92,15	100	95,74
02.12.2020	120-30-6479	Te Verde Cereza y Frambuesa Tottus - Estuches x 20	31	Envasadora MAISA Nº 2	79,67	84,65	94,12	95,74
02.12.2020	120-30-6336	Matcha, Menta y Limon SG x 20	30	Envasadora MAISA Nº 2	75,88	75,88	100	92,46
02.12.2020	120-30-6466	Relax Tottus - Estuches x 20	17	Envasadora MAISA Nº 7	87,53	87,53	100	94,63
02.12.2020	120-30-6503	Tisana Adelgazante SG x 20	38	Envasadora MAISA Nº 5	86,54	86,54	100	91,84
02.12.2020	120-30-6469	Tisana Anti- Stress SG x 20	10	Envasadora MAISA Nº 8	97,37	97,37	100	94,1
02.12.2020	120-30-6500	Invernal SG Estuches x 20	25	Envasadora MAISA Nº 8	75,6	75,6	100	88,67

02.12.2020	120-30-6510	Detox SG x 20	25	Envasadora MAISA N° 8	81,04	81,04	100	92,38
02.12.2020	120-30-6506	Rooibos Sabor Caramel y Avellanas SG x 20	31	Envasadora MAISA N° 2	86,57	97,6	88,7	92,5
03.12.2020	120-30-6494	Vital Tottus Estuches x 20	30	Envasadora MAISA N° 7	90,18	90,18	100	94,96

Tabla 14: Tablero de control.

Fuente: Elaboración propia.

Para una eficiente utilización del tablero de control es recomendable comenzar por la visualización de la eficiencia del proceso, ya que es un indicador global que representa la totalidad del proceso productivo. Una vez observado, si se presentan preguntas de por qué este indicador tomó tal valor, se prosigue el análisis observando los tres indicadores restantes. Estos últimos pueden servir de guía sobre qué aspecto del proceso significó un mayor problema y necesita ser corregido.

A su vez, a partir del análisis de datos, se presenta en la Figura 28, un complemento al tablero de control, en donde se reflejan mediante representaciones gráficas, los principales indicadores que intervienen en la consecución de los objetivos de la organización. En este esquema se reorganiza la información disponible mediante filtros y según ciertos criterios como: operario, número de máquina, mes, fecha, artículo, sobreenvoltura, entre otros.

Dashboard de Indicadores de Producción

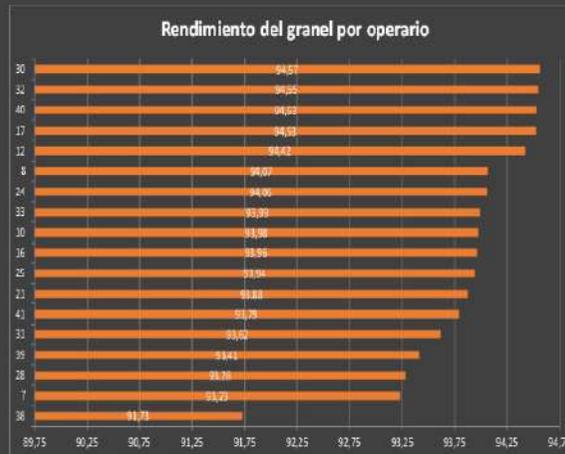
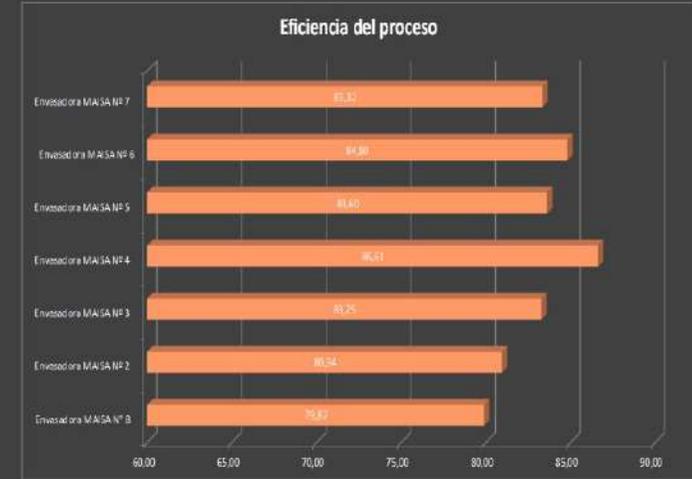
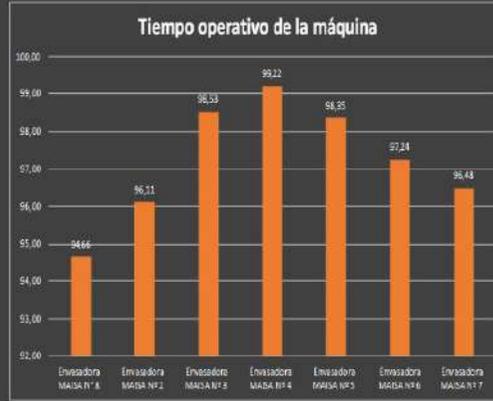
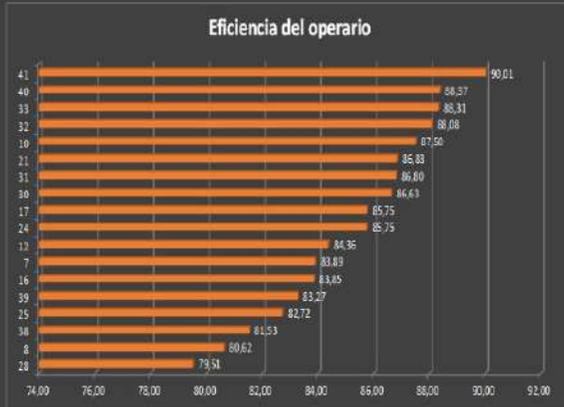


Figura 28: Complemento al Tablero de control.

Fuente: Elaboración propia.

La principal ventaja que presenta este complemento es que se actualiza a medida que se cargan nuevos datos. Los gráficos se encuentran conectados a las tablas de datos, por lo que inmediatamente después de ingresar a información este presenta los cambios a través de los gráficos, para que se puedan visualizar rápidamente y contar con información en tiempo real del proceso productivo.

5.3 Implementación de estación para la carga de datos

La obtención de datos es el factor clave para el análisis que se propone y la posterior toma de decisiones. Actualmente la organización realiza la recolección a través de las planillas de operarios y las órdenes de producción que, como se mencionó con anterioridad, son hojas de papel que se completan a mano por los operarios y que pasan a través de las distintas etapas del proceso productivo. Estos registros finalizan su recorrido, a lo largo del proceso productivo, en el área de administración de producción. Es aquí en donde el administrativo de producción realiza la carga de los datos recolectados en el Sistema G&B (órdenes de producción y planillas de los operarios) diariamente. Se determinó que el tiempo que destina el administrativo a esta tarea es de, aproximadamente, tres horas de su jornada laboral. Recién en el primer turno de trabajo del siguiente día laboral, la información de producción es cargada en el sistema. Este método de carga en algunas ocasiones genera confusiones o pérdida de información. Así mismo, requiere el doble registro de los datos, generando tiempos ineficientes. Por esta razón es que se propone reemplazar el registro manual de datos por la implementación de una estación de carga.

Para llevar a cabo la propuesta mencionada, la alternativa es la implementación de una estación de carga de datos a través de dispositivos de entrada de datos. Los operarios deben dirigirse hacia la estación al inicio de la jornada y cada vez que cambian de proceso o finalizan uno, por lo que el método supone la movilización de los operarios hacia la estación de carga. Los operarios deben ingresar, al inicio de la jornada, con su usuario y contraseña y deben ir completando los distintos datos que el sistema les requiera a medida que van desempeñando su trabajo a lo largo del día laboral. Cada vez que un operario finaliza la producción de un lote, debe dirigirse a la estación de carga para proporcionar la información necesaria al sistema. De esta manera, la carga se vuelve más eficiente, organizada, actualizada y elimina la tarea de carga de los datos por el administrativo de producción.

5.3.1 Selección de cantidad de estaciones

La determinación de la cantidad de estaciones de carga a implementar se basa en un análisis que tendrá en cuenta la distancia a recorrer por el operario, tiempo requerido, los costos y beneficios que presenta la propuesta y tiempo de recuperación de la inversión.

5.3.2 Datos generales utilizados para el análisis

- Costo dispositivo de entrada de datos: \$10.399
- Costo hora operario calificado: \$ 380,56
- Costo hora administrativo de producción: \$398,04
- Velocidad promedio de caminar de una persona: 5 km/h
- Se asume que cada operario produce como máximo 3 lotes en un día, por lo que se dirigirá a la estación de carga esa cantidad de veces.
- Se calculan los datos para 3 turnos de 7 operarios envasadores por día.
- El beneficio es la diferencia entre el costo diario del tiempo requerido por administrativo de producción para cargar la información al sistema y el costo diario del tiempo requerido por los operarios para desplazarse hacia la estación de carga.
- El tiempo en que el operario carga la información al Sistema G&B, en la estación de carga, no es tenido en cuenta ya que es el mismo tiempo que actualmente toma rellenar las OP y planilla de operario.

5.3.3 Alternativa 1

En esta alternativa se propone la implementación de una única estación de carga en el pasillo que comunica las dos salas de envasado. Como se puede observar en la Figura 29, el 31 hace referencia a la primera sala de envasado y el 27 junto al 28, hace referencia a la segunda sala. En este caso se requiere de la movilización por parte de los operarios desde las máquinas envasadoras hacia la estación de carga, por lo que conlleva una pérdida del tiempo destinado a la producción. En la Figura 29 se puede observar la disposición de las máquinas envasadoras (cuadrados azules), la estación de carga (círculo rojo) y el recorrido hacia las mismas (flechas verdes).

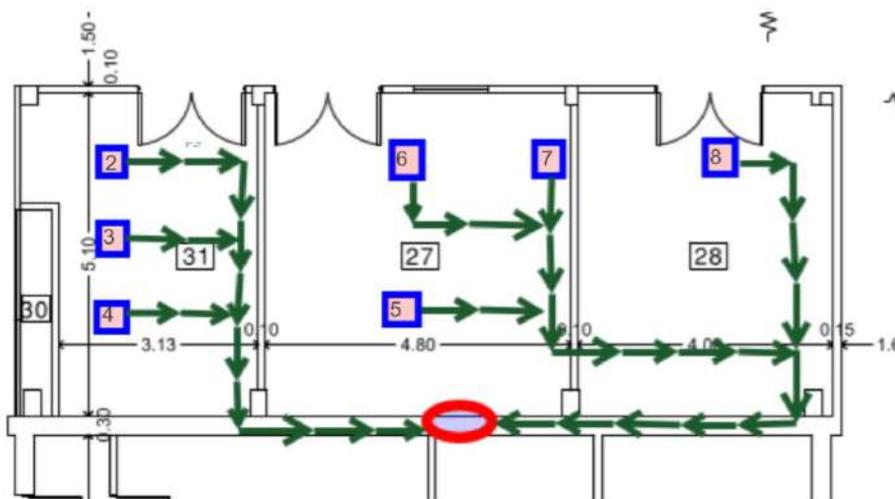


Figura 29: Diagrama de recorrido de la alternativa 1.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos extraídos de la Figura 29, se confecciona la Tabla 15. Los valores de la Tabla 15 están calculados por día laboral con tres turnos de trabajo.

Máquina envasadora	Distancia máquina-estación (m)	Distancia recorrida por operario (m)	Tiempo por operario (s)	Tiempo recorrido por operario por 3 turnos (min)	Costo operario (\$)	Costo dispositivo de entrada de datos (\$)
2	10,90	65,40	47,09	2,35	14,93	10.399,00
3	9,40	56,40	40,61	2,03	12,88	
4	7,90	47,40	34,13	1,71	10,82	
5	11,90	71,40	51,41	2,57	16,30	
6	13,90	83,40	60,05	3,00	19,04	
7	11,90	71,40	51,41	2,57	16,30	
8	8,60	51,60	37,15	1,86	11,78	
Total				16,09	102,07	10.399,00

Tabla 15: Datos de la alternativa 1.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15, se puede observar que el tiempo que le tomaría a los 7 operarios de envasado el recorrido hacia la estación de carga y la vuelta hacia la respectiva máquina envasadora, tres veces, durante una jornada laboral de tres turnos, es de 16,09 minutos en todo el día. A su vez, este tiempo significa un costo de \$102,07, teniendo en cuenta que el costo de operario calificado por hora, según el sindicato de trabajadores de industrias de la alimentación de la provincia de Buenos Aires en los meses entre agosto y octubre del 2021, es de \$380,56 y \$398,04 para el administrativo de producción. El administrativo de producción es el encargado de cargar en el sistema de datos, diariamente, todas las planillas completadas por los operarios (órdenes de producción y planillas de los operarios). Luego de un estudio de esta tarea, se obtuvo que tarda aproximadamente tres horas de su jornada laboral en completarla. A su vez, el costo del dispositivo de entrada de datos, es de \$10.399 (dato obtenido del sitio web de Mercado libre el 10 de septiembre de 2021). En la Tabla 16 se puede observar un resumen de los datos mencionados junto al cálculo del beneficio diario de la aplicación de esta propuesta y el tiempo de repago que tendrá esta inversión.

Costo administrativo de producción (\$)	1194,2
Costo operario (\$)	102,07
Beneficio (\$)	1092,05
Costo dispositivo de entrada de datos (\$)	10399,00
Tiempo de repago	9,52

(días)	
--------	--

Tabla 16: Resumen de la alternativa 1.

Fuente: Elaboración propia.

Se destaca de la Tabla 16 que el tiempo de repago será de aproximadamente 10 días. Más aún, mediante esta propuesta, solo 16,09 minutos al día se dedicarán al recorrido hacia la estación de carga de datos.

5.3.4 Alternativa 2

En esta alternativa se propone la implementación de una estación de carga por máquina envasadora, ubicada a su lado. En este caso no se requiere de la movilización por parte de los operarios desde las máquinas envasadoras hacia la estación de carga, por lo que no involucra pérdidas de tiempo. En la Figura 30 se puede observar la disposición de las máquinas envasadoras (cuadrados azules) y las estaciones de carga (círculos rojos).

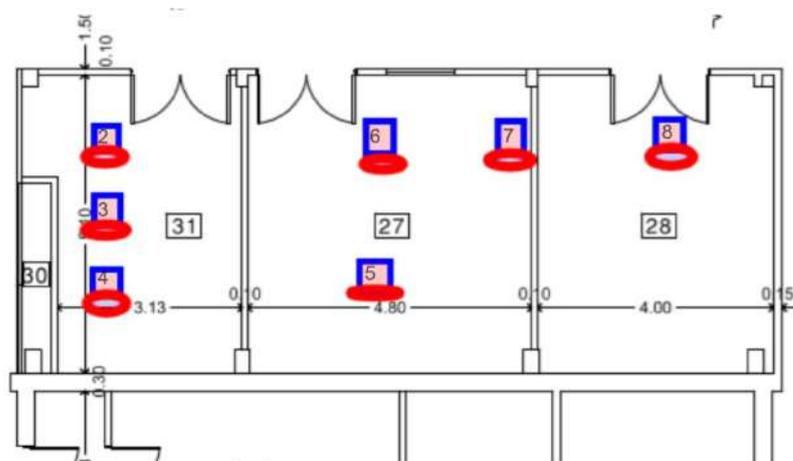


Figura 30: Plano de las máquinas envasadoras con las estaciones de carga.

Fuente: Elaboración propia.

Al tratarse de siete estaciones de carga, el costo de los siete dispositivos de entrada de datos, sería de \$72.793 (dato obtenido del sitio web de Mercado libre el 10 de septiembre de 2021). En este caso, el tiempo dedicado al recorrido hacia la estación de carga y la vuelta hacia la respectiva máquina envasadora durante la jornada laboral es nulo, por lo que el costo del operario dedicado a esta tarea también lo es. En la Tabla 17 se puede observar un resumen de los datos mencionados junto al cálculo del beneficio diario de la aplicación de esta propuesta y el tiempo de repago que tendrá esta inversión.

Costo administrativo de producción (\$)	1194,12
Costo operario (\$)	0,00
Beneficio (\$)	1194,12
Costo dispositivo de entrada de datos (\$)	72793,00
Tiempo de repago (días)	60,96

Tabla 17: Resumen de la alternativa 2.

Fuente: Elaboración propia

Se destaca de la Tabla 17 que el tiempo de repago será de aproximadamente 61 días. Más aún, mediante esta propuesta, se elimina la necesidad del recorrido hacia la estación de carga.

5.3.5 Alternativa 3

En esta alternativa se propone la implementación de una estación de carga por sala de envasado. En este caso se requiere de la movilización por parte de los operarios desde las máquinas envasadoras hacia la estación de carga pero no es necesario que estos abandonen la sala, por lo que la pérdida de tiempo es menor. En la Figura 31 se puede observar la disposición de las máquinas envasadoras (cuadrados azules), las estaciones de carga (círculos rojos) y el recorrido hacia las mismas (flechas negras).

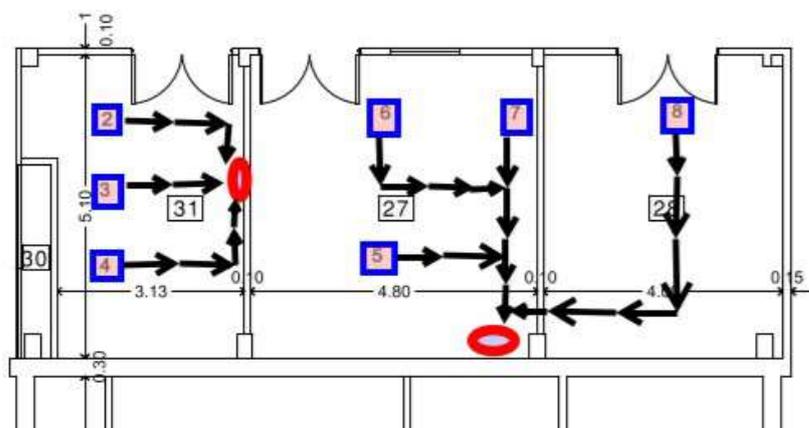


Figura 31: Diagrama de recorrido de la alternativa 3.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos extraídos de la Figura 31, se confecciona la Tabla 18. Los valores de la Tabla 18 están calculados por día laboral con tres turnos de trabajo.

Máquina envasadora	Distancia máquina-estación (m)	Distancia recorrida por operario (m)	Tiempo por operario (s)	Tiempo recorrido por operario por 3 turnos (min)	Costo operario (\$)	Costo dispositivo de entrada de datos (\$)
2	3,50	21,00	15,12	0,76	4,80	10.399,00
3	2,50	15,00	10,80	0,54	3,43	
4	3,50	21,00	15,12	0,76	4,80	
5	3,40	20,40	14,69	0,73	4,66	10.399,00
6	5,40	32,40	23,33	1,17	7,40	
7	4,00	24,00	17,28	0,86	5,48	
8	6,40	38,40	27,65	1,38	8,77	
Total				6,20	39,22	20.798,00

Tabla 18: Datos de la alternativa 3.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 18, se puede observar que el tiempo que le tomaría a los 7 operarios de envasado el recorrido hacia la estación de carga y la vuelta hacia la respectiva máquina envasadora, tres veces, durante una jornada laboral, de tres turnos es de 6,2 minutos en todo el día. A su vez, este tiempo significa un costo de \$39,32, teniendo en cuenta que el costo de los salarios de los operarios ya mencionados. A su vez, el costo de los dos dispositivos de entrada de datos, es de \$20.798 (dato obtenido de Mercado libre el 10 de septiembre de 2021). En la Tabla 19 se puede observar un resumen de los datos mencionados junto al cálculo del beneficio diario de la aplicación de esta propuesta y el tiempo de repago que tendrá esta inversión.

Costo administrativo de producción (\$)	1194,12
Costo operario (\$)	39,32
Beneficio (\$)	1154,80
Costo dispositivo de entrada de datos (\$)	20798,00
Tiempo de repago (días)	18,01

Tabla 19: Resumen de la alternativa 3.

Fuente: Elaboración propia.

Se destaca de la Tabla 19 que el tiempo de repago será de aproximadamente 19 días. Más aún, mediante esta propuesta, solo 6,2 minutos al día se dedicarán al recorrido hacia la estación de carga de datos.

5.3.6 Decisión entre las diferentes alternativas

Para seleccionar una de las tres posibles alternativas se utiliza el método de los factores ponderados. Primero se desarrolla una lista de los factores relevantes a considerar en la selección de una de las alternativas. Los factores son:

- Tiempo de repago: es importante que el dinero invertido sea recuperado en el menor tiempo posible. De esta manera la empresa verá más factible la implementación de esta propuesta y resultados en el corto plazo.
- Dinero a invertir: la cantidad de dinero que la empresa debe disponer es importante a la hora de tomar una decisión.
- Tiempo de recorrido de operarios: el tiempo de recorrido del operario desde la máquina envasadora hacia la estación de carga es un tiempo no operativo que se busca disminuir o eliminar.
- Beneficio: es el dinero que se ahorra por día por la implementación de una de las nuevas propuestas en relación con la situación inicial.

A continuación, se prosigue con la comparación de cada criterio con los restantes, se busca obtener un valor ponderado de cada uno con respecto a los demás. En las Tablas 20, 21 y 22 se observan la comparación de criterios.

	Tiempo de repago/ Dinero a invertir	Tiempo de repago/Tiempo de recorrido	Tiempo de repago/Beneficio
Tiempo de repago	7	5	6
Dinero a invertir	3		
Tiempo de recorrido		5	
Beneficio			4
Total	10	10	10

Tabla 20: Comparación criterio tiempo de repago.

Fuente: Elaboración propia.

	Dinero a invertir/ Tiempo recorrido	Dinero a invertir/Beneficio
Dinero a invertir	4	3
Tiempo de recorrido	6	
Beneficio		7
Total	10	10

Tabla 21: Comparación criterio dinero a invertir.

Fuente: Elaboración propia.

	Tiempo de recorrido/ Beneficio
Tiempo de recorrido	6
Beneficio	4
Total	10

Tabla 22: Comparación criterio tiempo de recorrido.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 23 se puede observar la matriz de ponderación de los criterios previamente comparados.

	Tiempo de repago/ Dinero a invertir	Tiempo de repago/ Tiempo de recorrido	Tiempo de repago/ Beneficio	Dinero a invertir/ Tiempo recorrido	Dinero a invertir/ Beneficio	Tiempo de recorrido/ Beneficio	Puntos	%
Tiempo de repago	7,00	5,00	6,00				18,00	30,00
Dinero a invertir	3,00			4,00	3,00		10,00	16,67
Tiempo de recorrido		5,00		6,00		6,00	17,00	28,33
Beneficio			4,00		7,00	4,00	15,00	25,00
Total	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	60,00	100,00

Tabla 23: Matriz de ponderación de criterios.

Fuente: Elaboración propia.

Luego, en la Tabla 24 se puede observar el método de selección de unas alternativas a través de la ponderación de importancia de los factores de decisión relevantes. Se le otorga una nota al desempeño de cada alternativa con respecto a cada criterio y luego se calcula su puntaje total.

Alternativas		Factores				Total
		Tiempo de repago	Dinero a invertir	Tiempo de recorrido	Beneficio	
		30,00	16,67	28,33	25,00	
Alternativa 1	Nota	10,00	9,00	1,00	5,00	6,03
	Puntaje	3,00	1,50	0,28	1,25	
Alternativa 2	Nota	1,00	2,00	10,00	9,00	5,72
	Puntaje	0,30	0,33	2,83	2,25	
Alternativa 3	Nota	7,00	7,00	8,00	8,00	7,53
	Puntaje	2,10	1,17	2,27	2,00	

Tabla 24: Método de factores ponderados.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la alternativa seleccionada, luego de la aplicación de esta herramienta de decisión, fue la alternativa tres, que consiste en la implementación de dos estaciones de carga, una en cada sala de envasado. Es la alternativa que mejor cumple con los factores seleccionados, en donde se logra un equilibrio entre las otras dos propuestas. De esta manera, la inversión tiene un valor razonable, el tiempo de repago de la misma es considerablemente bajo (19 días) y tan solo 6 minutos (2 por turno de trabajo) son dedicados por los operarios en el recorrido hacia la estación de carga.

5.3.7 Conclusión

Mediante la utilización de un medio digital, la carga de los datos es más sencilla y rápida. Asimismo, la información se encuentra organizada, visible y disponible siempre que se la necesite. Esto último es un factor fundamental, ya que de esta manera la gerencia puede tomar acciones en cualquier momento, como así también, en caso de presentarse situaciones de bajo rendimiento, detectarlas en el instante y corregirlas. Por un lado, un aspecto importante a destacar de esta propuesta es el ahorro de las tres horas diarias que destina el administrativo de producción a la carga de datos. De esta manera, al implementar las estaciones de carga, se liberan estas horas, permitiendo que el administrativo de producción destine este tiempo a otras tareas. Por otro lado, el corto tiempo de repago de la alternativa seleccionada es otro aspecto considerado ya que con 19 días se recupera la inversión.

VI. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se analizó la situación de la empresa con el objetivo de mejorar la gestión de la información de producción. Para la consecución de este objetivo, se presentaron propuestas de mejora técnicas con beneficios principalmente económicos.

Al comienzo del trabajo se realizó un estudio de la situación de la empresa para poder comprender como funciona su estructura. Mediante un estudio de tiempos, un diagrama de Pareto, un análisis causa-efecto y un proceso analítico de jerarquías se logró detectar que el principal causante de los tiempos improductivos del proceso de envasado es la dificultad del seguimiento del plan de mantenimiento.

Posteriormente, se formularon indicadores de producción y se detectó que los datos necesarios para la obtención de estos indicadores no eran adquiridos en el proceso de registro de datos, por lo que se planteó una nueva planilla de operarios.

Consecuentemente, se propuso la creación de un tablero de control que resumiera la totalidad de los indicadores formulados. Se logró generar una presentación que represente a los indicadores obtenidos en forma de semáforos, con la utilización de los colores verde, amarillo y rojo, para así lograr señalar los desvíos con respecto al valor objetivo. A su vez, se presentó un complemento al tablero de control, en donde se reflejan mediante representaciones gráficas, los principales indicadores que intervienen en la consecución de los objetivos de la organización.

Por último, se realizó un estudio de la posibilidad de la implementación de una o varias estaciones de carga. De esta manera se buscó reemplazar el registro manual de datos, ahorrar tiempos en este proceso y obtener datos en tiempo real. Después de un análisis de tres diferentes posibilidades, se decidió la implementación de dos estaciones de carga, una en cada sala de envasado. Es la alternativa que mejor cumplió con los factores críticos seleccionados en el método de decisión utilizado. Esta propuesta de mejora genera principalmente el ahorro de tres horas de trabajo diarias del administrativo de producción dando la posibilidad de que destine dichas horas a otras tareas.

A nivel personal, con la elaboración de este trabajo final se utilizaron herramientas de análisis crítico, habilidades y conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial. Se considera que el lazo entre el sector empresarial con la universidad es de vital importancia para que los estudiantes puedan conocer, visualizar y entender los conceptos aprendidos en el mundo real. De esta manera, los estudiantes pueden aprender cómo funciona el ámbito laboral y cómo trabajar como profesionales. A su vez, la organización se nutre de proyectos e ideas como la presente, donde se busca lograr una mejora en el desempeño de la organización, para lograr una mayor eficiencia.

vii. BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTO M. BALLVÉ (2000). *Tablero de control: organizando información para crear valor*. Macchi, Buenos Aires.
- ANDERSON D., SWEENEY D., WILLIAMS T. (2009), *Métodos cuantitativos para los negocios*. Novena edición, Cengage Learning. Capítulo 16. - Nicolao García J. I. (2019). Estimación del Nú.
- Apuntes de cátedra de J. REYES (2005), de la Universidad de Antofagasta.
- Apunte de cátedra "Productividad y costos" de Claudia Zarate (2017), de la Universidad Nacional de Mar del Plata.
- BERENSON LEVINE D, KREHBIEL T. (2001) "*Estadística para la administración*" Prentice-Hall, segunda edición.
- DONNA C. S. SUMMERS (2006). *Administración de la calidad*. Capítulo 9. Administración de procesos. Pearson, Prentice hall.
- DONNA C. S. SUMMERS (2006). *Administración de la calidad*. Capítulo 10. Herramientas y técnicas de administración de procesos. Pearson, Prentice hall.
- DR. C. VLADIMIR VEGA FALCÓN, MSC, DRA. BELKIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ (2016). *Empleo del método de Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) a un caso de gestión de alimentos en el adulto mayor*. Extraído el 3 de septiembre de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/331034890_Empleo_del_metodo_de_Proceso_Analitico_Jerarquico_PAJ_a_un_caso_de_gestion_de_alimentos_en_el_adulto_mayor_Use_of_the_Analytical_Hierarchy_Process_AHP_to_a_case_of_steps_of_foodstuff_in_the_older_adul
- F.E JARABO FRIEDRICH, F.J GARCÍA ÁLVAREZ (2020). Método de los factores ponderados. Extraído el 10 de septiembre de 2021, de: https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf
- FERNÁNDEZ HATRE, A. (2003). *Indicadores de gestión y cuadro de comando*. Instituto de desarrollo económico del Principado de Asturias.
- GEORGE KANAWATY (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. O. I. T. 4ta Edición. Editorial Limusa.
- IMA Maisa (2021). *Productos y servicios: Envasadoras*. Extraído el 8 de septiembre de 2021, de <http://imamaisa.com/productos/>
- JOSÉ MANUEL PARDO ÁLVAREZ (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. Capítulo 3. 1ª Edición. Editorial AENOR ediciones.

- LEE KRAJEWSK y LARRY RITZMAN (2000).” Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor”. Capítulo 3. Editorial Pearson Educación, 5ta edición.
- Microsoft Support (2021). *Tablas dinámicas*. Extraído el 8 de septiembre de 2021, de <https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-una-tabla-din%C3%A1mica-para-analizar-datos-de-una-hoja-de-c%C3%A1lculo-a9a84538-bfe9-40a9-a8e9-f99134456576>
- Ministerio de Agroindustria, 2017. *Perfil del Té*. Prof. LUIS A. DE BERNARDI. Extraído el 3 de septiembre de 2021, de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000061_Infusiones/010000_Perfil%20del%20T%C3%A9.pdf
- Sindicato de trabajadores de industrias de la alimentación de la provincia de Buenos Aires (2021). Planilla acuerdo salarial CCT 244/94 MAYO-2021 – ABRIL 2022. Extraído el de septiembre de 2021, de <http://stiapba.org.ar/sindicato/planilla-de-salarios-basicos/>
- Subsecretaría de Alimentos y Bebidas (2006). *Té*. Ing. Agr. PATRICIA A. PARRA. Parra. Extraído el 2 de septiembre de 2021, de <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=418>
- WALTER ABRIGO (2014). *Mejora de procesos en la producción de rollos de alfalfa en los sistemas lecheros argentinos*. Trabajo final de aplicación. Facultad de ciencias económicas. Universidad Nacional de Córdoba, 85p.
- WALTER A. SHEWHART (2012). *Statistical Method from The Viewpoint of Quality Control*. Dover publications.

VIII. ANEXOS

8.1 Anexo 1

En la Tabla 25 se puede observar el registro de toma de tiempos del proceso de envasado, durante el mes de septiembre del 2020. El inicio del registro de datos fue el día 9 de septiembre del 2020. Cabe aclarar que los casos en que el tiempo de arranque es igual a cero se debe a que corresponde al cambio de operario en una máquina que ya estaba en funcionamiento.

Medición	Fecha	Referencia OP	Operario	Tiempo productivo (min)	Exceso de descanso (min)	Microparadas (min)	Arranque (min)	Reposición de insumos (min)	Parada técnica (min)	Tiempo improductivo (min)	Máquina envasadora
1	09.09.2020	120-30-4471	33	97,67	0	17	0	0	35	52	Envasadora MAISA Nº 7
2	09.09.2020	120-30-4454	28	171,01	5	39	10	5	20	79	Envasadora MAISA Nº 7
3	09.09.2020	120-30-4460	24	344,44	5	30	10	10	20	75	Envasadora MAISA Nº 2
4	09.09.2020	120-30-4470	24	48,84	0	11	0	0	0	11	Envasadora MAISA Nº 7
5	09.09.2020	120-30-4470	33	295,66	0	14	0	0	5	19	Envasadora MAISA Nº 7
6	09.09.2020	120-30-4470	28	146,51	0	8	0	0	0	8	Envasadora MAISA Nº 7
7	10.09.2020	120-30-4482	24	412,71	0	7	0	0	60	67	Envasadora MAISA Nº 8
8	10.09.2020	120-30-4523	16	76,56	0	18	0	0	0	18	Envasadora MAISA Nº 7
9	10.09.2020	120-30-4471	7	62,95	0	12	0	0	0	12	Envasadora MAISA Nº 7
10	11.09.2020	120-30-4525	31	221,25	0	19	0	0	30	49	Envasadora MAISA Nº 7
11	11.09.2020	120-30-4521	12	39,84	0	5	0	0	0	5	Envasadora MAISA Nº 7
12	11.09.2020	120-30-4521	31	87,5	0	13	0	0	0	13	Envasadora MAISA Nº 7
13	12.09.2020	120-30-4545	7	11,11	0	9	0	0	0	9	Envasadora MAISA Nº 2
14	12.09.2020	120-30-4538	7	95,87	0	4	5	0	15	24	Envasadora MAISA Nº 2
15	12.09.2020	120-30-4480	12	26,4	0	4	0	0	0	4	Envasadora MAISA Nº 7
16	12.09.2020	120-30-4544	33	94,57	0	6	0	0	0	6	Envasadora MAISA Nº 7

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

17	12.09.2020	120-30-4515	12	77,58	0	7	0	0	20	27	Envasadora MAISA Nº 8
18	14.09.2020	120-30-4571	7	41,58	0	13	10	0	0	23	Envasadora MAISA Nº 8
19	14.09.2020	120-30-4515	7	63,61	0	7	5	0	5	16	Envasadora MAISA Nº 8
20	14.09.2020	120-30-4548	31	384,77	0	10	10	0	60	80	Envasadora MAISA Nº 4
21	14.09.2020	120-30-4572	17	142,19	0	8	0	0	0	8	Envasadora MAISA Nº 7
22	15.09.2020	120-30-4640	10	168,75	0	1	0	0	10	11	Envasadora MAISA Nº 2
23	15.09.2020	120-30-4588	7	59,69	0	0	0	0	0	0	Envasadora MAISA Nº 7
24	16.09.2020	120-30-4645	28	47,81	0	12	15	0	0	27	Envasadora MAISA Nº 7
25	16.09.2020	120-30-4640	33	30,71	0	9	0	0	15	24	Envasadora MAISA Nº 2
26	16.09.2020	120-30-4663	25	22,4	0	2	0	0	10	12	Envasadora MAISA Nº 2
27	16.09.2020	120-30-4617	39	191,75	21	28	0	16	28	93	Envasadora MAISA Nº 8
28	16.09.2020	120-30-4611	39	57,67	0	0	15	4	9	28	Envasadora MAISA Nº 8
29	16.09.2020	120-30-4660	39	50,81	0	5	0	5	7	17	Envasadora MAISA Nº 8
30	16.09.2020	120-30-4633	16	8,16	0	2	0	0	0	2	Envasadora MAISA Nº 8
31	16.09.2020	120-30-4628	8	123,31	5	18	15	8	0	46	Envasadora MAISA Nº 2
32	16.09.2020	120-30-4629	8	99,21	0	12	19	0	0	31	Envasadora MAISA Nº 2
33	16.09.2020	120-30-4641	8	66,14	0	19	0	0	0	19	Envasadora MAISA Nº 2
34	16.09.2020	120-30-4645	25	98,44	0	11	0	0	10	22	Envasadora MAISA Nº 7
35	16.09.2020	120-30-4645	30	56,09	0	4	0	0	0	4	Envasadora MAISA Nº 7
36	17.09.2020	120-30-4606	21	67,2	2	0	0	0	25	27	Envasadora MAISA Nº 8
37	17.09.2020	120-30-4664	21	129,44	2	10	18	0	11	41	Envasadora MAISA Nº 8
38	17.09.2020	120-30-4696	25	217,76	0	17	0	0	10	27	Envasadora MAISA Nº 8
39	17.09.2020	120-30-4715	7	112	0	8	0	0	0	8	Envasadora MAISA Nº 7
40	17.09.2020	120-30-4645	33	84,53	0	1	0	0	0	1	Envasadora MAISA Nº 7
41	18.09.2020	120-30-4723	7	32,48	0	13	5	0	5	23	Envasadora MAISA Nº 8

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

42	18.09.2020	120-30-4696	33	212,13	0	18	0	0	10	28	Envasadora MAISA Nº 8
43	18.09.2020	120-30-4602	31	39,68	0	5	5	0	0	10	Envasadora MAISA Nº 2
44	18.09.2020	120-30-4715	30	171,32	0	19	5	0	20	44	Envasadora MAISA Nº 7
45	18.09.2020	120-30-4741	25	164,06	0	11	0	0	25	36	Envasadora MAISA Nº 7
46	19.09.2020	120-30-4749	32	112	0	13	0	0	0	13	Envasadora MAISA Nº 8
47	19.09.2020	120-30-4695	32	109,76	0	10	0	0	0	10	Envasadora MAISA Nº 8
48	19.09.2020	120-30-4750	24	200,78	0	4	10	0	0	14	Envasadora MAISA Nº 7
49	22.09.2020	120-30-4749	7	106,5	5	29	0	4	10	48	Envasadora MAISA Nº 8
50	22.09.2020	120-30-4756	7	201,73	0	0	13	3	16	32	Envasadora MAISA Nº 8
51	22.09.2020	120-30-4762	31	338,71	5	33	0	16	27	81	Envasadora MAISA Nº 2
52	23.09.2020	120-30-4800	31	204,03	2	55	14	0	0	71	Envasadora MAISA Nº 5
53	23.09.2020	120-30-4794	24	76,12	0	4	5	0	20	29	Envasadora MAISA Nº 7
54	23.09.2020	120-30-4799	31	64,19	0	6	0	0	0	6	Envasadora MAISA Nº 5
55	23.09.2020	120-30-4816	10	399,22	8	0	11	2	30	51	Envasadora MAISA Nº 7
56	24.09.2020	120-30-4816	40	175	8	6	11	2	68	95	Envasadora MAISA Nº 7
57	24.09.2020	120-30-4832	8	224	6	22	0	25	28	81	Envasadora MAISA Nº 2
58	25.09.2020	120-30-4911	16	25,38	3	0	3	0	48	54	Envasadora MAISA Nº 8
59	25.09.2020	120-30-4860	39	47,91	0	4	8	5	4	21	Envasadora MAISA Nº 8
60	25.09.2020	120-30-4879	39	183,93	15	8	12	14	16	65	Envasadora MAISA Nº 8
61	25.09.2020	120-30-4905	16	226,15	11	22	12	15	29	89	Envasadora MAISA Nº 8
62	28.09.2020	120-30-4934	8	89,6	0	13	20	3	17	53	Envasadora MAISA Nº 2
63	28.09.2020	120-30-4881	8	145,6	2	5	15	8	5	35	Envasadora MAISA Nº 2
64	28.09.2020	120-30-4880	24	157,23	0	8	15	0	15	38	Envasadora MAISA Nº 7

Mejora del sistema de adquisición y análisis de datos para el proceso productivo de infusiones

65	29.09.2020	120-30-4934	31	78,71	0	17	5	0	0	22	Envasadora MAISA Nº 2
66	29.09.2020	120-30-4912	17	34,33	0	0	10	0	5	15	Envasadora MAISA Nº 8
67	29.09.2020	120-30-4914	17	268,8	8	6	3	16	46	79	Envasadora MAISA Nº 8
68	29.09.2020	120-30-4915	40	147,81	0	17	0	0	0	17	Envasadora MAISA Nº 7
69	30.09.2020	120-30-4980	25	150	0	5	0	0	99	104	Envasadora MAISA Nº 2
70	30.09.2020	120-30-4980	30	311,11	7	31	0	10	79	127	Envasadora MAISA Nº 2
71	30.09.2020	120-30-5003	7	102,72	10	11	12	6	73	112	Envasadora MAISA Nº 8
72	30.09.2020	120-30-4971	16	72,03		8	0		0	8	Envasadora MAISA Nº 7
73	30.09.2020	120-30-4997	33	140		5	0		0	5	Envasadora MAISA Nº 7

Tabla 25: Tabla de estudio de tiempos.

Fuente: Elaboración propia.