



POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

RPC-SO-30-NO.506-2019

OPCIÓN DE TITULACIÓN:
PROPUESTAS METODOLÓGICAS Y
TECNOLÓGICAS AVANZADAS

TEMA:
INDICADORES DE
PRODUCTIVIDAD PARA LA MEJORA
DE LA CALIDAD EN EL ÁREA DE
EMPAQUE DE NUTRICIÓN ANIMAL
DE UNA EMPRESA DE
BALANCEADOS UBICADA EN EL
CANTÓN DURÁN.

AUTOR:
JOSÉ IVÁN ZÁJIA FÉLIX

DIRECTOR:
TANIA CATALINA ROJAS PÁRRAGA

GUAYAQUIL – ECUADOR
2023



Autor(es):



José Iván Zájia Félix
Licenciado en Sistemas de Información
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.
jose.zajia89@gmail.com

Dirigido por:



Tania Catalina Rojas Párraga
Ingeniera Industrial
Magister en Gestión de la Productividad y Calidad
trojas@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

ZAJIA FELIX JOSE IVAN

“Indicadores de productividad para la mejora de la calidad en el área de empaque de nutrición animal de una empresa de balanceados ubicada en el cantón Durán”

DEDICATORIA

Principalmente a Dios que me ha dado salud y sabiduría para poder conseguir mis metas y anhelos.

A mi esposa que ha sido mi pilar y mi inspiración para seguir adelante en todos los proyectos que me propongo.

A mi madre y abuela que me brindan todo su cariño y apoyo incondicional y me han mostrado el camino del bien.

A mis hermanos que me consideran un ejemplo de superación y constancia, que trabajando y esforzándose se pueden cumplir los sueños.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo y sincero agradecimiento a mi familia, que siempre me han brindado su apoyo, sus consejos y su cariño.

A las autoridades y maestros de la Universidad Politécnica Salesiana por compartir sus conocimientos y ayudarme a crecer en este mundo competitivo.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a la Ing. Tania Rojas, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Índice

Resumen	11
Abstract.....	13
1. Introducción.....	15
2. Determinación del Problema.....	16
2.1. Objetivo general.....	19
2.2. Objetivos específicos	19
3. Marco teórico referencial.....	22
3.1 Producción	22
3.2 Productividad	23
3.3 Eficiencia y eficacia	25
3.4 Actores del proceso productivo de alimentos balanceados.....	28
3.4.1 Coordinador de Producción.....	28
3.4.2 Auxiliar de Producción.....	28
3.4.3 Operador Especial.....	29
3.4.4 Operador de Producción	29
3.5 Indicadores de Productividad	30
3.5.1 Características y Cualidades de los indicadores	30
3.5.2 Overall Equipment Effectiveness.....	34
3.5.3 TPM (Total Productive Maintenance)	37
3.5.4 Lean manufacturing.....	40
4. Materiales y metodología.....	44
4.1 Procesos de la Planta de Producción de alimentos balanceados.....	44
4.2 Análisis de la situación actual	57
4.3 Interpretación de Variables del Proceso.....	60
4.4 Evaluación y análisis de indicador propuesto para el área de empaquetado. 63	
4.5 Diseño del Indicador OEE.....	64
5. Resultados y discusión.....	66

6. Conclusiones.....	78
6.1 Recomendaciones.....	80
Referencias	82

Índice de Figuras

Figura 1_ Fallas y deficiencias de líneas de envasado	27
Figura 2_ Fórmula para el cálculo del OEE	36
Figura 3_ Interpretación del OEE.....	37
Figura 4_ Los 8 pilares del TPM.	38
Figura 5_ Objetivos de Lean Manufacturing.	41
Figura 6_ Lead Time en la cadena de suministros.....	43
Figura 7_ Diagrama de procesos Molienda de Materia Prima.....	46
Figura 8_ Diagrama de Procesos Mezcla	48
Figura 9_ Diagrama de Proceso de peletizado.	50
Figura 10_ Diagrama de proceso de extruido.	52
Figura 11_ Diagrama de proceso de empacado.	54
Figura 12_ Formulario de preguntas para la entrevista.	58
Figura 13_ Mapa de Procesos de la Compañía en estudio.	59
Figura 14_ Diagrama SIPOC de la Compañía en estudio.	59
Figura 15_ Definición de los problemas del proceso e identificación de desperdicios. ..	61
Figura 16_ Plantilla ingreso de datos para cálculo del OEE.....	63
Figura 17_ Resultado del OEE Turno 1.	71
Figura 18_ Resultado del OEE Turno 2.	71
Figura 19_ Causas de los desperdicios.	72
Figura 20_ Cálculo simple del OEE del primer día de estudio.....	73
Figura 21_ Resultado del OEE acumulado luego de los 10 primeros días de análisis.....	75
Figura 22_ Resultado del OEE acumulado luego de los últimos días de análisis.	77

Índice de Tablas

Tabla 1_Empresas y empleados dedicados a la fabricación de alimentos balanceados	17
Tabla 2_Diferencias entre eficiencia y eficacia.....	26
Tabla 3_Clasificación de los costos de calidad	33
Tabla 4_Origen y evolución de los principios Lean.	40
Tabla 5_Producto procesado en toneladas por máquina año 2022.	56
Tabla 6_Absentismo en área de empaçado los fines de semana.....	62
Tabla 7_Producto procesado en toneladas por máquina.	65
Tabla 8_Actividades y tiempos proceso de molienda.	67
Tabla 9_Actividades y tiempos proceso de mezcla.	68
Tabla 10_Actividades y tiempos proceso de extruido.....	69
Tabla 11_Actividades y tiempos proceso de peletizado.	69
Tabla 12_Actividades y tiempos proceso de empaquetado.	70

Índice de Gráficos

Gráfico 1_ Ventas (millones USD) alimentos para mascotas enero-junio de cada año... 18
Gráfico 2_ Tendencias de resultados diarios calidad, disponibilidad, eficiencia y OEE. .. 74
Gráfico 3_ Tendencias de resultados diarios en los últimos días de estudio..... 76

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD PARA
LA MEJORA DE LA CALIDAD EN EL ÁREA DE
EMPAQUE DE NUTRICIÓN ANIMAL DE UNA
EMPRESA DE BALANCEADOS UBICADA EN
EL CANTÓN DURÁN

AUTOR:

JOSÉ IVÁN ZÁJIA FÉLIX

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar los indicadores de productividad para la mejora de calidad del área de empaque de alimentos balanceados de una empresa ubicada en el cantón Durán, lo cual permitirá monitorear y llevar un control sobre los diferentes procesos productivos, de la misma manera servirá como base de datos que permitirá obtener información que sirva de ayuda en la toma de decisiones; para ello se empleó una metodología que consistió en identificar los puntos críticos de control, documentación de las operaciones e identificación de los indicadores necesarios para el área.

Estandarizar los procesos y tener indicadores de productividad se convierten en herramientas esenciales para la compañía porque ayudan a realizar seguimiento de las actividades, medir y monitorear los procesos del centro de operaciones. Por eso es necesario definir los estándares en el proceso de producción, se pueden emplear diagramas de flujo de proceso, hojas de fabricación, instructivos, procedimientos, check list, etc. En estos medios de almacenamiento de datos se encuentra de manera detallada la información de la elaboración de productos del área en estudio, facilitando la medición y evaluación de los procesos productivos.

Estandarizar los procesos posibilitan la creación de indicadores de productividad asociados al proceso de empaquetado de alimentos balanceados y el tiempo que toma empaquetar cada producto por presentación, esto con el fin de instar un punto de comparación para determinar la productividad del área de envasado.

Una vez identificados los indicadores idóneos para el área de empaquetado, elaborará un Software en Excel que permita el ingreso de datos de manera continua sobre el comportamiento de los equipos, tiempos de operación, unidades empaquetadas, dando al área de empaquetado datos que se puedan cuantificar sobre los indicadores determinados. Dicha información ayudará al análisis de los equipos

revelando las causas que influyen en los indicadores, información que permita toma de decisiones para mejorar el proceso, y las metas a cumplir.

Palabras clave:

Indicadores, Productividad, Empacado, Información, Balanceados, Calidad.

ABSTRACT

The present work was carried out with the purpose of determining the productivity indicators for improving the quality of the balanced food packaging area of a company located in the Durán canton, which will allow monitoring and keeping control over the different production processes, In the same way, it will serve as a database that will allow obtaining information to help in decision making; For this, a methodology was used that consisted of identifying critical control points, documentation of operations and identification of the necessary indicators for the area.

Standardizing processes and having productivity indicators become essential tools for the company because they help track activities, measure and monitor operations center processes. That is why it is necessary to define standards in the production process; process flow diagrams, manufacturing sheets, instructions, procedures, check lists, etc. can be used. In these data storage media, detailed information on the production of products in the area under study is found, facilitating the measurement and evaluation of production processes.

Standardizing processes makes it possible to create productivity indicators associated with the balanced food packaging process and the time it takes to pack each product per presentation, in order to establish a point of comparison to determine the productivity of the packaging area.

Once the ideal indicators for the packaging area have been identified, an Excel software will be developed that allows the continuous entry of data on the behavior of the equipment, operating times, and packed units, giving the packaging area data that can be quantified. on the determined indicators. This information will help the analysis of the teams, revealing the causes that influence the indicators, information that allows decision making to improve the process, and the goals to be met.

Keywords:

Indicators, Productivity, Packaging, Information, Balanced, Quality.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se busca establecer indicadores de productividad para la mejora de la calidad en el área de empaque, los cuales permitirán a los altos mandos y a las áreas de apoyo medir los procesos desde distintos puntos de vista, al mismo tiempo que permiten determinar problemáticas de los procesos.

La función de los indicadores de productividad dentro de las empresas básicamente es otorgar información sobre el comportamiento de los equipos de los distintos procesos, esto va de la mano de un análisis de los datos recopilados. Básicamente existen dos razones para no poseer indicadores, la primera es el poco tiempo de funcionamiento de la compañía y la segunda la no recopilación de datos. A medida que se van recopilando datos, estos se transforman en información que permite evaluar el comportamiento de los procesos.

Poseer una estandarización de los procesos productivos se ha convertido en un objetivo a alcanzar por muchas empresas del sector industrial en el Ecuador, entre varios motivos se encuentran las exigencias impuestas por el mercado globalizado que muestra una nueva visión del mundo, más aún para las empresas que se encuentran en proceso de desarrollo.

No solo se trata de un análisis ingenieril, este estudio en la manera de lo posible trata de que la empresa en el área de empaquetado excluya varios paradigmas y acoja una nueva naturaleza en la cual el uso de información se convierta en su soporte en todos los niveles.

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo los indicadores pueden ayudar a la gestión de los procesos para mejorar la productividad, calidad y la toma de decisiones en el área de empaquetado de una planta de alimentos balanceados para mascotas?

A medida que avanza la medicina veterinaria y la nutrición animal, además de un estilo de vida mejor, han logrado que en las dos últimas décadas aumente la esperanza de vida de las mascotas, en especial de los perros y gatos. Está comprobado que una nutrición balanceada logra mitigar, retardar la aparición, volver más lentas e incluso advertir las patologías asociadas al envejecimiento, optimizando la calidad de vida de las mascotas que ingresan a una edad avanzada (Biourge & Elliott, 2014).

El proceso productivo se refiere a transformar materias primas que, al combinarse, transformarse y empacarse resultan un producto terminado, estas al pasar por las cadenas de comercialización y ser adquiridas para el consumo del cliente final; la cadena productiva se vuelve el motor y la razón de ser de cada una de las empresas dedicadas al ámbito industrial, debido a esto, existe la relevancia de contar con herramientas y métodos que faciliten medir y cuantificar la eficiencia y eficacia de los procedimientos ejecutados en el área de empaque de una empresa de alimentos balanceados ubicada en el cantón Durán.

La no existencia de una metodología de indicadores dedicados a determinar la productividad en el proceso de empaquetado de una planta de alimentos balanceados ubicada en el cantón Durán, genera: incertidumbre, reprocesos, averías en los equipos, alta rotación de puestos de trabajo, desperdicio de recursos, discrepancia entre áreas, entre otros.

Además, genera demora en la provisión del producto terminado, insuficiencias de materia prima e incumplimiento del plan de producción y al final, el incumplimiento

de logros y metas de producción planteadas dando como consecuencia bajo rendimiento y poco aprovechamiento de los recursos (Lasluisa, 2015).

“Conocer un proceso no es hacer un estudio ‘alguna vez’. sino que se trata de una actitud permanente de observación y estudio para aprehenderlas tendencias del proceso, sus condiciones, potencialidades, limitaciones y sus causas” (Rodriguez & Gomez, 1991).

En el año 2011 la consultora Ipsa Group realizó un estudio en el que indicaba que al menos 4 de cada 10 hogares ecuatorianos compraba alimentos para mascotas. Únicamente en Quito y Guayaquil, determinaron que al menos 400 mil hogares compraron estos alimentos en el plazo entre enero y junio de ese año (El Universo.com, 2011).

En el periodo del año 2020, del total de empresas que declararon sus balances a la Superintendencia de Compañías, aproximadamente 93 se dedicaban a la producción de alimentos balanceados para animales de compañía, del universo de empresas mayormente se distribuyen en Guayas (40%) y Pichincha (29%).

Estas empresas aportan 4067 plazas de trabajo, de las cuales el 86% correspondió a las grandes empresas como se puede observar en la Tabla 1 cuyos datos fueron obtenidos de la Corporación Financiera Nacional en el año 2020.

Tabla 1

Empresas y empleados dedicados a la fabricación de alimentos balanceados

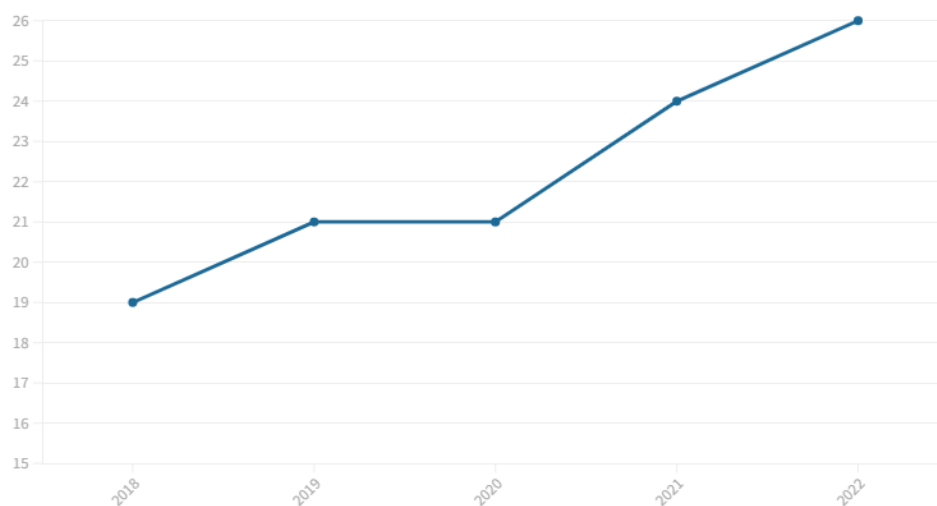
Elaboración de alimentos balanceados para animales	# Empresas 2020	# Empleados 2020
Grande	21	3493
Mediana	13	252
Pequeña	24	166
Microempresa	35	156
Total General	93	4067

Nota: Información obtenida de la Corporación Financiera Nacional (CFN, 2021).

La venta de alimentos para mascotas ha crecido exponencialmente con el pasar de los años, el Gráfico 1 muestra el crecimiento en ventas en los primeros semestres de cada año reflejados en millones de dólares.

Gráfico 1

Ventas (millones USD) alimentos para mascotas enero-junio de cada año



Fuente: Adaptado de (Coba, 2022).

Para la resolución de problemas del área de empaque la empresa no cuenta con indicadores de productividad relacionados con consumo de insumos y mano de obra directa en producción, además de los tiempos de para de los equipos en mantenimiento y averías, los mismos que al final representan el 93% de los costos de envasado del producto terminado.

La ausencia de estos indicadores hace que actualmente no se pueda implementar el uso de herramientas que permitan el análisis de las fallas generadas y consecuentemente la elaboración del plan de mantenimiento.

El área de producción precisa optimizar la utilización de los recursos utilizados en el proceso de envasado del producto terminado, como son: energía eléctrica, horas hombre y material de embalaje.

El departamento de mantenimiento se precisan datos que cuantifiquen la cantidad de trabajos correctivos, tiempo empleado en cada trabajo, tiempo de paradas por mantenimiento preventivo, número de órdenes de trabajo procesadas en cada turno y tipo de intervención realizada.

Delimitación espacial.

- **Provincia:** Guayas
- **Ciudad:** Durán
- **Grupo:** Área de envasado de producto terminado
- **Ubicación:** Km 6½ vía Durán – Tambo

Delimitación temporal.

- **Periodo Actividades:** 6 meses.

Delimitación de contenido.

- **Campo:** Empresa que elabora alimento balanceado
- **Área:** Envasado de producto terminado

2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer los indicadores de productividad idóneos para la mejora de la calidad y toma de decisiones del área de empaque de la planta de nutrición animal de una empresa de balanceados ubicada en el cantón Durán.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el estado actual de los procesos de la línea de empaque de producto extruido para identificar los factores que inciden en las paradas de las maquinarias mediante un análisis de causa raíz.
- Delimitar e interpretar las variables del proceso de empaque de producto extruido para evaluar el impacto significativo en la productividad de la línea.

- Establecer un modelo del tablero OEE para medir la productividad del área de empaque de producto extruido para su posterior divulgación y ejecución.

Los KPIs contribuyen a lograr y velar por los objetivos y propósitos de la empresa en casi todos los ámbitos de su actividad, involucrándose en las líneas de fabricación, los procesos más significativos que incorporan la seguridad, los equipos y los materiales. Existen varios tipos distintos de KPIs para dar seguimiento y ayudar a la toma de decisiones en el mundo del área de envasado.

Justificación de la investigación

Para que la empresa pueda lograr un alto nivel de competitividad, se debe referir al pertinente plan, el mismo que determina la visión, misión, objetivos y estrategias empresariales en constancia a la apropiada evaluación situacional y se basa en gran medida a la apropiada administración y manejo que se realice con los planes que el área de empaquetado determine.

Se vuelve importante la elaboración de mecanismos que faculten ajustar los planes y recursos de cada una de las áreas funcionales y para este caso en particular la línea de empaquetado de alimentos de nutrición mascotas. Una vez asegurada su alineación con el plan estratégico, se precisa con la misma relevancia indicadores de gestión que faciliten identificar si se da cumplimiento a los planes de forma eficaz y eficiente (Corral, 2017).

También es importante recalcar que el volumen de producción anual de la compañía en el último año ha alcanzado a cubrir las expectativas de los altos mandos, pero se vuelve indispensable optimizar estas cifras con el mejor aprovechamiento de los recursos, obteniendo una producción más alta con menor costo, aplicando un plan de acción que le facilite elevar su productividad en el empaquetado de productos de nutrición mascotas.

Los indicadores claves de desempeño o KPIs, emiten las tareas y prioridades de las empresas dedicadas a las operaciones de manufactura, determinando un objetivo para un plazo determinado conjuntamente a un benchmark o línea base – el punto

inicial en base al cual se quiere mejorar e instaurar metas agresivas, pero a su vez realistas. Es bien sabido que lo que no se mide, no se controla. En consecuencia, la valoración y monitoreo a varios indicadores vinculados a los objetivos estratégicos del equipo de trabajo, establece en gran medida el curso de la empresa.

3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Con la finalidad de contribuir a la comprensión de las variables que participan en la mejora de la calidad, se procedió a realizar la revisión de los conceptos de varios términos relacionados.

En la actualidad, las empresas buscan herramientas que les ayude a mejorar el rendimiento, la productividad y la innovación. La información en sí merece atención porque les dice a las empresas cómo realizar los procesos y cómo mejorar las operaciones actuales.

3.1 PRODUCCIÓN

La producción implica una sucesión de actividades que procesan los materiales pasando de una forma inicial a otra que se desea convertir. En el proceso de manufactura los suministros de materia prima, energía, fuerza de trabajo y capital, se convierten en productos terminados. En operaciones de servicio los propios insumos se transforman en productos de servicio. Gestionar los procesos de elaboración y producción de forma eficiente y efectiva es la labor del gerente de operaciones (Chamorro et al., 2011).

Un proceso es un grupo de tareas que se encuentran vinculadas o que interaccionan, las que convierten componentes de ingreso en productos, por ejemplo, facturación de productos, las adquisiciones, las operaciones de fabricación de un bien, etc. (Chase & Jacobs, 2014).

La gestión o administración radica en organizar las actividades de trabajo de manera que se ejecuten de forma eficiente y eficaz mediante las demás personas y por intermedio de ellas (Robbins & Coulter, 2005).

Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones

correctivas o preventivas según el caso. Por lo tanto, un indicador de gestión es el apelativo numérica del funcionamiento y rendimiento de un proceso (Pérez, 2020).

Cada uno de los modelos estratégicos destacados empiezan con la manera de valorar el desempeño empresarial. Los indicadores clave de productividad (KPI) convencionales se enfocan en cuatro medidas críticas:

1. Beneficios. El monitoreo del desempeño o utilidades financieras inevitablemente será indispensable al momento de evaluar el rendimiento de la empresa.

2. Rentabilidad. Es imprescindible determinar el desempeño de la compañía al momento de transformar las ventas en rentabilidad o realizar la supervisión de los márgenes de utilidad y actuar constantemente encaminados a realizar actividades de ahorro.

3. Índices de crecimiento. La sostenibilidad de la empresa necesita anticipar y alcanzar permanentemente ser innovadores para acelerar el crecimiento, incluso en épocas de crisis.

4. Riesgo y rentabilidad. Las empresas que tienen márgenes de utilidad estrechos tienen mayores riesgos, debido a que no pueden enfrentar una recesión a mediano o largo plazo.

Pese a que las cuatro dimensiones mencionadas regularmente serán esenciales para la prosperidad de la empresa, estos indicadores clave de rendimiento no prestan apoyo a entender la velocidad con la que puede ajustarse a los cambios. Tampoco es una medida que contribuya a evaluar la innovación constante de los procesos productivos, mercadería o servicios (Corral, 2017).

3.2 PRODUCTIVIDAD

Conocer el tiempo que le toma a los trabajadores en llevar a cabo cada una de las tareas que realizan y la eficacia o fiabilidad de la labor contribuye a alcanzar el éxito de todo el personal de la empresa. Así mismo es primordial entender si los sistemas de la compañía se encuentran afectando a la productividad de los equipos.

La productividad tiene relación con los efectos que se alcanzan en un proceso, por lo cual aumentar la productividad es alcanzar resultados óptimos tomando en consideración los recursos utilizados para generarlos. De manera general la productividad se valora por el cociente constituido por los resultados obtenidos y los recursos utilizados.

La productividad ayuda a identificar la cantidad de trabajo que debe realizarse por cada unidad producida, como si se tratara de una media de la cantidad de piezas que produce cada colaborador. Debido a esto, la medición de productividad se trata de la valoración del rendimiento de los trabajadores (Sladogna, 2017).

Productividad se refiere al uso de insumos y/o materiales durante el proceso productivo y se utiliza para medir cuántos bienes (salidas, PT, etc.) se alcanzan con un específico grupo de factores productivos (sobre todo trabajo y capital). Existen productividades parciales acerca de los bienes generados por uno de los factores productivos, por citar la productividad de la fuerza de trabajo; ejemplo, cantidad de empanadas que elabora un trabajador por cada hora trabajada. El cálculo depende de la medida en que se utilizan otros componentes productivos (Meller, 2019).

Producción: Es la cantidad total del proceso de fabricación que se precisa para elaborar un bien o un servicio.

Producto: Es la consecuencia del proceso productivo.

Medición de la productividad

Medir la productividad es una manera de determinar la proporción de tiempo que se invierte en operaciones productivas.

La información se obtiene por medio de un modelo de Tiempo Total Trabajado es el pilar para proporcionar los datos al sistema, y de aquí se determinan los indicadores de gestión que calculan el rendimiento general de la planta.

(Gaitan Gardona & Vera Cardenas, 2007)

$$Productividad = \frac{\text{Número de unidades producidas}}{\text{Cantidad de recursos utilizados}}$$

Porcentaje de tiempo improductivo

Consiste en determinar el porcentaje de tiempo que la maquinaria estuvo detenida, partiendo de los periodos de tiempo improductivos que se registraron.

$$Tiempo Improductivo = \frac{\text{Horas máquina improductivas reportadas}}{\text{Horas Máquina Std Pdn Real}}$$

De esta manera, la productividad permite contestar varias interrogantes como: ¿Cuánto produce cada trabajador en un tiempo determinado? ¿Cada máquina o equipo cuánto produce a la semana/mes? Arrojando varias respuestas que van desde un empleado produce 30 unidades, Tm, etc. por mes o 0,25 unidades por cada hora de trabajo. A esto se lo conoce como productividad.

Gestión por Procesos

El objetivo primordial de la Gestión por procesos es alinear las operaciones que se ejecutan en la compañía alcanzado la máxima efectividad y ejecución con las exigencias de la parte interesada que lidera la organización.

Aplicando Gestión por Procesos en la sección de envasado se alcanza la definición clara de las actividades que se ejecutan, la forma ideal en la que se deben llevar a cabo y las personas responsables de realizarlo, por medio de esta técnica se puede enlazar y armonizar las tareas que se realizan dentro del área. (Maldonado Fiallos, 2016).

3.3 EFICIENCIA Y EFICACIA

Las metas alcanzadas se pueden medir en número de productos fabricados, en productos vendidos o en utilidades, en tanto que los recursos utilizados pueden calcularse por cantidad de trabajadores, cantidad de tiempo empleado, horas máquina, etc. Dicho de otra manera, medir la productividad es el resultado de valorar de manera adecuada los recursos empleados para fabricar o producir ciertos resultados.

La eficiencia se refiere a medir el potencial o cualidad del trabajo de una estructura o individuo económico para alcanzar la consecución de un determinado objetivo, reduciendo al mínimo el uso de recursos (mano de obra y maquinaria), de otra manera, la eficacia indica la habilidad que tiene una empresa para alcanzar los objetivos trazados, abarcando la eficiencia y factores del entorno (Ludy & Valenciano, 2018).

Fórmula para medir la eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Mano de Obra Estandar}}{\text{Mano de Obra Real}}$$

Normalmente la productividad se observa a través de dos elementos: eficiencia y eficacia. La eficiencia es sencillamente el nexo entre el resultado obtenido y los recursos empleados, en tanto que la eficacia es el nivel en que se llevan a cabo las actividades planificadas y se concretan los resultados planificados. De esta manera, alcanzar la eficiencia es aspirar a optimizar cada uno de los recursos y velar por la ausencia de derroche o despilfarro de recursos, la diferencia de estos se explica en la Tabla 2.

Tabla 2

Diferencias entre eficiencia y eficacia

Eficiencia	Eficacia
Enfoque en los métodos	Enfoque en los logros
Realizar las cosas del modo correcto	Realizar las cosas correctas
Solucionar problemas	Lograr objetivos
Preservar los recursos	Utilización de recursos de manera idónea
Atender los trabajos y compromisos	Alcanzar resultados
Capacitar al personal operativo	Proporcionar efectividad a los subalternos

Nota: Adaptado de (Ludy & Valenciano, 2018).

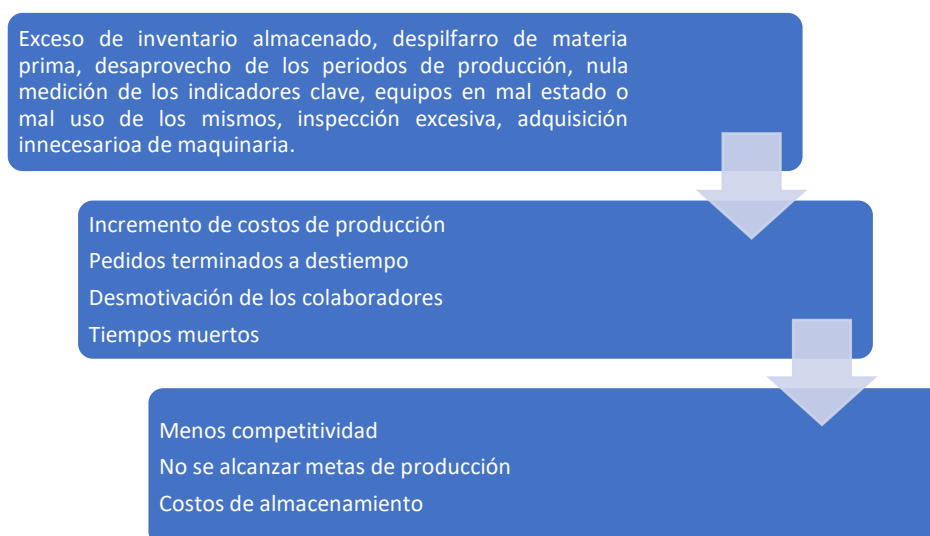
Un KPI, por sus siglas en inglés] es una manera de medir si una compañía, área, proyecto o equipo está alcanzando sus metas y propósitos estratégicos. Las compañías aprovechan la utilización de indicadores de gestión en distintos niveles para medir sus logros al alcanzar las metas.

La capacidad competitiva se conoce como la habilidad de una empresa para producir un bien o servicio de manera superior a su competencia. Dicha habilidad resulta indispensable en un mundo de comercio globalizado, en el que el comprador generalmente elige según su necesidad entre varias alternativas. Debido a esto, cada vez más las empresas, puede ser un fabricante, una cadena de alojamiento, unidades educativas, bancos, gobierno local o partido político, constantemente se disputan a los clientes, por los alumnos, por el apoyo de los votantes, etc.

Tradicionalmente se pensaba que la calidad, el costo y el tiempo de envío estaban enemistados en el contexto de que se podía impulsar uno de los tres sólo si resultaba en el efecto negativo de los otros dos. A decir verdad, varias empresas trabajan partiendo de la convicción de que mejorar la calidad supone inevitablemente un aumento en el costo y un incremento del tiempo de producción del bien o servicio como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Fallas y deficiencias de líneas de envasado



Nota: Adaptado de (Camisón Zornoza et al., 2007).

3.4 ACTORES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALIMENTOS BALANCEADOS

Actualmente, el departamento de producción cuenta con un jefe de planta y seis coordinadores de producción, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 4 coordinadores encargados de las operaciones productivas, un coordinador de bodega y un coordinador de empaçado. La programación del uso de maquinaria, operativos y material de embalaje para cada línea de producción se realiza sobre la base de la programación enviada por el planificador de producción. La planta realiza la producción en base al pedido logístico que se envía de manera semanal.

3.4.1 COORDINADOR DE PRODUCCIÓN

Dado que el proceso de envasado es tan importante como la etapa de elaboración del producto, y la calidad del producto y la vida útil dependen de este proceso, el coordinador debe garantizar que todas las etapas del proceso de empaque y almacenaje del producto se sigan correctamente.

Por supuesto, esto incluye monitorear la calidad del material de embalaje, garantizar que el personal siga correctamente los procedimientos de empaque y coordinar con otros departamentos, como almacenamiento y envío, para optimizar los procesos de la cadena de suministro.

3.4.2 AUXILIAR DE PRODUCCIÓN

En base a las labores encomendadas y que se encuentran documentados en las funciones relacionadas el puesto, se detalla las responsabilidades del auxiliar de producción en el área de empaque.

- Monitorea, controla y evalúa los procesos operativos en el área de empaque.
- Alcanzar la optimización de los materiales existentes.
- Aplicar los estándares de calidad de acuerdo a las normas ISO.

- Asegurar el stock del embalaje y los insumos necesarios para la entrega de productos solicitada.
- Verificar la calidad y cantidad de insumos de empaque en bodega de materiales.
- Seguimiento del desempeño del personal de empaque.
- Obtener muestras del producto terminado con regularidad para examinar la calidad de su empaqueo.
- Realizar informes regulares al coordinador de producción sobre operaciones y situaciones que se hayan presentado durante el turno.

3.4.3 OPERADOR ESPECIAL

Vela por la inocuidad del producto y la correcta funcionalidad de los equipos, además de las siguientes responsabilidades.

- Supervisa el cuidado y la buena operatividad de los equipos y el material de embalaje e informa cualquier error al personal de mantenimiento.
- Ordena, clasifica e inspecciona el producto terminado para verificar y ajustar los pesos o medidas de los productos para alcanzar la normativa de ficha técnica.
- Detener o reiniciar los equipos en caso de falla de la máquina, eliminar el tiempo de inactividad de la máquina e informe los errores al coordinador de producción.

3.4.4 OPERADOR DE PRODUCCIÓN

Es el encargado de realizar las actividades operativas del área de empaquetado.

- Recibir, preparar, empaquetar y entregar productos en estado de limpieza e inocuidad óptimas en base a las condiciones establecidas en los procedimientos y las normas.
- Asegurar de que los pallets estén correctamente apilados.
- Asegura el uso correcto de los materiales e informa al coordinador de producción las cantidades utilizadas de los insumos.

- Cuando se termina de realizar la producción, se archiva el pedido del producto para su posterior consulta, es decir. el uso de datos de producción es muy específico, para casos extraordinarios o de trazabilidad y no es parte del análisis periódico o monitoreo constante. No se dispone de una base de datos en la que se puedan determinar medidas estandarizadas para evaluar el desempeño.

3.5 INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

Así como los sistemas de dirección de las empresas se han en la necesidad de evolucionar con las variaciones del entorno y de la problemática organizativa, el estudio y el ejercicio en calidad han ido desarrollándose para enfrentar la recurrente insatisfacción con enfoques gerenciales previos que se producen por la transformación de la naturaleza de los retos directivos (Camisón Zornoza et al., 2007).

3.5.1 CARACTERÍSTICAS Y CUALIDADES DE LOS INDICADORES

Se pueden desarrollar varios indicadores de productividad, y es probable que todos ellos tengan el interés de las personal al mando de la empresa. Sin embargo, los recursos de las organizaciones pueden llegar a ser restringidos y por consiguiente se deben elaborar los que son sean rentables para la compañía, en otras palabras, aquellos indicadores que generen información de gran importancia para la organización y que respalden el trabajo invertido para su consecución.

Existen tres maneras en que los indicadores pueden proporcionar información:

- Según el tipo de variable, sean gestionadas en internamente o de manera externa en misma compañía.
- La forma en que dan a conocer los resultados debe ser cuantificable o cualitativa, también puede ser evolutiva o estática.
- Puede medir los elementos clave y demás componentes, delimitado en el tiempo y asimismo medir su evolución.

Evaluación de los indicadores

Una vez que se encuentran en funcionamiento, se deben verificar los indicadores con la finalidad de establecer si resultan beneficiosos y efectivos, valorando su provecho y su costo con la obtención de las metas cuyo cumplimiento se aspira, para valorar el cumplimiento se debe tomar en cuenta el punto de vista de quienes participan como usuarios valorando los siguientes puntos de vista:

- Cuan útil resulta el indicador para la toma de decisiones.
- Cada indicador debe ser compatible con los demás que se hayan aplicado.
- Nivel de utilidad del indicador en relación con el costo de obtener la información y su elaboración.
- Credibilidad de la información con respecto al tiempo.
- Simplicidad en la adquisición de los datos.
- Explotación de instrumentos de tecnología de la información.
- Difusión apropiada de los resultados.

Por lo expuesto previamente, y basado en información disponible en la compañía en estudio, el diseño del indicador del presente trabajo pretende adaptarse a la política Integrada de la compañía en estudio.

Delimitación de los indicadores

De Cumplimiento. Se refiere a la culminación de una labor, estos indicadores se relacionan con los procedimientos que señalan el grado de realización de actividades y/o tareas.

De Evaluación. Para determinar el desempeño que se obtiene en un proceso, estos indicadores están vinculados con los procedimientos que contribuyen a localizar los puntos fuertes, falencias, y potencial.

De eficiencia. Se refiere a la actitud y la capacidad con la que se puede ejecutar una tarea invirtiendo el mínimo de tiempo, los indicadores de eficiencia se relacionan

con los procedimientos que indican el tiempo utilizado en la realización de las actividades.

De eficacia. La eficacia se refiere a hacer real un intento, los indicadores de eficacia se encuentran vinculados con las metodologías que señalan la facultad o acierto en la concreción de tareas.

De gestión. Está relacionado a administrar, estableciendo actividades concretas que puedan dar cumplimiento a las actividades proyectadas y planificadas. Estos indicadores se vinculan con las metodologías que facilitan la administración de un proceso.

Costos de calidad

Al escuchar el término costos, frecuentemente se llega a pensar de manera negativa, no obstante, los costos se encuentran únicamente con la finalidad de disminuirlos, ahora bien, los costos de calidad se pueden convertir en un magnífico instrumento y/o fuente de información, que puede facilitar la toma de decisiones de carácter estratégico. Tener conocimientos sobre cómo aprovechar los costos tiene un impacto sorprendente para la gerencia, pues, faculta el alcanzar los medios esenciales para mantener y mejorar la calidad (Climent Serrano, 2003).

La carencia de calidad indica un bajo aprovechamiento de los recursos tanto financieros como humanos al momento de realizar las actividades productivas, por lo cual mientras más deficiencias y fallas se presenten, los costos por alcanzar la calidad y por su carencia serán más elevados. Se puede clasificar los costos de calidad en varios tipos: prevención, evaluación, por fallas internas y por fallas externas.

Al día de hoy no es posible referirse a la gestión de la calidad total sin mencionar una constante disminución de costos. Los costos de calidad en compañías no sensibilizadas con la calidad podrían ser bastante sustanciales, y no se pueden palpar en los resultados. Debido a esto, como indica la Tabla 3, en primer lugar, se

debe detectar y valorarlos para llegar a asumir conocimiento del problema, y poder fundamentar los fondos invertidos que permitan reducirlos.

Tabla 3

Clasificación de los costos de calidad

Costos para asegurar la calidad	Costos de no calidad
<p>De prevención</p> <p>Evitar y prevenir errores, fallas y desviaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planeación de calidad • Planeación de procesos • Control de procesos • Entrenamiento 	<p>Por fallas internas</p> <p>Originados por fallas, defectos o incumplimiento de especificaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desperdicio y reprocesos • Reinspecciones • Reparaciones
<p>De evaluación</p> <p>Medir, verificar y evaluar la calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección, pruebas y ensayos • Auditorías de calidad • Equipos de pruebas y ensayos 	<p>Por fallas externas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atención de quejas del cliente • Servicios de garantía • Devoluciones, costos de imagen y pérdidas de ventas • Castigos y penalizaciones • Juicios, demandas y seguros

Nota: Adaptado de (Gutiérrez Pulido, 2010).

De esta manera, los costos de prevención son aquellos que la compañía destina para impedir y anticipar equivocaciones, fallos, desviaciones o deficiencias a lo largo de todas las etapas del proceso productivo y administrativo. Los costos de evaluación son los que la compañía involucra para evaluar, comprobar y valorar la calidad de materia prima, materiales, elementos, productos o procesos productivos, también para preservar y vigilar que la producción se encuentre dentro

de los niveles y estándares de calidad, que fueron planeados y establecidos previamente por el sistema de aseguramiento de la calidad y las normas aplicables.

Los costos por fallas internas son aquellos que resultan de un fallo, desperfecto o inobservancia de las condiciones establecidas de la materia prima que se utilizará en el proceso, elementos, piezas, productos semielaborados, productos terminados o servicios, y cuyo defecto o deficiencia es constatado dentro de la compañía previo a la entrega del producto o servicio al cliente. Finalmente, los costos por fallas externas resultan del fallo, deficiencia o inobservancia de los requisitos de calidad predeterminados, y cuya falla se observa luego de su envío y entrega al cliente.

3.5.2 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

La efectividad global de los equipos [OEE] de una fábrica o de un proceso de fabricación que fue elaborado por Seiichi Nakajima es el primer método para abordar las realidades de la planta como esquema complejo. El OEE es un procedimiento de análisis de performance productivo, el mismo que combina documentación de la disponibilidad de los equipos, del rendimiento y del nivel de calidad que consigue (Belohlavek, 2006).

Como lo indica la figura 3, este indicador brinda apoyo para la identificación de la eficiencia real de todos los procesos productivos de la compañía mediante porcentajes y así identificar las falencias que se hayan podido producir en medio del proceso productivo. En este caso, se puede decir que se debe considerar que solo lo que es posible medir se puede gestionar y realizar mejoras (Ibermatica, 2020).

Básicamente el indicador OEE tiene dos usos:

- Como indicador de mejora en el tiempo en los residuos de la empresa.
- Para comparación externa con las mejores prácticas de la industria y otros activos dentro de la compañía o entre grupos del mismo activo.

El OEE tiene varios beneficios, entre los cuales se puede destacar:

- Mejorar el retorno de la inversión.

- Ayuda a identificar la procedencia de las pérdidas de producción.
- Contribuir al trabajo de todos los roles vinculados con las actividades productivas.
- Se reducen los costes de mantenimientos correctivos de máquinas.
- Es escalable.
- Contribuye a sumergirse en el mundo de la Industria 4.0.
- Apoya a la compañía a ser más competitiva.
- Permite incrementar el rendimiento y vida útil de la maquinaria.
- Conduce a una calidad más grande de los procesos.
- Agudiza la capacidad de medir y tomar decisiones.

Para alcanzar estos beneficios es muy importante la correcta implementación del indicador OEE ya que está relacionado de manera directa con el rendimiento obtenido del proceso productivo.

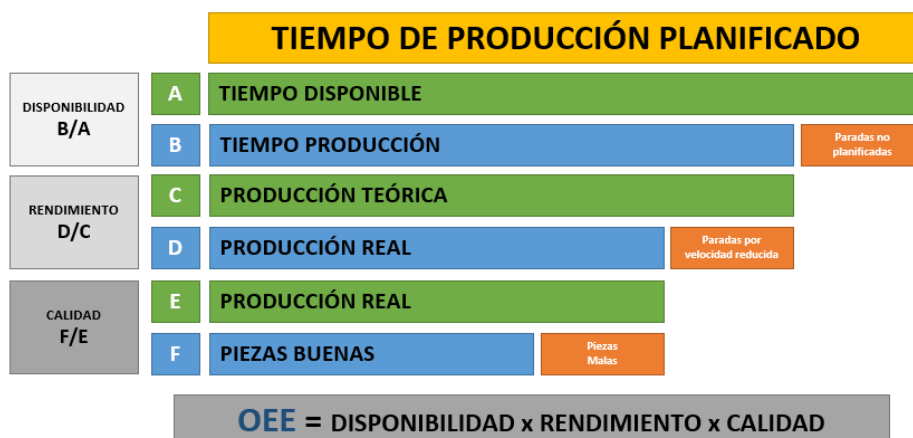
El cálculo de OEE (Eficacia general del equipo) tiene en cuenta tres elementos que son: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Se determina a través de la siguiente fórmula: **OEE = DISPONIBILIDAD x RENDIMIENTO x CALIDAD**

- La DISPONIBILIDAD incluye todo tiempo de inactividad, condiciones que causan la inoperancia del sistema como fallas, falta de materia prima o datos, adecuaciones y arranques.
- El RENDIMIENTO contrasta la disparidad entre los tiempos teóricos o esperados y los tiempos reales.
- La CALIDAD permite saber en qué medida se encuentran los defectos en términos de unidades consideradas desperdicio comparado contra el total de la producción.

El OEE es de gran ayuda en la planificación del tiempo disponible para la producción, pero también debe incluir el costo de los recursos de mano de obra y mantenimiento de los equipos, que también afecta la productividad según la fórmula que se grafica en la Figura 2.

Figura 2

Fórmula para el cálculo del OEE



Nota: Adaptado de (Salazar López, 2019).

La eficacia general de los equipos de una planta es una problemática compleja y por ende sus componentes no poseen relación causa-efecto rotundo y por ello trabajan en una combinación en la cual, si uno de los componentes fuera cero, las otras partes no podrían contrarrestar su falta (Ibermatica, 2020).

La Figura 3 muestra los tipos de OEE que se pueden alcanzar en la industria:

Un OEE del 100% se interpreta como una producción sin defectos. Solamente se fabrican piezas buenas, a la mayor velocidad y sin pausas en el proceso.

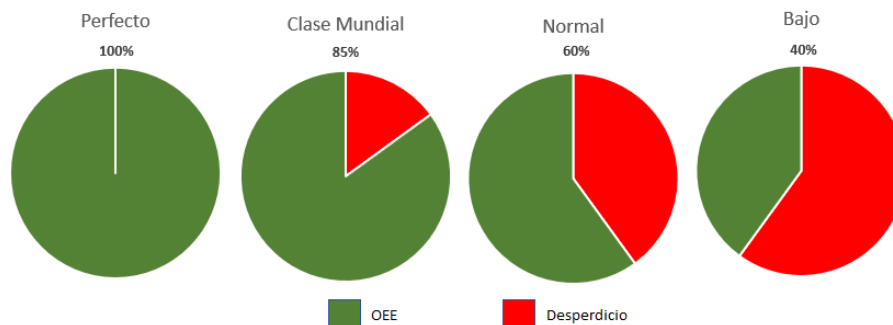
Un OEE superior al 85% es considerado “world class” para empresas de fabricación en masa. Es objetivo deseable a largo plazo para la mayor parte de las compañías.

Un OEE alrededor del 60% es considerado un standard. Es un nivel común, pero indica que existen grandes oportunidades de mejora.

Un OEE de 40% es normal en compañías que empiezan sus actividades en la industria 4.0, inician con las cuantificaciones y vigilancia de indicadores. Inicialmente, la evolución es rápida iniciando en estos niveles de eficiencia y productividad.

Figura 3

Interpretación del OEE.

**Nota:** Adaptado de (Trout, 2020)

OEE y su relación con el TPM

OEE calcula la eficiencia de los equipos y líneas mediante un porcentaje calculado al combinar tres elementos relacionados con el proceso productivo. A su vez, el OEE estudia y clasifica las pérdidas de distintos índoles que pueden ocurrir en el proceso de producción. Esta categorización es similar a TPM, que define las "seis grandes pérdidas". Estos desperdicios reducen el tiempo efectivo de la producción y la fabricación óptima que se puede lograr.

La obligación de realizar esta tarea no corresponde de manera única a un área o grupo en particular, sino en todos los que trabajan en el proceso productivo, es decir, todos los empleados de la empresa. El objetivo es eliminar por completo el tiempo de inactividad, los costos y la pérdida de calidad. El objetivo final es lograr los denominados tres ceros.

- Cero defectos
- Cero averías
- Cero accidentes

3.5.3 TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)

Las empresas de procesos manufactureros poseen un requerimiento particularmente apremiante de contar con sistemas de gestión de equipos de índole

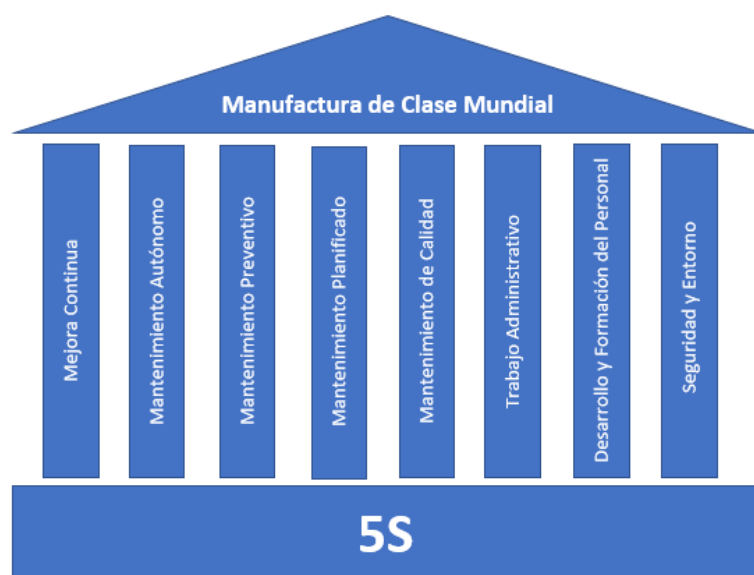
cooperativo como lo es el TPM, que tienen la capacidad de asegurar una operación sostenida y con seguridad (Suzuki, 1996).

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de trabajo que tiene su origen en los años 70 y permite a las compañías manufactureras aprovechar al máximo la utilización de maquinarias y recursos, reduciendo al mínimo o eliminando aspectos que no agregan valor a sus productos.

La estructura del TPM se muestra a través de la representación de un edificio de 8 pilares que se construye de la siguiente manera:

Figura 4

Los 8 pilares del TPM.



Nota: Adaptado de (Trout, 2020)

Las bases del TPM

Las bases de la edificación que sostiene el TPM como lo muestra la Figura 4 son las 5S. Esta base debe ser lo bastante fuerte para elaborar de manera efectiva el mantenimiento productivo total. En japonés, se llama 5S porque significa 5 etapas del método de mejora continua, utilizado en todo el mundo manufacturero. Estas cinco fases son:

- Seiri (clasificación)
- Seiton (organizar)
- Seiso (limpieza)
- Seiketsu (estandarizar)
- Shitsuke (disciplina)

Los ocho pilares del TPM

Una vez que la metodología 5S está implementada y bien establecida, se establecen los ocho pilares de TPM.

Mejora Continua: Se forma un grupo de trabajo específico para mejorar continuamente el proceso.

Mantenimiento autónomo: Los operadores monitorean el estado de sus equipos y puesto de labores.

Mantenimiento preventivo: Tanto los operadores como mandos intermedios participan en las tareas de mantenimiento preventivo. **Mantenimiento planificado:** los coordinadores de los grupos de trabajo crean informes regulares, advertencias sobre la vida útil restante de los equipos, mantenimiento predictivo y más.

Mantenimiento de calidad: La meta es elaborar productos de la más alta calidad posible y sin productos fuera de ficha técnica. En este punto, es importante que todos los operadores sepan qué partes del proceso inciden de manera directa en la calidad final del producto.

Trabajo administrativo: El personal líder de las distintas áreas deben jerarquizar la información de los demás pilares de la metodología 5S y transmitirla a los demás grupos de trabajo.

Desarrollo y formación del personal: El personal debe estar capacitado e involucrado en la mejora del proceso de producción en cada una de sus etapas. Debe ser autónomo e independiente para evaluar las diversas causas de las

problemáticas de producción y crear una mayor versatilidad entre todos los colaboradores.

Seguridad y Entorno: Se prioriza la cautela de riesgos en el entorno de trabajo tanto operativo como administrativo y la seguridad para lograr el objetivo de “cero accidentes”.

3.5.4 LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing es una cultura de trabajo que se basa en el ser humano que define una forma de mejorar y optimizar un sistema de producción, centrándose en identificar y eliminar cualquier "desperdicio" que se presente durante las operaciones, determinando los procesos o actividades que consumen más recursos de los necesarios y que deben ser mejorados. Localiza los diferentes tipos de "desperdicios" generados en la fabricación: sobreproducción, tiempo de entrega, transporte, sobreprocesamiento, depósitos y defectos (Hernandez & Vizán, 2013).

Lean examina lo que no se debe hacer porque no agrega valor a los requerimientos del cliente ni al proceso productivo y trabaja para eliminarlo. Para lograr sus objetivos, aplica sistemática y habitualmente una amplia gama de técnicas que abarcan casi todos los campos de la producción: organización de puestos de trabajo, control de calidad, flujo de producción interno, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro.

Tabla 4

Origen y evolución de los principios Lean.

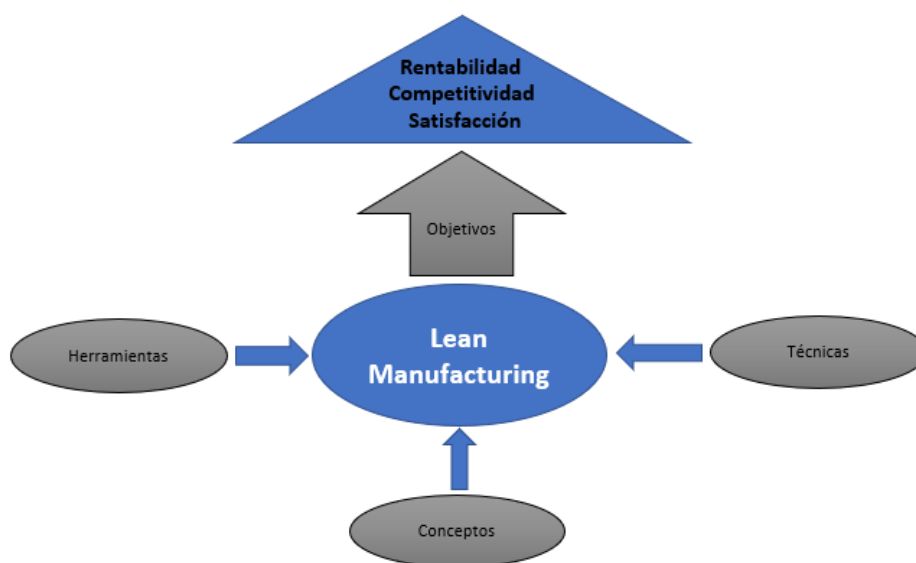
JIT	JWO	Lean
Reducción producto en curso	Trabajos multidisciplinares	Jidoka
Flujo continuo	Calidad en el puesto	Calidad total
Reducción tiempos de entrega	Mantenimiento en el puesto	Mejora continua
Reducción tiempos de fabricación	Mejoras del puesto de trabajo	Compromiso, dirección y empleados

Nota: Adaptado de (Hernández & Vizán, 2013).

La Tabla 4 resume los principios importantes agregados al modelo Lean. El primer conjunto incluye los principios JIT originales que inciden en la productividad, el costo, el tiempo de entrega y la versatilidad del producto. El siguiente grupo incluye principios JWO que explotan la capacidad de los empleados. El grupo final se conforma por los principios que finalmente se adoptaron para definir lo que significa Lean.

Figura 5

Objetivos de Lean Manufacturing.



Nota: Adaptado de (Rajadell & Sánchez, 2010).

La implementación de lean manufacturing en una empresa de manufactura obliga al entendimiento de varios conceptos graficados en la Figura 5, unos mecanismos y algunas técnicas con el propósito de lograr tres metas: rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes. Al describir estos objetivos se traduce en que los fundamentos del lean manufacturing son:

- La doctrina de la mejora continua: el método kaizen.
- Control absoluto de la calidad: garantizar que la calidad se implemente en todas las actividades.
- El just in time.

PRIMER PILAR: KAIZEN

Según su creador Masaki Imai, Kaizen nace de las dos palabras kai, cambiar y zen, para mejorar, por lo que se puede traducir en que Kaizen significa “cambiar para mejorar”, lo cual no es solo un programa de reducción de costos, si no que significa implementar una cultura de cambio continuo que evoluciona hacia mejores prácticas, a esto se le conoce como “mejora continua”. Según Imai, “en tu negocio, profesión, vida: lo que no se necesita, no sirve; lo que no suma, resta”.(Suzuki, 1996)

SEGUNDO PILAR: EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD

La frase Control de Calidad Total fue utilizada por primera vez por el estadounidense Feigenbaum en la revista Industrial Quality Control en el año 1957, donde argumentó que todas las áreas de la compañía deberían ocuparse del control de calidad, porque los empleados son responsables de ello. Según Ishikawa, el control de calidad total tiene tres funciones principales:

- Todas las áreas toman participación en el control de calidad. El control de calidad durante la producción (mediante autoinspección y otras técnicas) reduce los costos y defectos de producción, lo que asegura bajos costos para el cliente final y generan alta rentabilidad para la compañía.
- Todos los colaboradores forman parte del control de calidad, pero también participan en esta actividad los proveedores, distribuidores y demás personas que mantienen relación con la empresa.
- El control de calidad está completamente unido con las demás funciones corporativas.

TERCER PILAR: EL JUST IN TIME (JIT)

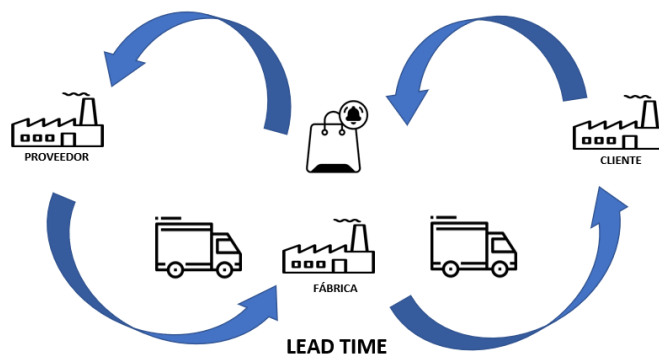
El sistema de producción Just in Time fue desarrollado por Taiichi Ohno, primer vicepresidente de Toyota Motor Corporation, con el objetivo de conseguir reducir costes a través de la eliminación del despilfarro.(Suzuki, 1996)

El objetivo de JIT es producir los productos correctos en las cantidades correctas en el momento correcto, por ejemplo, un proceso de fabricación opera en JIT cuando tiene la capacidad de proporcionar los "productos exactos" a sus clientes. hasta la fecha límite y en las unidades requeridas.

La Figura 6 muestra el período de tiempo que concierne al cliente es el tiempo de entrega (tiempo de aviso o lead time), es decir, el tiempo que transcurrió desde el pedido del cliente hasta la recepción del material. Esto le da tiempo al cliente para planificar su compra y, lógicamente, está más satisfecho cuanto más corto y confiable es el tiempo de entrega.

Figura 6

Lead Time en la cadena de suministros.



Nota: Adaptado de (Rajadell & Sánchez, 2010).

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Este capítulo presenta las diversas pruebas y experimentos realizados durante esta tesis, este capítulo recopila y presenta las muestras, productos y materiales utilizados, instrumentos y métodos de medición, además se definen los siguientes pasos para la elaboración de este trabajo:

- a) Análisis de la situación actual.
- b) Determinación de los métodos estadísticos que el autor utilizará como resultado del estudio.
- c) Establecer el indicador de desempeño adecuado que se analizará en el capítulo 5.

Para este análisis se utilizó un estudio mixto (cuantitativo y cualitativo) con las siguientes técnicas de recolección de datos:

- Observación sistemática para entender el flujo de los procesos productivos y cómo se relacionan con otros que completan el flujo de la gestión de inventario.
- Análisis documental que permitió obtener una visión clara del panorama actual y en base a esto sugerir opciones que se enfoquen en crear una mejor propuesta de valor para la empresa.
- Recopilación de datos históricos del área de empaquetado; tales como: consumo de embalaje, tiempo de empaquetado, etc.

4.1 PROCESOS DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS.

Procesos primarios: Son los procesos que pertenecen a la molienda y mezcla de materias primas.

Molienda.

Los ingredientes con mayor porcentaje de inclusión en la fabricación de alimento balanceado son los granos, que son los encargados de brindar mayor aporte nutricional. Los granos que se utilizan en mayor volumen para la fabricación son el maíz, trigo, soya y arrozillo, aunque también pueden llegar a utilizar granos secos de destilería según los precios de oportunidad que se encuentren en el mercado local e internacional.

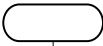
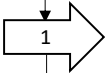



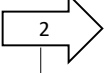

El proceso de molienda de materia prima que se muestra en la Figura 7 es de los más importantes procesos a lo largo de la fabricación de alimentos balanceados que exige un alto consumo de energía eléctrica, la velocidad de producción de los molinos alcanza entre los 7000 y 10000 kg/hr, ya que la molienda prepara a las materias primas para la correcta digestión por los animales que van a consumir el producto terminado, aquí parte la relevancia tanto a nivel de producción en la reacción nutricional que se espera en los animales, al igual que en la rentabilidad de la planta de alimentos balanceados en lo que respecta a los costos de electricidad.

El molino de martillos reduce el tamaño de partícula mediante el golpe de los martillos, el corte con el borde de los martillos y el movimiento de fricción o roce, el tamaño de los agujeros de la malla del molino determina el tamaño medio de partícula (TPM), es decir, las materias primas que hayan pasado a través de una malla de 0,3 a 1 mm poseerán un tamaño medio de partícula de 600 a 800 μm . Aun así, es difícil relacionar el tamaño de los agujeros de la zaranda a los micrones específicos de la materia prima a causa de la variabilidad del equipo de molienda y del proceso como velocidad de giro, deterioro de los martillos, humedad de la MP, etc.

Entre las ventajas del molino de martillos se pueden mencionar su capacidad de molienda que soporta todo tipo de granos con las variaciones de humedad que presenten y además posee un bajo costo de mantenimiento.

Figura 7

Diagrama de procesos Molienda de Materia Prima.

PROCESO DE MOLIENDA		ACTORES		
Nº	Descripción de la actividad	Panelista	Asistente de calidad	Tiempo
				
1	Abastecimiento de Materia Prima al molino			15 seg
2	Molienda de Materia Prima			10 seg
3	Validación del Tamaño Medio de Partícula			300 seg
4	Cumple tamaño medio de partícula			
5	Envío al bin de MP molida			90 seg
6	Almacenamiento en Bin MP molida			10 seg
TOTAL				425 seg

Nota: Adaptado de la empresa en estudio.

Mezcla

Esta actividad se la considera relevante en el proceso de producción de alimentos balanceados, gran cantidad de recursos se invierte en recolectar, procesar y almacenar ingredientes en sistemas de alimentación automatizados para dosificar la cantidad exacta en las diferentes balanzas, sin embargo, si estos distintos ingredientes no se mezclan adecuadamente, el sistema de aseguramiento de la calidad que existía antes de esta etapa pierde gran parte de su eficacia.

El proceso primordial para la elaboración de alimentos balanceados es la mezcla, cuyo proceso se muestra en la Figura 8. Un correcto proceso de mezcla garantiza la calidad nutricional del alimento y la gelatinización de los almidones, es indispensable tratar de manera adecuada los ingredientes y velar por la uniformidad de la mezcla.

El propósito del proceso de mezclado es formar una combinación 100% homogénea. De no lograr este objetivo, la calidad nutricional del alimento no se puede garantizar.

El rendimiento de la mezcladora está condicionado por varios aspectos como son: tamaño de partícula (TPM) y características de las materias primas, densidad de los ingredientes, sucesión en que se añaden los ingredientes y el deterioro o deficiencias en el equipo, entre otros.

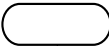





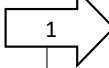

En la empresa en estudio se utiliza una mezcladora horizontal que tiene el diseño de un homogeneizador, en el lugar se puede inyectar ácidos grasos libres y otros líquidos, dentro de la mezcladora trabajan unas paletas que homogenizan la mezcla, el tiempo de mezcla se divide en dos partes: mezcla seca 60 segundos, luego de esto se añaden los diversos líquidos y se procesa la mezcla húmeda por 30 segundos, dando un total de tiempo de mezclado de 90 segundos.

El uso de mezcladoras ofrece varias ventajas en la industria:

- Procesos rápidos y eficientes.
- Uniformidad de la mezcla de ingredientes.
- Fácil de limpiar.
- Poco mantenimiento.
- Se adaptan a cualquier tipo de proceso.

Figura 8

Diagrama de Procesos Mezcla

PROCESO DE MEZCLA		ACTORES		
Nº	Mezcla de Materias Primas	Panelista	Asistente de calidad	Tiempo
				
1	Adición MP Báscula 1-2-3-4-5 (harinas)			60 seg
2	Mezcla Seca			60 seg
3	Adición MP líquidas			15 seg
4	Mezcla Húmeda			30 seg
5	Cálculo de humedad de mezcla			300 seg
6	Envío al bin de mezcla			90 seg
7	Almacenamiento en Bin de Mezcla			10 seg
TOTAL				565 seg

Nota: Adaptado de la empresa en estudio.

Proceso de Peletizado

El alimento inicialmente se encuentra en harina, una vez que ha pasado por las fases de molienda, dosificación y mezcla de los ingredientes, esta mezcla es almacenada

de manera temporal en los bins del mismo nombre (mezcla), al iniciar el proceso la mezcla cae por gravedad hacia las tolvas que están dispuestas sobre las peletizadoras, para ser abastecida continuamente. Las tolvas deben asegurar un flujo constante de la mezcla hacia la peletizadora. Normalmente la mezcla reposa en los bins por cortos periodos de tiempo (máximo 1 hora), lo que impide la separación de los componentes (materias primas) y su posterior desmezclado.









La elaboración del pellet se da en el instante donde hacen contacto los rodillos y el dado o matriz para que el pellet salga por la presión a través de los orificios de la matriz. Al finalizar el proceso de fabricación del pellet este pasa a la etapa de enfriamiento donde el alimento se encuentra inicialmente a una temperatura entre 80-85°C, esto debido a la fricción que ocurre en la peletizadora y el proceso de acondicionamiento, y con un exceso de humedad que será retirada en esta etapa.

En la etapa de enfriamiento, la operación principal consiste en preparar un manto del producto en la cámara enfriadora que se reparte en forma de abanico hasta alcanzar un límite definido y una corriente de aire corre inversamente al descenso del producto para enfriarlo gradualmente con el fin de evitar un choque de temperaturas. El enfriamiento permite que el pellet alcance la dureza adecuada para una durabilidad óptima (PDI) y termine de secarlo, esto con la finalidad de que el producto no se haga migajas durante el transporte y almacenamiento.

Luego pasa a la etapa de recubrimiento donde se alienta el producto a un enrober (tambor de recubrimiento) para aplicar grasa vegetal que complementará los requerimientos nutricionales de energía que necesita el animal de granja. Al finalizar todo el proceso de fabricación, el pellet reposa en los bins de producto terminado para posteriormente ser ensacado o enviado a camiones que transportan el producto al granel. La Figura 9 muestra el diagrama de todo el proceso de peletizado.

Figura 9

Diagrama de Proceso de peletizado.

PROCESO DE PELETIZADO		ACTORES			
Nº	Descripción de la actividad	Peletizador	Ayudante	Asistente de caalidad	Tiempo
					
1	Acondicionado				30 seg
2	Peletizado				15 seg
3	Enfriamiento				300seg
4	Zarandeado				30 seg
5	Recubrimiento				90 seg
6	Toma de muestra de Producto terminado				300 seg
					

PROCESO DE PELETIZADO		ACTORES			
Nº	Descripción de la actividad	Peletizador	Ayudante	Asistente de calidad	Tiempo
				○	
7	Cumple ficha técnica			◇ 1	
8	Envío a ByPass de PT		→ 1		90 seg
9	Descarga en Big Bag		▽ 1		10 seg
10	Envío a Bin de Producto Terminado	→ 2			90 seg
11	Almacenamiento en Bin de producto Terminado	▽ 2			10 seg
TOTAL					965 seg

Nota: Adaptado de empresa en estudio

Proceso de extruido

El proceso de extruido se detalla en la Figura 10, en la primera etapa del proceso es la post-molienda, donde la mezcla pasa por un molino de martillos para alcanzar el tamaño medio de partícula idóneo para ingresar al proceso. La extrusión requiere de tres aspectos para procesar los alimentos: humedad, calor y presión, además es necesario una temperatura mayor a los 100°C para alcanzar la expansión del alimento a medida que sale del equipo extrusor.

En el proceso de extruido, la temperatura se alcanza por medio del pre-acondicionamiento y la inyección de vapor en el acondicionador. De la misma manera, la materia prima soporta una presión alta. La disparidad de presión en el

interior del equipo y el ambiente originará la extrusión de los alimentos balanceados.






En tanto que el material se exprime por medio de los orificios del plato o los insertos del equipo extrusor en el extremo del cilindro y cortados por un cabezal giratorio que contiene cuchillas que cortan el alimento, una porción del agua en la mezcla sobrecalentada sufre una evaporación inmediata y se provoca la expansión.

Luego sigue el proceso de secado que es un proceso clave dentro de la elaboración de alimentos ya que la idea principal es que el extruido conserve la mayor cantidad de agua, sin que pueda aparecer la presencia de hongos y moho además de controlar los niveles de merma.

La parte final del proceso de extruido es el recubrimiento, donde se agrega grasa animal/vegetal y saborizante para mejorar la palatabilidad de los alimentos y finalmente reposar en los bins de producto terminado para su posterior envasado.

Figura 10

Diagrama de proceso de extruido.

PROCESO DE EXTRUIDO		ACTORES			
Nº	Descripción de la actividad	Extrusor	Ayudante	Asistente de caalidad	Tiempo
					
1	Post-Molienda de Mezcla				90 seg
2	Validación del Tamaño Medio de Partícula				300 seg
3	TMP dentro de los parámetros				
					

PROCESO DE EXTRUIDO		ACTORES			
Nº	Descripción de la actividad	Extrusor	Ayudante	Asistente de calidad	Tiempo
		○			
4	Acondicionado	○ 2			30 seg
5	Extruido	○ 3			60 seg
6	Secado	○ 4			600 seg
7	Zarandeado	○ 5			30 seg
8	Recubrimiento	○ 6			90 seg
9	Toma de muestra de Producto terminado			□ 2	300 seg
10	Cumple ficha técnica			◇ 2	
11	Envío a ByPass de PT		→ 1		90 seg
12	Descarga en Big Bag		▽ 1		10 seg
13	Envío a Bin de Producto Terminado	→ 2			90 seg
14	Almacenamiento en Bin de producto Terminado	▽ 2			10 seg
TOTAL					1700 seg

Nota: Adaptado de la empresa en estudio.









Proceso de empaque

Al final del proceso productivo se encuentra el envasado (Figura 11) , que tiene como finalidad empaquetar el producto terminado en una lámina plástica con la tecnología de máquinas con tubos formadores o campana. Además, el producto terminado se puede enfundarse en presentaciones desde 8Kg en adelante.

La calidad y la inocuidad son primordiales en el procesos, adicional que los procesos se tornen eficientes y así prevenir la contaminación cruzada.

Figura 11

Diagrama de proceso de empaquetado.

PROCESO DE EMPACADO		ACTORES			
Nº	Descripción de la actividad	Operador Especial	Auxiliar de Empaque	Asistente de calidad	Tiempo
					
1	Revisión de Humedad y Densidad				300 seg
2	Cumple ficha técnica				
3	Envío a ByPass de PT				90 seg
4	Descarga en Big Bag				10 seg
5	Empaque Primario				10 seg
6	Detector de metales				10 seg
					

PROCESO DE EMPACADO		ACTORES			
Nº	Descripción de la actividad	Operador Especial	Auxiliar de Empaque	Asistente de calidad	Tiempo
				○	
7	Encuentra Metales			◇	
8	Envío a área Producto no Conforme		→ 2		90 seg
9	Descarga en Big Bag		▽ 2		10 seg
10	Empaque secundario	○ 2			10 seg
11	Paletizado	○ 3			10 seg
12	Envío a Bodega		→ 3		90 seg
13	Almacenamiento en Bodega de PT		▽ 3		10 seg
TOTAL					640 seg

Nota: Adaptado de la empresa en estudio.

La planta de alimentos balanceados posee tres líneas de envasado para los productos de las familias de nutrición mascotas, cada línea envasa las siguientes presentaciones:

Línea 6: Productos desde 8Kg hasta 30Kg.

En esta línea de envasado se coloca manualmente la funda en la boca de la tolva pesadora donde el producto cae por gravedad al presionar el pedal de descarga, luego pasa al proceso de sellado horizontal mediante una banda transportadora que lo lleva luego al detector de metales y separado de ser el caso, para luego ser

estibado en un pallet por el personal operativo, estas presentaciones no poseen empaque secundario.

Línea 7: productos desde 1lb hasta 4Kg.

También conocida como “Mainar” posee varias tolvas de pesaje que luego alimentan a la funda que es armada mediante un tubo formador que toma la lámina para darle la forma de funda y ser sellada, posteriormente pasa por el detector de metales para ser empacada en fardos de 6 a 10 fundas dependiendo de la presentación (empaque secundario) y al final el personal operativo se encarga de estibar los fardos en el pallet.

Línea 8: Productos de 1lb.

Este equipo también se lo conoce con el nombre de “Mainar” el proceso es similar a la Mainar o Línea 7 con la única diferencia que solo procesa presentaciones de una libra.

Producción mensual del área en estudio

El conocimiento sobre la producción mensual del área de empaquetado en estudio se lleva a cabo con la ayuda de una base de datos de las órdenes de fabricación del área de producción. De acuerdo con la producción del año 2022 se dispone la información de la Tabla 5.

Tabla 5

Producto procesado en toneladas por máquina año 2022.

Mes	Línea 6	Línea 7 (Mainar)	Línea 8 (Raumak)	Total	Porcentaje
Enero	4033	603	497	5133	9%
Febrero	3869	710	365	4944	8%
Marzo	3425	722	411	4558	8%
Abril	3634	621	479	4734	8%

Mayo	3993	505	460	4958	8%
Junio	3974	735	470	5179	9%
Julio	4073	641	385	5099	9%
Agosto	3882	544	358	4784	8%
Septiembre	3944	858	525	5327	9%
Octubre	4021	575	451	5047	8%
Noviembre	4285	650	339	5274	9%
Diciembre	3366	606	388	4360	7%
Total	46499	7770	5128	59397	
Porcentaje	78%	13%	9%		

Nota: Adaptado de empresa en estudio.

4.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para este trabajo se obtiene información del consumo de material de embalaje y de cantidad de producto procesado por turno en el área de empaque de nutrición animal de una empresa de balanceados ubicada en el cantón Durán desde el 15 de enero hasta el 14 de abril del 2023, mediante el análisis de la operación desde una perspectiva sistémica e identificar los elementos que la componen y las interacciones entre ellos.

Como se describió en la delimitación del problema, el área de empaquetado no cuenta con indicadores de productividad que permitan tomar decisiones acertadas sobre la mejora de los procesos y la calidad del producto, un correcto estudio permite erradicar los desperdicios o movimientos que no son necesarios para el desarrollo de las actividades y que conllevan a la pérdida de productividad.

El método de programación utilizado actualmente en el área de empaquetado se basa en el análisis del pedido que recibe el planificador de producción versus los saldos de material de embalaje y en base a ello se realizan los pedidos hacia bodega de insumos. Esta información contiene todos los productos y presentaciones que se van a fabricar en el lapso de una semana con corte los días jueves, pero no se cuenta

con una base de datos de los materiales ni de rendimiento de estos, por lo que el pedido puede realizarse de manera incorrecta.

Para elaborar el análisis de una manera objetiva y alcanzar los resultados esperados, se procedió a recopilar datos que se describen a continuación:

Entrevistas preliminares

Previo al inicio del estudio se efectuaron reuniones con el Coordinador y el Auxiliar de producción en las que se identificaron componentes básicos de la propuesta como son los objetivos cuyo formato se observa en la figura 12.

Figura 12

Formulario de preguntas para la entrevista.

DATOS GENERALES DEL ENTREVISTADO	
Nombre:	
Cargo:	
Jefe inmediato:	
Funciones y supervisión	
¿Cuáles son las funciones que realiza en la empresa?	
¿Reporta a alguien sus actividades o los resultados de este? ¿A quién?	
¿Hay trabajadores que sean supervisados por usted?	
¿En qué lugar lleva a cabo sus actividades?	
¿Qué funciones designa a los trabajadores que tiene a cargo?	
Especificación del puesto:	
¿Cuáles son los conocimientos y habilidades que debe tener para desempeñarse en su puesto?	
¿Cuál es el nivel de estudios requerido para realizar sus funciones?	
¿Utiliza herramientas tecnológicas para realizar sus actividades?	
¿Genera reportes a las áreas gerenciales?	
¿La información que reporta es utilizada para generar indicadores?	
Datos que obtendremos	
¿Se realiza un correcto seguimiento a la productividad?	
¿Existe registro de paras planificadas y no planificadas?	
¿La información generada agrega valor?	

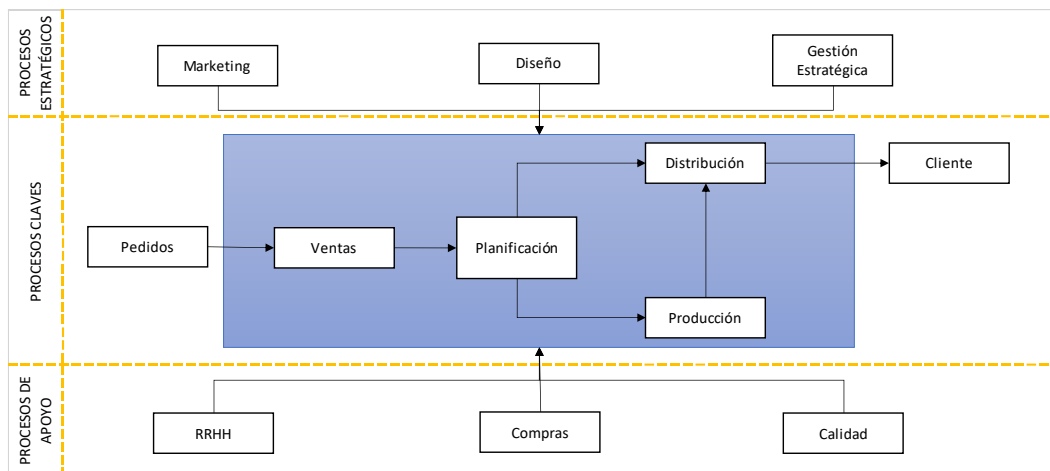
Nota: Adaptado de la empresa en estudio.

Información Inicial

Para tener claro el panorama de los procesos que realiza la empresa en estudio, se inicia realizando el mapa de procesos que se muestra en la Figura 13 para determinar la cadena de valor de la compañía.

Figura 13

Mapa de Procesos de la Compañía en estudio.

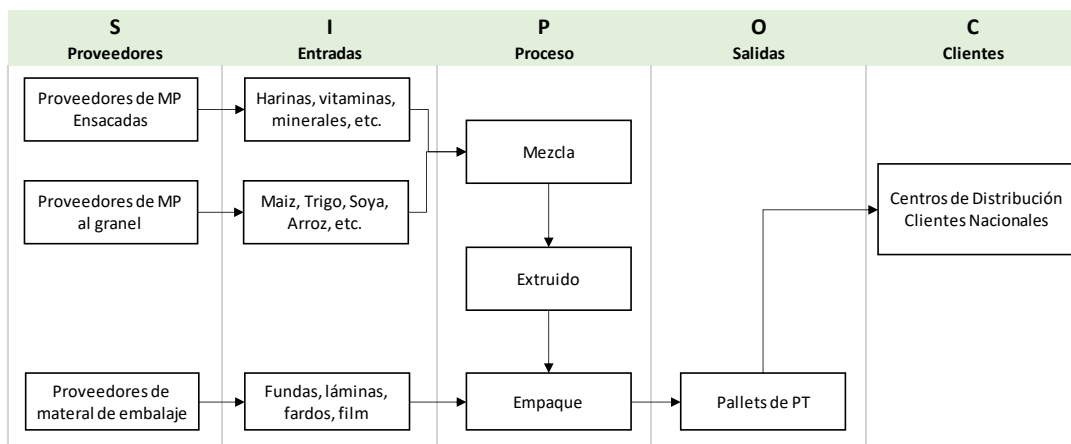


Nota: Adaptado de empresa en estudio

En la Figura 14 se observa que este caso los procesos operativos o primarios son la producción, la planificación, la distribución y la venta; en el interior del proceso de producción se ubican la molienda, mezcla, extruido y el empaque, siendo el último proceso en mención el analizado.

Figura 14

Diagrama SIPOC de la Compañía en estudio.



Nota: Adaptado de empresa en estudio

El flujo del procesamiento del área de empaque empieza con el pedido del área logística en base a los requerimientos de los clientes, de este pedido nace el plan

de producción que es enviado por el planificador logístico de manera semanal con los diferentes productos y presentaciones que se van a procesar cada día, además del producto extruido en las diferentes croquetas y familias de nutrición mascotas, los diferentes tipos de sacos, fundas y láminas para el empaque primario, fardos y stretch film para el empaque secundario, mismos que se utilizarán a lo largo del proceso.

Las salidas son las fundas y fardos de las diferentes presentaciones apilados en pallets que posteriormente serán enviados hacia la bodega de producto terminado que se encuentra dentro de la planta, donde se almacenarán de manera temporal y posteriormente serán enviados hacia la bodega logística que a su vez los suministra hacia los centros de distribución, los cuales realizan la provisión a los distintos clientes.

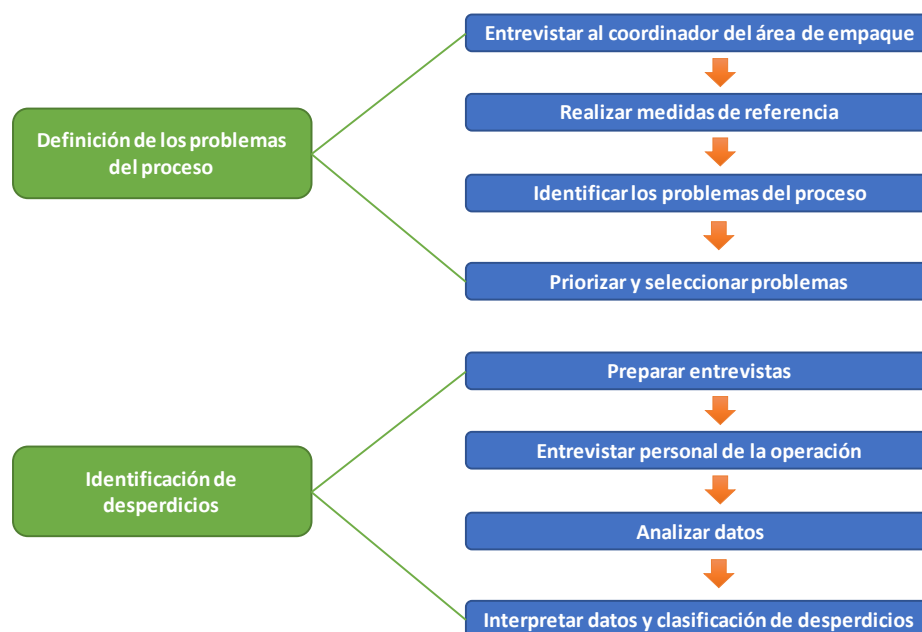
Adicional a los ingresos y las salidas del proceso de empaquetado, asimismo se determinan los controles y los recursos que se asignarán para realizar la actividad. En este proceso los controles se realizan validando la calidad del producto, las órdenes de empaquetado y asignar las diferentes presentaciones que se van a envasar. Se asigna un auxiliar de producción y 10 operarios para las diferentes líneas.

4.3 INTERPRETACIÓN DE VARIABLES DEL PROCESO

Para identificar los problemas primordiales se utiliza un método para detectar y eliminar los desperdicios de los procesos productivos (Barcia, 2012). La metodología mencionada utiliza el procedimiento "definición de problemas del proceso" e "identificación de desperdicios", que se aplica a la mejora de los esquemas de producción industrial y que ayudará a mejorar la productividad del área de empaquetado.

Figura 15

Definición de los problemas del proceso e identificación de desperdicios.



Nota: Adaptado de (Barcia, 2012)

El análisis de la problemática del área de empaquetado (Figura 15) se realizó en varias sesiones con el supervisor del departamento, los operadores especiales y el personal operativo. El principal problema del área de empaquetado identificado es la falta de conocimiento de los procesos. Este es principalmente el objetivo en el que debe centrarse la mejora.

Las mediciones de referencia se deben llevar a cabo a medida que los datos de los parámetros estén disponibles, utilizarlos para la comparación y la potenciación. En este caso, cuando se deben recopilar datos primarios de las operaciones diarias de los distintos procesos de envasado.

Se realizó un estudio durante 7 fines de semana para determinar el porcentaje de absentismo de los colaboradores y como se muestra en la tabla 6, en promedio existe un 20,3% de absentismo.

Tabla 6

Absentismo en área de empaclado los fines de semana.

Fecha	Trabajadores programados	Asistencia	Falta	% Absentismo
15/1/2023	14	10	4	28.6%
21/1/2023	14	10	4	28.6%
22/1/2023	14	11	3	21.4%
28/1/2023	14	13	1	7.1%
29/1/2023	14	11	3	21.4%
4/2/2023	14	12	2	14.3%
5/2/2023	14	13	1	7.1%
11/2/2023	14	11	3	21.4%
12/2/2023	14	11	3	21.4%
18/2/2023	14	10	4	28.6%
19/2/2023	14	10	4	28.6%
25/2/2023	14	11	3	21.4%
26/2/2023	14	12	2	14.3%
	182	145	37	20.3%

Nota: Adaptado de empresa en estudio.

No se registraban los tiempos de falla de la máquina y los tiempos de espera de los mecánicos, lo que no permitía manejarlos ni distinguirlos, y por la ausencia de registros no se conocía con seguridad sobre la eficiencia real del área.

El área de empaque no cuenta con información de los tiempos de retraso en el proceso de envasado de producto terminado, lo que significaba falta de información sobre el cumplimiento de los tiempos establecidos por el planificador en el plan diario de producción.

No existe registro de producto fuera de ficha técnica o devuelto como no apto para la venta, por lo que no se puede conocer el tiempo que no se aprovecha para la producción debido a la descarga de producto no conforme, además del indicador de calidad que puede ser utilizado para el cálculo del OEE e incrementa el costo de producción.

4.5 DISEÑO DEL INDICADOR OEE

Para realizar el diseño del indicador OEE se realiza una evaluación del funcionamiento de los equipos de la línea de empaque de producto extruido para mascotas, cuya finalidad es identificar probables cuellos de botella que provoquen una disminución de la producción diaria. Para ello, es necesario crear un método que alcance las perspectivas de mejora continua de los procesos de envasado mediante la medición de la eficiencia global de los equipos.

La metodología se desarrolló de tal manera que el área de empaquetado se quede con un medidor que logre el control de los procesos de empaquetado del producto. La capacitación de los operadores especiales y personal operativo es indispensable, porque es la base de la mejora continua, la capacitación debe ser de manera constante, para que el logro de los objetivos de la compañía se alcance mediante la retroalimentación, lo que reduce las paradas de las líneas y por ende repercute en una baja eficiencia.

La metodología desarrollada debe poner en práctica el indicador OEE, el cual debe medirse por turnos de 8 horas, semanal y mensualmente, con la finalidad de utilizar esta información para llevar a cabo planes de acción que incrementen la eficiencia global de los equipos.

Examinar conceptos clave del estudio faculta que el OEE se convierta en un instrumento importante para determinar:

- Disponibilidad de las líneas de empaque.
- Rendimiento de cada una de las líneas.
- Desperdicio por productos fuera de ficha técnica.

Por lo tanto, establece la eficiencia global del equipo.

Excel se puede convertir en una gran herramienta para calcular el OEE para medir y comprobar las fuentes de eficiencia y pérdidas.

Permite a los operadores registrar datos sin necesidad de utilizar papel en las computadoras para su posterior análisis en las juntas de la empresa. De esta manera, los equipos pueden entenderse y capacitarse en conceptos de OEE y enfoques de mitigación para evitar el desperdicio.

Los criterios que se utilizaron para escoger la línea de muestreo se exponen seguidamente:

- Volumen de Producción y Mercado
 - Nicho de mercado.
 - Cantidad de Fabricación.
- Tasa de Mantenimiento.
- Tasa de Reproceso

Se elaboró una tabla de evaluación (Tabla 7) para seleccionar la línea piloto, como se muestra a continuación:

Tabla 7

Producto procesado en toneladas por máquina.

Puntuación	Significado
1	Importancia Baja
2	Importancia Media
3	Importancia Alta

Nota: Adaptado de empresa en estudio.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de analizar la operación y estado actual del área de empaquetado y en función del análisis de causa raíz, se identificaron puntos críticos, los cuales se basaron en:

El ausentismo en el área fue alto, especialmente los fines de semana en los cuales en promedio se tuvo un 20,3%, lo que provoca una disminución de unidades empacadas y, en algunos casos, para de las líneas, afectando la producción en aproximadamente 11%, es decir, 19tm al día; Además, la constante inducción de los compañeros, que muchas veces alargaba las curvas de aprendizaje.

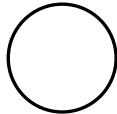
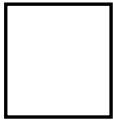
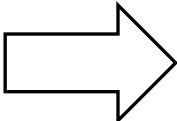
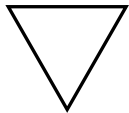
Además del problema del absentismo, se observa que no existe un registro histórico ni reciente de los tiempos en que se realizan los cambios de presentación y montaje/desmontaje de materiales (set up), por lo que no se puede tener un estándar de los tiempos que debe tomar los set up por cambio de producto.

Mejorar la metodología de trabajo y estandarizar los procesos son herramientas que toda organización debería tener para alcanzar la competitividad global. Con la ayuda de estas herramientas se puede conocer, mejorar y medir los procesos productivos de las líneas de proceso para estar a la vanguardia del desarrollo de la productividad.

La tabla 8 muestra las actividades del proceso de molienda, donde se observa que la inspección toma gran cantidad de tiempo, lo que retrasa el tiempo de reacción frente a las desviaciones que se puedan dar al momento de realizar las moliendas de materia prima.

Tabla 8

Actividades y tiempos proceso de molienda.

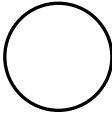

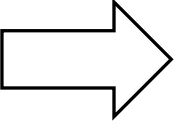
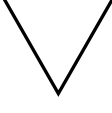
PROCESO DE MOLIENDA		
Actividad	Cantidad	Tiempo
	1	10 seg
	1	300 seg
	2	105 seg
	1	10 seg
Total	5	425 seg

Nota: Adaptado de empresa en estudio.

En la Tabla 9 se puede observar que existen 4 actividades de operación, 1 inspección, 1 transporte y 1 almacenamiento. El proceso de inspección es el que toma más tiempo ejecutar debido a que la distancia entre el lugar donde se toma la muestra y el cuarto de análisis es muy grande. Se propone instalar un cuarto de análisis más cerca del punto de muestreo o en su defecto habilitar un punto de muestreo más cerca del cuarto de análisis, la propuesta se analizará para determinar su factibilidad.

Tabla 9

Actividades y tiempos proceso de mezcla.



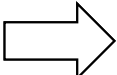

PROCESO DE MEZCLA		
Actividad	Cantidad	Tiempo
	4	165 seg
	1	300 seg
	1	90 seg
	1	10 seg
Total	7	565 seg

Nota: Adaptado de empresa en estudio.

La Tabla 10 muestra las actividades y tiempos del proceso de extruido que en su mayoría son operaciones, si bien todos los procesos se encuentran controlados y estandarizados, al igual que en los demás procesos de la planta, el tiempo que toma realizar los muestreos es significativo y puede haber problemas en el proceso porque no se detecten a tiempo, por tal motivo se sugiere tomar medidas correctivas en este aspecto.

Tabla 10

Actividades y tiempos proceso de extruido.



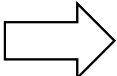

PROCESO DE EXTRUIDO		
Actividad	Cantidad	Tiempo
	6	900 seg
	2	600 seg
	2	180 seg
	2	20 seg
Total	12	1700 seg

Nota: Adaptado de empresa en estudio.

La Tabla 11 muestra el proceso de peletizado en su mayoría tiene actividades de operación, las cuales son automatizadas, pero las actividades de inspección que son manuales toman mucho tiempo, lo cual puede quitarle velocidad al proceso.

Tabla 11

Actividades y tiempos proceso de peletizado.



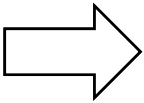

PROCESO DE PELETIZADO		
Actividad	Cantidad	Tiempo
	5	465 seg
	1	300 seg
	2	180 seg
	2	20 seg
Total	10	965 seg

Nota: Adaptado de empresa en estudio.

El proceso de empaquetado el cual se encuentra demostrado en la Tabla 12, inicia con una inspección del alimento extruido para determinar si es apto para envasar, esta actividad retrasa el inicio de la operación ya que sin los resultados no puede iniciar el proceso.

Tabla 12

Actividades y tiempos proceso de empaquetado.

PROCESO DE EMPAQUETADO		
Actividad	Cantidad	Tiempo
	3	30 seg
	2	310 seg
	3	270 seg
	3	30 seg
Total	11	640 seg

Nota: Adaptado de empresa en estudio.

En todos los procesos la actividad que toma más tiempo y retrasa la operación además de alargar el tiempo en que se pueden detectar desviaciones es la inspección, ya que los puntos de muestreo están distantes del área de análisis de materias primas y producto terminado, se indica al Jefe de Producción que si no es factible colocar más puntos de análisis, se debe reubicar los puntos de toma de muestra para que se puedan realizar en menor tiempo.

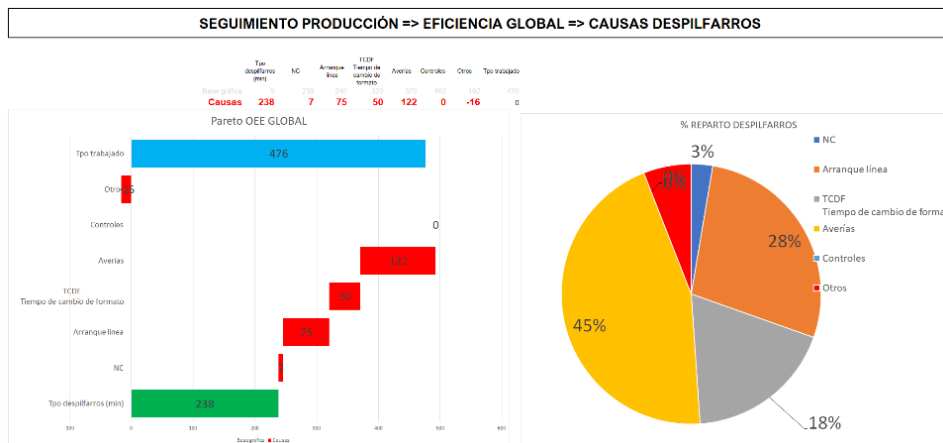
Para alcanzar en OEE ideal, es importante identificar los equipos con el mayor impacto comercial y operacional, además de los mayores problemas que presentan durante la actividad operativa. Esta designación se realizó estudiando el volumen

Si bien estos resultados se encuentran dentro de un OEE considerado normal, es notorio que se pueden encontrar oportunidades de mejora para alcanzar al menos el 85% que es considerado un OEE de clase mundial y que es el objetivo de todas las empresas que buscan posicionarse en el mercado nacional y posterior alcanzar el mercado internacional.

Esta información fue presentada al responsable del área de empaquetado para que la pueda analizar. El supervisor de empaquetado estaba complacido por los resultados obtenidos, indicó que la plantilla en Excel es una excelente opción ya que no se requiere incurrir en costos para la adquisición de software con licencia. Esto debido a que se está iniciando un proceso de mejora continua y la propuesta responde a las exigencias actuales.

Ahora bien, para representar el valor agregado del proyecto, se proporciona un tablero gráfico como modelo con información de las causas de los desperdicios examinada en Excel (Figura 19).

Figura 19
Causas de los desperdicios.



Nota: Adaptado de empresa en estudio

La Figura 20 muestra un cálculo simple del OEE del primer día de estudio, es decir, ingresando los datos de capacidad nominal del equipo, tiempo de funcionamiento, tiempo de paras, producción total y producción defectuosa para calcular de manera

automática la disponibilidad, eficiencia y calidad, datos que son necesarios para calcular el OEE del día que se desea obtener.

Figura 20

Cálculo simple del OEE del primer día de estudio.

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad de máquina	140	unidades/hora
Tiempo de funcionamiento	24	horas
Tiempo para planificadas	2.8	horas
Tiempo de paradas	1	horas
Tiempo de alistamientos	1	horas
Producción total	2328	unidades
Producción con desperfectos	100	unidades
Tiempo disponible	21.2	horas
Tiempo muerto	2.80	horas
Tiempo operativo	21.20	horas
Disponibilidad	88.33%	
Eficiencia	78.44%	
Calidad	95.70%	
OEE	66.31%	
Desperdicios	33.69%	



Nota: Adaptado de empresa en estudio

Indudablemente se debe conocer que toda compañía requiere alcanzar metas, objetivos y resultados para el producto que ofrece, en este caso alimento balanceado para mascotas. El propósito de este estudio fue exponer la necesidad de un sistema OEE y los beneficios que trae al área de empaquetado, formulando dos hipótesis.

La primera hipótesis sugiere: la implementación de un sistema OEE muestra resultados que permiten realizar tomas de decisiones que ayuden a incrementar el rendimiento de los equipos.

En segundo lugar, la instalación de un sistema OEE ayuda a aumentar la productividad del área de empaquetado, aprovechando los recursos tanto humano como maquinaria.

En este contexto, este trabajo se desarrolló con el objetivo de contrastar o anular estas dos hipótesis.

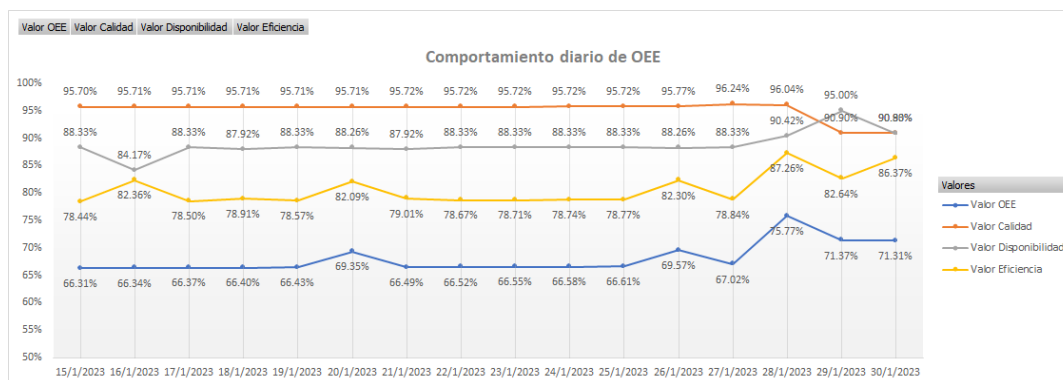
Se llevó a cabo un plan piloto para crear el prototipo del OEE, en el cual se calcula las variables de disponibilidad, rendimiento y calidad utilizando datos adquiridos en 90 días hábiles a partir del 15 de enero de 2023 hasta el 14 de abril del mismo año.

Examinando la información se pudo evaluar cómo se adquieren diversos valores entre las métricas, como se muestra en el Gráfico 2 “Tendencias de resultados diarios calidad, disponibilidad, eficiencia y OEE”, los valores obtenidos en los primeros días de estudio rondan el 88% de disponibilidad, el 79% de eficiencia y el 96% de calidad, siendo la eficiencia el valor más bajo de las 3 métricas utilizadas para el cálculo del OEE, es decir, no se está produciendo a la velocidad que pueden alcanzar los equipos.

El OEE en los días de estudio se encuentra entre el 66% y el 76% que se denomina normal pero lejos de la clase mundial que es el nivel que toda empresa debe aspirar.

Gráfico 2

Tendencias de resultados diarios calidad, disponibilidad, eficiencia y OEE.



Nota: Adaptado de empresa en estudio

Al realizar la operación con estos valores utilizando la fórmula del OEE, como se observa en la Figura 21, se determinó que el valor alcanzado durante los 10 primeros días de estudio fue del 66.72%. Este es un valor poco aceptable y requiere intervención inmediata para mejorar los procesos de producción del área de empaquetado.

Figura 21

Resultado del OEE acumulado luego de los 10 primeros días de análisis.

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad de máquina	140	unidades/hora
Tiempo de funcionamiento	240	horas
Tiempo paras planificadas	26	horas
Tiempo de paradas	1	horas
Tiempo de alistamientos	1	horas
Producción total	23325	unidades
Producción con desperfectos	1000	unidades
Tiempo disponible	214	horas
Tiempo muerto	29.10	horas
Tiempo operativo	209.90	horas
Disponibilidad	87.82%	
Eficiencia	79.37%	
Calidad	95.71%	
OEE	66.72%	
Desperdicios	33.28%	



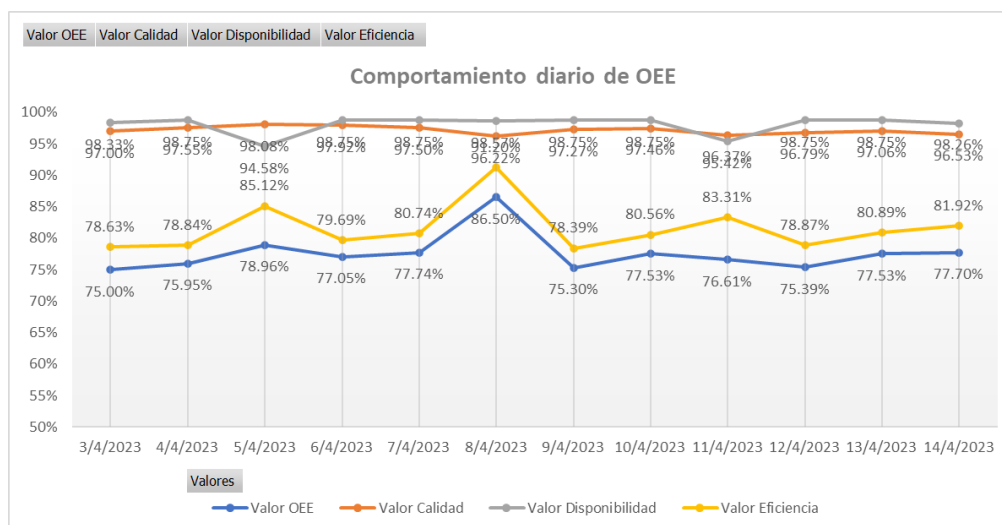
Nota: Adaptado de empresa en estudio.

Luego de realizar la sugerencia de mejorar la inspección relacionada al muestreo, el cual retrasa las operaciones además de un registro de seguimiento de fallas y paradas para determinar las causas que disminuían la disponibilidad de los equipos para trabajar además de generar desperdicios al no encontrarse en óptimas condiciones de trabajo, se procede a realizar el análisis de los resultados obtenidos en los últimos días de estudio del área de empaquetado.

Se observa en el Gráfico 3 la evidente mejora en la disponibilidad de los equipos, lo que se traduce en mayor productividad, es decir los volúmenes de producción aumentan evitando así la saturación de bins de producto terminado ya que al aumentar la productividad no queda producto por empacar y las líneas de extruido no realizan paradas por no contar con disponibilidad de almacenamiento en bin para el producto extruido, con estos resultados se puede asegurar que se llegó al objetivo general que es proponer los indicadores de productividad idóneos para la mejora de la calidad y toma de decisiones del área de empaque, el indicador idóneo para la empresa es el OEE y se logró aumentar la productividad y disminuir los desperdicios.

Gráfico 3

Tendencias de resultados diarios en los últimos días de estudio.



Nota: Adaptado de empresa en estudio.

Además, en la gráfica se puede observar que el 8 de abril se logró el OEE más alto de los días de estudio, obteniendo un 86,5% que es considerado de Clase Mundial.

Como se observa en la Figura 22, se determinó que el valor alcanzado durante los últimos días de estudio, el cual fue del 76.70%, es decir, 10% superior a los resultados obtenidos durante los primeros días de estudio, medir las paras y sus consecuencias ayudó a minimizar las paras por daños en los equipos, así como concientizar a los operadores el impacto que tiene en la operación el ausentismo, permitió aprovechar al máximo la mano de obra para que los equipos no detengan su producción.

Al controlar la variabilidad de estos dos aspectos mejora la productividad y por ende ayuda a reducir costos de mantenimiento correctivo, rotación de personal e incurrir en gastos por generación de horas extra.

Figura 22

Resultado del OEE acumulado luego de los últimos días de análisis.

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad de máquina	140	unidades/hora
Tiempo de funcionamiento	288	horas
Tiempo paras planificadas	4	horas
Tiempo de paradas	1	horas
Tiempo de alistamientos	1	horas
Producción total	31723	unidades
Producción con desperfectos	905	unidades
Tiempo disponible	284	horas
Tiempo muerto	7.80	horas
Tiempo operativo	276.20	horas
Disponibilidad	96.24%	
Eficiencia	82.04%	
Calidad	97.15%	
OEE	76.70%	
Desperdicios	23.30%	



Nota: Adaptado de empresa en estudio.

6. CONCLUSIONES

Los factores que más inciden en la productividad de la empresa en estudio son:

- El ausentismo laboral, en especial los fines de semana es el factor que más afecta a la productividad con un 17% que puede llegar a afectar el volumen de producción hasta en 1824tm al año, ya que se ven obligados a reorganizarse para que la línea que genera mayor volumen de producción no pase y en consecuencia otra línea de empaque debe detener sus actividades, lo cual genera aumento en los costos y tiempo improductivo.
- Otro factor que afecta la productividad es la falta de datos de los procesos del área de empaque genera desinformación y confusión sobre dónde ocurrió el error o falla y quién lo causó, lo que a su vez genera conflictos entre las áreas que intervienen en el proceso, es necesario generar información para que los procesos estén controlados y poder mejorarlos.

La falta de recolección de datos en el área de empaque dificultaba tomar decisiones acertadas sobre las mejoras y controles que se debían realizar en el área de empaque, las ideas de mejoras en las diferentes líneas de procesos se basaban en el empirismo, es decir, en base a la experiencia de los operadores y mandos medios pero no poseían una base sobre la cual realizar el análisis de cuáles son los subprocesos que agregan menos valor o que necesitan ser potenciados para alcanzar el rendimiento máximo de los equipos y disminuir las paras para aprovechar al máximo la disponibilidad.

Después de analizar toda la información, se pudo determinar que el OEE podría ser implementado en el área de empaquetado, con los primeros datos obtenidos se observó la oportunidad de mejorar el proceso para alcanzar la eficiencia general de los equipos. El estudio demostró que el OEE ayuda a los distintos procesos de la

empresa a alcanzar sus metas y objetivos a lo largo del proceso productivo. Alcanzando las medidas de efectividad de los equipos y sistemas. El OEE estudia y tipifica varias clases de desperdicios que se pueden presentar durante el proceso productivo y reducen el tiempo efectivo del proceso y no permiten alcanzar una producción óptima.

El diseño del formulario de ingreso de información se ha adaptado para que sea compatible con todas las líneas o procesos que se ejecutan en el área de empaquetado, teniendo en cuenta los procesos de mayor volumen productivo e integrando las etapas.

Al final del proyecto, se analizó las ganancias de productividad que se pueden alcanzar al reflejar el rendimiento actual y crear conciencia en los empleados sobre el ahorro de costos para identificar dónde se desperdician en mayor volumen los productos e insumos y el tiempo.

La implementación del OEE ayudó a aumentar la productividad del área de empaque y aprovechar la disponibilidad de los equipos ya que en la primera semana de estudio esta fue de 79.37 % a 82,04 % que representa un aumento en la producción de 150tm al mes. Además, la disponibilidad de los equipos por la reducción de fallas incrementó de un 87.82 % a un 96.24%, es decir, aproximadamente un 8.5%, ya que el departamento de producción pudo tomar decisiones acertadas al momento de implementar mejoras y poder reducir el tiempo de inactividad del equipo y aumentar la capacidad productiva.

En definitiva, los resultados de este estudio son:

1. Utilizar el indicador OEE beneficiará al área de empaquetado a la hora de tomar decisiones que incidan en el desempeño de los equipos o de los empleados.
2. El éxito de utilización del OEE en el área de empaque dependerá de la calidad de información que se registre.
3. La implantación del OEE en el área de empaque ayudará a mejorar la eficiencia.

4. El establecimiento del OEE mejorará la productividad del área de empaque.

6.1 RECOMENDACIONES

Para garantizar una implementación adecuada, se debe capacitar al personal que recopila la información, leer los resultados y lograr los objetivos sociales básicos. Esto generará un incentivo adicional para mejorar su tiempo de disponibilidad, rendimiento y porcentajes de calidad pudiendo ser incluidos en la lista de causas por las que se otorgan bonos de producción mensuales.

Las mediciones automatizadas eliminan los errores y la manipulación de datos, aunque en primera instancia se deberá hacer de manera manual. Es un sistema comprobado con vastos recursos asequibles en el mercado y un procedimiento conveniente que puede ser utilizada desde las operaciones más pequeñas hasta las organizaciones más grandes. El sistema incluye herramientas de software de fácil acceso y un sistema manual de recopilación de datos.

Área de Mantenimiento. – Determina los siguientes procesos de mejoras:

1. Determinar un programa de mantenimiento rutinario para los equipos. Consiste en crear un plan de mantenimiento para todas las partes de los equipos que requieran reparaciones regulares o periódicas, de acuerdo con las instrucciones dadas en el manual del proveedor.
2. Identificar los elementos críticos del sistema mecánico. Minimizar el tiempo de inactividad mapeando las partes que más afectan al sistema.
3. Solicitar a los proveedores a volver a capacitar a los mecánicos encargados del área de empaquetado. La meta es disminuir/erradicar las lagunas de conocimiento de los técnicos de mantenimiento.
4. Inspección y abastecimiento de repuestos del almacén de partes críticas de los equipos. El objetivo es reducir el tiempo que los equipos esperan a que lleguen las piezas de repuesto.

Área de producción. - Identifica las opciones de mejora.

1. Establecer un número mínimo de corridas de producción para cada familia de alimentos. Se debe ajustar el plan de producción semanal para encontrar formas de simplificar la cantidad de cambios de producto/presentación en el proceso productivo.
2. Verificar el sistema de distribución de las croquetas a la máquina empacadora. Consiste en comprobar que la configuración actual de distribución de croquetas desde el cluster de bins hasta la máquina envasadora se realice de manera correcta para evitar productos rechazados.

Área de material de empaque. - Establecer acciones de mejora.

1. Validar que la línea de comunicación que conecta la planificación y el almacenamiento de material. - En la actualidad el único contacto entre planificador de producción y bodegueros es el correo electrónico (email). No hay confirmación previa de los insumos necesarios para la fabricación o asesoramiento sobre los tiempos de llegada. La sincronía del planificador y bodega debe residir en el arribo de los insumos y su uso en el área de empaque.
2. Verificar la línea de comunicación entre bodega de materiales y planificación. - Ahora el personal del almacén reporta al coordinador de bodegas y es responsable de la seguridad del material de embalaje. El responsable de planificación y su equipo se encuentran alejados de la bodega, por lo que no hay una comunicación si obstáculos entre ambas áreas.
3. Considerar una modalidad de planificación diferente. - Se discute el esquema de planificación actual, que se realiza en una sola vía desde la planificación a la bodega, pero no se retroalimenta sobre las novedades del día a día que se presentan en el área.

REFERENCIAS

- Barcia, K. (2012). *MODELO PARA MEJORAR SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SERVICIO*.
- Belohlavek, P. (2006). *OEE Overall Equipment Effectiveness Su Abordaje Unicista*. Blue Eagle Group.
- Biourge, V., & Elliott, D. (2014). *Nutrición en el perro y el gato*. 52. www.ivis.org,
- Camisón Zornoza, C., Cruz, Sonia., & González, T. (2007). *Gestión de la calidad : conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Pearson/Prentice Hall.
- CFN. (2021). *Industrias Manufactureras - Elaboración de alimentos preparados para animales*.
- Chamorro, O., Altahona, T., & Fontalvo Herrera, J. (2011). *Gestión de la Producción y las Operaciones*. Corporación para la Gestión del Conocimiento Asesores del 2000.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros* (Chacon. Jesus, Ed.; 13th ed.).
- Climent Serrano, S. (2003). *Los Costes de calidad como estrategia empresarial: Evidencia empírica en la comunidad Valenciana*. Universitat de Valencia.
- Coba, G. (2022). Ecuatorianos gastan más en productos y servicios para mascotas. *Primicias*.
- Corral, R. (2017). *KPIs útiles. Diseña indicadores operativos que realmente sirvan para mejorar*. LEEONLINE.
- El Universo.com. (2011). *Ecuador gasta US\$40M para alimentar sus mascotas*. <https://www.eluniverso.com/2011/11/03/1/1356/ecuador-gasta-40-millones-alimentar-sus-mascotas.html>
- Gaitan Gardona, J. Z., & Vera Cardenas, D. F. (2007). *MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE EMPAQUE IMA 2 DEL AREA DE EMPAQUE SÓLIDOS DE LA EMPRESA FARMACEUTICA PFIZER*. Universidad Autonoma de Occidente.
- Gutiérrez Pulido, Humberto. (2010). *Calidad total y productividad* (3rd ed.). McGraw Hill.
- Hernandez, J. C., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*.
- Hernández, J. C., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI.
- Ibermatica. (2020). *OEE: ¿Qué es, cómo se calcula y cómo optimizarlo?*
- Lasluisa, M. J. (2015). *Sistema de Indicadores para medir la productividad en la empresa Bioalimentar Cia. Ltda*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO.
- Ludy, J., & Valenciano, M. (2018). *Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo*.
- Maldonado Fiallos, S. M. (2016). *Aumento de la Productividad mediante la gestión por procesos en el área de empaque de la empresa GREENROSE*. UDLA.
- Meller, P. (2019). *Productividad, competitividad e innovación Perspectiva conceptual*.
- Pérez, C. (2020). *LOS INDICADORES DE GESTIÓN*. Soporte&Cia. Ltda.

- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean manufacturing : la evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos.
- Robbins, S., & Coulter, M. (2005). *Administración*. Pearson Educación.
- Rodriguez, F., & Gomez, L. (1991). *Indicadores de calidad y productividad en la empresa*. Editorial Nuevos Tiempos.
- Salazar López, B. (2019, November 4). *Eficiencia Global de los Equipos (OEE)*.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oeef/>
- Sladogna, M. G. (2017). *PRODUCTIVIDAD-DEFINICIONES Y PERSPECTIVAS PARA LA NEGOCIACIÓN COLECTIVA*.
- Suzuki, T. (1996). *TPM en industrias de proceso*. Productivity Press.
- Trout, J. (2020, July 7). *Qué es, beneficios, pilares y como implementar Mantenimiento Productivo Total– TPM*. <https://cmc-latam.com/2020/07/07/que-es-beneficios-pilares-y-como-implementar-mantenimiento-productivo-total-tpm/>