

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**AUMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA
DE MANUFACTURA DE GALLETAS DE 26 GRAMOS EN
EMPRESA SWEETWELL ZONA FRANCA CON DMAIC Y OEE**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: MAYNOR PEÑA ANGULO

TUTOR: ING. JOEL PICADO SANABRIA

SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA

ABRIL, 2025

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA	I
CÉDULA DE IDENTIDAD	II
SOLICITUD DE DEFENSA	III
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR	V
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO.....	VI
CARTA DE ENTENDIMIENTO	VII
CONTENIDO	VIII
TABLAS	XIII
FIGURAS	XV
DEDICATORIA.....	XVIII
AGRADECIMIENTOS.....	XIX
EPÍGRAFE	XX
RESUMEN	XXI
CAPÍTULO I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 ANTECEDENTES.....	4
1.4.1 Antecedentes nacionales	4
1.4.2 Antecedentes internacionales	6
1.5 PROYECCIONES.....	9
1.5.1 Alcances	9
1.5.2 Limitaciones	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES.....	12
2.1.1 DMAIC	12

2.1.2 FODA.....	14
2.1.3 Matriz de estrategias FODA.....	15
2.1.4 Project charter (carta del proyecto).....	17
2.1.5 Árbol de CTQ.....	19
2.1.6 Diagrama SIPOC	20
2.1.7 Diagrama de flujo	21
2.1.8 Plan de recolección de datos	23
2.1.9 Diagrama de recorrido	23
2.1.10 Value stream mapping (VSM).....	25
2.1.11 Gráficos de barras, líneas y pastel	27
2.1.12 OEE.....	30
2.1.13 Entrevistas	41
2.1.14 Lluvia de ideas.....	42
2.1.15 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)	43
2.1.16 Multivoto.....	44
2.1.17 Análisis de Pareto	45
2.1.18 Capacitación	48
2.1.19 Manual de procedimientos	49
2.1.20 Diagrama de Gantt.....	50
2.1.21 Gemba walk.....	51
2.1.22 Distribución de planta.....	52
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	54
2.2.1 Visión/misión	54
2.2.2 Antecedentes históricos	54
2.2.3 Ubicación geográfica	55
2.2.4 Estructura organizacional.....	55
2.2.5 Cantidad de empleados	56
2.2.6 Tipos de productos.....	57
2.2.7 Mercado de exportación.....	58
2.2.8 Descripción general del proceso productivo	58
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	60

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	61
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	61
3.2.1 Definir (D).....	62
3.2.2 Medir (M).....	63
3.2.3 Analizar (A).....	63
3.2.4 Mejorar (I).....	64
3.2.5 Controlar (C)	64
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	64
3.3.1 Sujetos de información	66
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS	67
3.4.1 Definición conceptual	67
3.4.2 Definición operacional.....	67
3.4.3 Definición instrumental	68
3.5 INSTRUMENTOS	70
3.5.1 Registros históricos.....	70
3.5.2 Recorridos o gemba walk.....	71
3.5.3 Plan de recolección de datos	71
3.5.4 Técnica de grupo focal (focus group).....	72
3.5.5 Lluvia de ideas.....	72
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	73
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	75
4.1 DEFINIR.....	76
4.1.1 Análisis FODA	76
4.1.2 Matriz de estrategias	78
4.1.3 Project charter (carta del proyecto).....	81
4.1.4 Árbol de CTQ (critical to quality)	83
4.1.5 Producto crítico	84
4.1.6 Diagrama SIPOC	86
4.1.7 Diagrama de flujo	88
4.2 MEDIR	92
4.2.1 Plan de recolección de datos	93

4.2.2 Diagrama de recorrido	95
4.2.3 Pronósticos de la demanda (forecast)	97
4.2.4 Value stream mapping (VSM)	99
4.2.5 Indicador OEE.....	102
4.3 ANALIZAR	118
4.3.1 Lluvia de ideas.....	121
4.3.2 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)	124
4.3.3 Multivoto.....	127
CAPÍTULO V. PROPUESTA	132
5.1 MEJORAR.....	133
5.1.1 Propuesta 1. Implementación de procedimientos de gestión de inventarios de materias primas en la bodega de Sweetwell Zona Franca	134
5.1.2 Propuesta 2. Implementación de un manual de gestión de mantenimiento de equipos en Sweetwell Zona Franca	150
5.1.3 Propuesta 3. Fabricación de 2 piezas de transición para los cargadores de galletas a la máquina de empaque horizontal	160
5.2 CONTROLAR	166
5.2.1 Indicador OEE.....	166
5.2.2 Indicador de cumplimiento de la gestión de mantenimiento	169
5.2.3 Diagrama de Gantt del proyecto.....	171
5.2.4 Retorno de la inversión (ROI).....	175
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	177
CONCLUSIONES.....	178
RECOMENDACIONES	179
REFERENCIAS	182
APÉNDICES Y ANEXOS	191
APÉNDICE 1: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, AÑO 2025, PARA SWEETWELL	192
APÉNDICE 2: FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS Y DESGLOSES DE PARTES PARA SU MANTENIMIENTO	193
APÉNDICE 3: INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DE SWEETWELL	194

APÉNDICE 4: LISTADO DE CONTROL DE PAROS DE ELABORACIÓN (COCINA)	195
APÉNDICE 5: LISTADO DE CONTROL DE PAROS DE EMPAQUE.....	196
APÉNDICE 6: REGISTRO DE PRODUCCIÓN–ELABORACIÓN	197
APÉNDICE 7: REGISTRO DE PRODUCCIÓN-MÁQUINA HORIZONTAL-GALLETAS 26 G	198
ANEXO 1: COTIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE CARGADORES	199

TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación de la OEE según su puntuación	41
Tabla 2.2. Cantidad de empleados por área en Sweetwell Zona Franca	56
Tabla 3.1. Fuentes de información	66
Tabla 3.2. Sujetos de información.....	67
Tabla 3.3. Variables de la investigación por objetivo específico.....	69
Tabla 4.1. Porcentaje de ventas por producto (volumen en corrugados)	85
Tabla 4.2. Porcentaje de ocupación por cada línea de producción	85
Tabla 4.3. Porcentaje de utilización por máquina de empaque.....	86
Tabla 4.4. Plan de recolección de datos.....	94
Tabla 4.5. Pronóstico de ventas de Sweetwell Zona Franca, año 2025.....	98
Tabla 4.6. Paros programados en el proceso de empaque	103
Tabla 4.7. Tiempo productivo disponible en empaque	104
Tabla 4.8. Paros programados en el proceso de elaboración	104
Tabla 4.9. Tiempo productivo disponible en elaboración	105
Tabla 4.10. Fórmula de cálculo para la OEE general.....	106
Tabla 4.11. Resultados de la OEE para elaboración	106
Tabla 4.12. Resultados de la OEE para empaque	110
Tabla 4.13. Tiempo por tipo de pérdida en elaboración y empaque	120
Tabla 4.14. Resultados del ejercicio del multivoto	128
Tabla 5.1. Resultados de la puntuación del multivoto del equipo de bodega.....	135
Tabla 5.2. Clasificación ABC de los productos terminados en Sweetwell Zona Franca	144
Tabla 5.3. Porcentaje de mejora en disponibilidad	148
Tabla 5.4. Monto de ahorro por la mejora de disponibilidad.....	149
Tabla 5.5. Incremento en la capacidad de almacenaje en bodegas	149
Tabla 5.6. Tareas y responsables de la ejecución de la propuesta 1.....	150
Tabla 5.7. Frecuencia de mantenimiento de los equipos en Sweetwell Zona Franca	153
Tabla 5.8. Cronograma de capacitación para los colaboradores en Sweetwell Zona Franca	157
Tabla 5.9. Mejora proyectada en el indicador OEE por mejoras en el mantenimiento.....	158
Tabla 5.10. Mejora proyectada en el indicador OEE por mejoras en el mantenimiento.....	159

Tabla 5.11. Tareas y responsables de la ejecución de la propuesta 2.....	159
Tabla 5.12. Utilización de la máquina por velocidad.....	164
Tabla 5.13. Mejora en el porcentaje de OEE por aumento de la velocidad.....	164
Tabla 5.14. Mejora económica de la propuesta.....	165
Tabla 5.15. Tareas y responsables de la ejecución de la propuesta 3.....	166
Tabla 5.16. Cálculo del retorno de la inversión (ROI).....	176

FIGURAS

Figura 2.1. Fases DMAIC.....	12
Figura 2.2. Ejemplo de una matriz FODA.....	15
Figura 2.3. Ejemplo de una matriz de estrategias FODA.....	17
Figura 2.4. Ejemplo de un project charter (carta del proyecto).....	19
Figura 2.5. Ejemplo de un árbol de calidad.....	20
Figura 2.6. Ejemplo de una plantilla del diagrama de SIPOC.....	21
Figura 2.7. Ejemplo de un diagrama de flujo.....	23
Figura 2.8. Ejemplo de un diagrama de recorrido.....	25
Figura 2.9. Ejemplo de una simbología del VSM.....	26
Figura 2.10. Ejemplo de un análisis VSM.....	27
Figura 2.11. Ejemplo de una gráfica de barras.....	28
Figura 2.12. Ejemplo de una gráfica de líneas.....	29
Figura 2.13. Ejemplo de una gráfica de pastel.....	30
Figura 2.14. Factores para el cálculo de OEE.....	32
Figura 2.15. Factor de disponibilidad dentro de la OEE.....	33
Figura 2.16. Factor de rendimiento dentro de la OEE.....	35
Figura 2.17. Factor de calidad dentro de la OEE.....	36
Figura 2.18. Ventajas de implementar la OEE.....	38
Figura 2.19. Ejemplo de un diagrama de causa y efecto.....	44
Figura 2.20. Ejemplo de un diagrama de Pareto.....	48
Figura 2.21. Ejemplo de un diagrama de Gantt.....	50
Figura 2.22. Mapa satelital de Sweetwell Zona Franca.....	55
Figura 2.23. Organigrama de Sweetwell Zona Franca.....	56
Figura 2.24. Ejemplo de galletas de 26 gramos en Sweetwell Zona Franca.....	58
Figura 2.25. Diagrama de proceso de Sweetwell Zona Franca.....	59
Figura 3.1. Metodología DMAIC para realizar la investigación.....	62
Figura 3.2. Ejemplo del formato de gemba walk.....	71
Figura 3.3. Formato de una lluvia de ideas.....	73
Figura 3.4. Proceso para la recolección y análisis de datos.....	73

Figura 4.1. Análisis FODA en Sweetwell Zona Franca	77
Figura 4.2. Matriz de estrategias en Sweetwell Zona Franca	79
Figura 4.3. Project charter del proyecto.....	82
Figura 4.4. Árbol CTQ de Sweetwell Zona Franca.....	83
Figura 4.5. Diagrama SIPOC en la línea de galletas de 26 gramos	87
Figura 4.6. Diagrama de flujo de la producción en la línea de galletas de 26 gramos.....	89
Figura 4.7. Proceso de pesado de las materias primas en elaboración	90
Figura 4.8. Proceso de moldeado de galletas en elaboración	91
Figura 4.9. Proceso de empaque primario	92
Figura 4.10. Distribución de la planta de la empresa Sweetwell Zona Franca	96
Figura 4.11. Proyección de la demanda en Sweetwell Zona Franca, año 2025.....	99
Figura 4.12. VSM de la línea de producción de galletas de 26 gramos	100
Figura 4.13. Área de empaque de galletas de 26 gramos	102
Figura 4.14. Porcentaje de OEE en la línea de elaboración de galletas de 26 gramos.....	107
Figura 4.15. Puntuación de OEE por tipo de factor en la línea de elaboración	108
Figura 4.16. Gráfica de Pareto en elaboración.....	109
Figura 4.17. Porcentaje de OEE en la línea de empaque de galletas de 26 gramos.....	111
Figura 4.18. Puntuación de OEE por tipo de factor en la línea de empaque	111
Figura 4.19. Diagrama de Pareto de las causas de paros de empaque.....	112
Figura 4.20. Clasificación de la OEE según su puntuación.....	114
Figura 4.21. Resultado de la OEE general en la línea de galletas de 26 gramos	114
Figura 4.22. Regresión lineal de velocidad vs. rechazo de calidad.....	116
Figura 4.23. Regresión lineal de velocidad vs. desperdicio de la bobina.....	117
Figura 4.24. Regresión lineal de velocidad vs. desperdicio de galletas	118
Figura 4.25. Tiempo programado en la línea de elaboración	119
Figura 4.26. Tiempo programado en la línea de empaque.....	120
Figura 4.27. Pareto general de los paros no programados.....	121
Figura 4.28. Lluvia de ideas para los paros no programados.....	123
Figura 4.29. Diagrama de causa y efecto para paros no programados	126
Figura 4.30. Gráfico de Pareto de las causas	131

Figura 5.1. Procedimiento de Gestión de Inventarios de Materias Primas en la bodega de Sweetwell Zona Franca.....	136
Figura 5.2. Recepción de materias primas en la bodega de Sweetwell Zona Franca.....	138
Figura 5.3. Preparación y entrega de materias primas a producción.....	139
Figura 5.4. Conciliación de los inventarios en las bodegas de Sweetwell Zona Franca	141
Figura 5.5. Distribución de la planta actual de la bodega de materias primas y PT en Sweetwell Zona Franca.....	143
Figura 5.6. Distribución de planta propuesta para la bodega de materias primas y PT en Sweetwell Zona Franca.....	146
Figura 5.7. Manual de mantenimiento de equipos	152
Figura 5.8. Información de la ficha técnica	154
Figura 5.9. Pasos del instructivo de mantenimiento preventivo	155
Figura 5.10. Alimentación manual de las galletas de 26 gramos.....	160
Figura 5.11. Ejemplo de un paquete majado.....	161
Figura 5.12. Cargadores de galletas en desuso	162
Figura 5.13. Mejora propuesta para la alimentación de galletas en la máquina	163
Figura 5.14. Archivo de registro de los paros de elaboración y empaque.....	167
Figura 5.15. Reporte del Pareto por tipo de fallo	168
Figura 5.16. Reporte general de OEE.....	169
Figura 5.17. Cronograma del cumplimiento del plan de mantenimiento	170
Figura 5.18. Reporte del cumplimiento del plan de mantenimiento	171
Figura 5.19. Diagrama de Gantt del proyecto, parte 1	172
Figura 5.20. Diagrama de Gantt del proyecto, parte 2	173
Figura 5.21. Diagrama de Gantt del proyecto, parte 3	174

DEDICATORIA

A mis padres, quienes fueron mis primeros mentores y me guiaron por el camino correcto; a mis hermanas, que fueron, son y siempre van a ser importantes en mi vida, y a mi esposa e hija, quienes son mi razón de vivir y de luchar.

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios, que me permite disfrutar de la vida.

A mi esposa e hija, que tuvieron mucha paciencia en esta aventura y no les pude dedicar mucho tiempo.

A la empresa Sweetwell, por permitirme cerrar este ciclo de estudios.

A mi tutora, quien demostró mucho conocimiento y profesionalismo.

EPÍGRAFE

Lo que no se define, no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre.

Lord Kelvin

RESUMEN

El siguiente estudio se realizó en la empresa Sweetwell Zona Franca, ubicada en la zona Franca Lindora Park, en la radial de Lindora, Santa Ana. Con más de 10 años en el mercado, Sweetwell se dedica a la producción de *snacks* saludables libres de azúcar y gluten.

El objetivo principal del estudio fue determinar los aspectos críticos que restan capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos. Este producto es el segundo con mayor volumen de venta dentro de la organización. Ahora bien, para medir estos factores que impactan en la eficiencia, se utilizó DMAIC como herramienta de análisis y se implementó el indicador de eficiencia OEE para obtener la información de los fallos que afectan a la línea durante su operación. Este indicador se divide en tres factores: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Después de iniciar con la recolección de datos y el análisis, se determinó que el factor que impactó mayormente la eficiencia fue el rendimiento. La causa principal fue la velocidad reducida con un 60,4 % de impacto. Este fallo se penalizó porque la máquina horizontal de empaque de galletas tiene una capacidad efectiva para empaquetar 90 paquetes por minuto, pero actualmente no se tiene una alimentación automática, se debe alimentar de forma manual, por lo cual la velocidad de empaque manual es programada a 55 paquetes por minuto, al ser la capacidad que los operarios (2) pueden abastecer manualmente sin exponer su seguridad y también sin afectar la calidad. Por otro lado, y no menos importante, es el factor de disponibilidad, que se ve afectado por la falta de repuestos con un 8,3 % de impacto y la falta de materia prima con un 5,2 %.

Luego de identificar las causas de los paros no programados, se trabajó en las propuestas de mejora para combatir estos fallos. Así, con el propósito de mitigar el impacto de la velocidad reducida, se propuso emplear unos cargadores de galletas sin uso. Para poder utilizarlos, se inició con el proceso de diseño, cotización y compra de 2 transiciones en acero inoxidable con el fin de poder cargar la galleta de forma semiautomática a la máquina de empaque. En cuanto a los fallos relacionados con la falta de repuestos y materias primas, se elaboraron procedimientos y manuales para mejorar la gestión de estos. Finalizadas las propuestas y calculando los porcentajes de mejora, la capacidad de producción se estima que aumentará en un 35 % y el indicador OEE en un 10,98 %; de este modo, se cumple el objetivo del proyecto.

Palabras clave: DMAIC, OEE, capacidad de producción, manual, procedimiento.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente estudio se realiza en la empresa Sweetwell Zona Franca, en el área de producción, específicamente en la línea de producción de galletas de 26 gramos. Sweetwell Zona Franca es una empresa de mediano capital extranjero y nacional, dirigida a consumidores que requieren una dieta libre de azúcar y gluten, por lo cual se encuentra en un nicho de productos que están en constante crecimiento por el cambio reciente en el comportamiento de los consumidores hacia hábitos y consumo de productos más saludables.

En la actualidad, y en más de 10 años de operación, Sweetwell Zona Franca no ha contado con ningún tipo metodología o estudio que evalúe la eficiencia sobre la capacidad de producción actual dentro de la línea de producción de galletas de 26 gramos, ni el resto de las líneas de producción dentro de la empresa. Limitación importante que se evidencia durante los recorridos en planta, en donde se observa que la línea de producción de galletas de 26 gramos no trabaja a capacidad plena, principalmente por la velocidad reducida a la cual la máquina de empaque está sometida debido a procesos manuales durante su operación. Adicional, se requiere personal extra para completar otras tareas de la misma línea de producción, lo que afecta la productividad.

Todas estas observaciones se reafirman en las conversaciones sostenidas con la supervisión de producción y con la gerente de logística. La falta de compromiso y visión de gestiones anteriores podría ser la posible causa que ha privado a la empresa de tener un plan estratégico para el aumento gradual en la capacidad de producción, con espacio físico para ampliar las operaciones y una mayor variedad de productos al consumidor.

Si esta situación continúa, la empresa no va a estar preparada para desafíos futuros como el incremento en las ventas, índices de satisfacción de clientes y/o consumidores en aumento, disminución en los costos de operación, entre otros. Por lo tanto, este proyecto final de graduación propone evaluar el proceso actual de fabricación de galletas de 26 gramos con DMAIC y el indicador OEE para definir factores críticos y lograr aumentar la capacidad de producción de la línea de producción en al menos un 35 %.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el proceso actual de producción de galletas de 26 gramos en la empresa Sweetwell Zona Franca, mediante el uso de DMAIC y la OEE, para establecer mejoras que aumenten la capacidad de producción en al menos un 35 %.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir los factores que afectan la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos.
- Medir el porcentaje de participación de los factores que impactan la capacidad de producción, mediante la aplicación del indicador OEE.
- Analizar las causas que influyen en la baja capacidad de producción, para determinar las más críticas.
- Proponer mejoras y controles que aumenten la capacidad de producción de la línea de galletas de 26 gramos en al menos un 35 %.

1.3 JUSTIFICACIÓN

A pesar de ser una empresa consolidada con más de 10 años en el mercado, Sweetwell Zona Franca se encuentra en un punto de equilibrio financieramente hablando, según expresa la Gerencia General, por lo cual está trabajando de manera estratégica en mantener y mejorar la calidad de los productos actuales, desarrollar productos innovadores, mantener los costos de operación bajo control, mejorar el proceso de aprovisionamiento de materias primas, fortalecer y mejorar la distribución y, por último, retomar las exportaciones, requisito clave para mantener el Régimen de Zona Franca, aspecto vital en el ámbito financiero.

Si las estrategias mencionadas logran resultados positivos, representarían un potencial incremento en el volumen de ventas que Sweetwell Zona Franca desconoce si está en capacidad de afrontar. Debido a ello, es indispensable que la organización esté preparada para sustentar una futura demanda mayor. Indiscutiblemente, implementar un sistema de medición, seguimiento y control de la capacidad de producción ayudaría a definir planes de acción para corregir ineficiencias y

mantener competitiva a la empresa en un mercado demandante y creciente a nivel nacional o internacional.

Al respecto, en un artículo llamado: “Se prevé que mercado global de snacks saludables alcance los 34,950 mdd en 2028”, que toma como base datos del estudio de Brandessence Market Research, publicado en la página web enAlimentos (2022), se indica que a nivel global el mercado de *snacks* saludables se valora en 24,510 mdd en 2021 y se espera que alcance 34 950 mdd para 2028 con una CAGR del 5.2 % durante el periodo de pronóstico de 2022 a 2028.

En Costa Rica, según el texto: *Snacks saludables, los más buscados por el consumidor* de la página web de PROCOMER (2022), el consumo de *snacks* saludables crece cada vez más, esto porque los consumidores cuidan su salud y, por ende, incluyen productos sanos en su alimentación. Por esta razón, se están convirtiendo en una prioridad nueva para satisfacer las necesidades de los estilos de vida actuales. El crecimiento de esta categoría ha sido positivo en los últimos años y uno de los principales responsables es el cambio de hábitos de consumo provocado por el covid-19, lo cual hace que el consumidor demande productos con buen sabor y que contribuyan a la salud.

Por consiguiente, implementar un indicador como la OEE aporta múltiples ventajas, es un indicador que permite descubrir el origen de pérdidas de productividad, cuellos de botella y foco de desperdicios. Ayuda a aumentar la calidad de su producción, mantener el nivel de satisfacción de los consumidores e involucrar a los colaboradores.

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Antecedentes nacionales

En el artículo del periódico *La República*, titulado “Industriales premian mejora continua de Zollner Costa Rica” y redactado por Tatiana Gutiérrez Wa-Chong (2018), se menciona que la Cámara de Industrias otorgó esta distinción a Zollner en la categoría de Compromiso con la Excelencia. El proyecto consiste en darles más eficiencia general a los equipos en la celda automatizada (OEE) del 80 %, que garantiza niveles de disponibilidad, productividad y calidad de clase mundial a los clientes. Está claro que al ser una celda automatizada, los resultados de OEE siempre están disponibles en tiempo real, lo que posibilita ajustar y corregir sobre la marcha para obtener resultados de clase mundial.

Sweetwell Zona Franca opta por un proceso de cálculo manual para el indicador de OEE, ya que la infraestructura actual más los costos de implementación (aun no definidos) están fuera del alcance de la empresa. El valor agregado de esta publicación es que si se utilizan las herramientas de mejora continua es posible estar dentro de los resultados de clase mundial.

En el proyecto de graduación para optar por el grado académico de Maestría en Gerencia de Proyectos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, llamado: *Propuesta de plan de gestión de proyecto para la implementación del sistema OEE Toolkit en GSK* y realizado por Danny Chaves Martínez (2016), el autor retoma un proyecto de implementación de OEE que por su complejidad se ha suspendido en 3 ocasiones. Por lo tanto, el autor realiza una minuciosa investigación a nivel de fuentes y sujetos de información, y aplica una serie de técnicas de investigación tales como: entrevistas, revisión documental, listas de chequeo, cuadros comparativos, etc., con la intención de obtener información vital para sus propuestas de solución.

En cuanto al desarrollo del estudio en la empresa Sweetwell Zona Franca, debe utilizarse este tipo de técnicas de investigación para garantizar la correcta implementación del indicador de OEE.

Respecto al informe de proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de los Materiales con énfasis en Procesos Industriales en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado: *Estudio de tiempos muertos y evaluación de la eficiencia del proceso de moldeo convencional de plástico por medio de la eficiencia global del equipo (OEE) en la empresa Hospira Holdings LTDA* y desarrollado por María Alejandra Soto Montero (2006), la autora hace énfasis en la necesidad de que todos los procesos de manufactura estén debidamente documentados y actualizados. Los procedimientos deben ser parte del entrenamiento formal y obligatorio de los operarios, técnicos y hasta de los mismos supervisores.

Al analizar este punto, es importante que todos los operadores de la empresa Sweetwell Zona Franca estén capacitados en los procedimientos de operación, mantenimiento de máquinas, llenado de registros, etc. Un mal procedimiento en la operación de la máquina, así como un mal registro de paradas, por ejemplo, hacen que el indicador de OEE no sea preciso ni confiable.

En el informe de práctica de especialidad para optar por la Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, denominado: *Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de equipos (OEE) para los equipos más críticos de la planta FAS* y elaborado por Omar Leitón Moya (2015), se detalla la relación existente entre los factores de OEE (disponibilidad, rendimiento y calidad) con las 16 pérdidas establecidas dentro del TPM.

Cabe señalar que la OEE es un indicador clave dentro de la filosofía del TPM, por lo cual un análisis más detallado entre las 16 pérdidas del TPM versus las 6 grandes pérdidas de OEE podría brindar información que pueda servir con el objetivo de mejorar el indicador de OEE propuesto para la línea de galletas de 26 gramos en Sweetwell Zona Franca.

Por último, en el VIII Foro de Lean & Six Sigma, la empresa Grupo Vargas (2021) desarrolla un análisis llamado: *Industria 4.0 gestionando una fábrica inteligente por medio de la mejora en el OEE*. En este se plantea buscar la mejora de la OEE dentro de su operación al enfocarse principalmente en el factor de disponibilidad. Para ello, se traza un plan de mejora continua mediante la herramienta conocida como A3, que se sustenta con otra serie de herramientas, a saber: SMED, Pareto, Ishikawa, 5S, eventos *kaizen*, entre otras. Al finalizar el taller, se obtiene una mejora del 9 % en el indicador de disponibilidad.

Al igual que Grupo Vargas, dentro de Sweetwell Zona Franca, una vez calculada la OEE, las mejoras porcentuales se deben obtener por medio del uso de herramientas de mejora continua y al garantizar la disciplina.

1.4.2 Antecedentes internacionales

Referente a los antecedentes internacionales, como primer caso de estudio se encuentra la tesis denominada: *Implementación de un sistema para mejorar la eficiencia productiva de las máquinas de alta capacidad de una industria del plástico mediante el indicador de eficiencia general de los equipos (OEE) y metodología kaizen* de Luis Armando Uvidia Achance (2020), quien opta por el grado de Magíster en Logística y Transporte con mención en Modelos de Optimización en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, cuyo objetivo es la “implementación de un sistema para mejorar la eficiencia productiva de las máquinas de alta capacidad de una

industria del plástico mediante el indicador de eficiencia general de los equipos (OEE) y metodología *kaizen*”.

Así, en este trabajo el autor define como objetivo diseñar un sistema para registrar la información de la máquina en tiempo real con el fin de maximizar la eficiencia productiva del proceso, reducir los costos y tomar decisiones inmediatas al aplicar el indicador OEE y la metodología *kaizen*. Para cumplir el objetivo, se evalúa la situación actual y se determinan las variables críticas relacionadas con el indicador OEE. También, se utilizan estrategias para minimizar los diferentes tipos de paradas. La metodología se inicia con la recopilación y análisis de los datos para la estratificación de la máquina piloto.

Para el proyecto desarrollado en Sweetwell Zona Franca, se debe tener en cuenta que el registro de la información es manual, en contraparte a los esfuerzos del autor de la tesis en automatizar los registros. Por ende, se deben realizar los análisis necesarios y lluvia de ideas para que el registro de control de paros en la línea de producción de galletas de 26 gramos en Sweetwell Zona Franca sea lo más eficiente y preciso posible, con la intención de que el resultado del indicador sea confiable.

Astrid Roxana Ucelo Lezana (2008), en la tesis llamada: *Diseño e implementación del sistema de eficiencia global de los equipos (OEE) en una línea de producción de pañales desechables e investigación de propuesta viable para la degradación de estos productos no reciclables en la empresa Altavesa*, llevada a cabo para optar por el título de Ingeniería Industrial en la Universidad de San Carlos de Guatemala, aborda cómo solucionar el manejo de residuos no reciclables al regularlo, minimizarlo y mantenerlo bajo control por medio de un procedimiento y seguimientos periódicos.

En el caso de Sweetwell Zona Franca, uno de los factores por alcanzar es la reducción de desperdicios que se torna en la reducción de costos e impacto en el medio ambiente. Referente a esto, se pone especial atención en las variables que conforman la OEE: disponibilidad (tiempos de arranque, esperas, averías) y calidad (productos defectuosos), que si no están controladas, se traducen en desperdicio.

Por su parte, en la tesis denominada: *Implementación eficiencia global del equipo (OEE) en líneas de producción de una planta textil*, desarrollada por Erick Solís Barragán (2024) para

obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, el autor muestra una serie de herramientas en Excel (Visual Basic) de su propia elaboración que permiten el registro y cálculo del indicador OEE.

En cuanto al proyecto de graduación en Sweetwell Zona Franca, la tónica es muy similar, uno de los entregables a la gerencia y supervisiones es el diseño de los registros en Excel y visualización de los resultados en una plataforma BI (Excel) como última etapa.

José Rodríguez Lugo (2021), en la tesis llamada: *Implementación y ventajas de un sistema de OEE para la industria de manufactura*, presentada como requisito para optar el grado de Maestría en Sistemas de Información en EDP University of Puerto Rico, hace un aporte considerable dentro de las conclusiones y recomendaciones, el cual se refiere al factor humano: si el operario no sabe usar todos los componentes de una máquina, puede que no dé el máximo rendimiento y esto genere costos y atrasos en la producción, en cambio una persona capacitada para manejar la maquinaria es eficiente y maximiza el resultado del indicador. Debido a esto, en la metodología y la práctica es indispensable desarrollar un plan de refrescamiento y capacitación para los operadores de fábrica.

El último antecedente corresponde al caso de estudio hecho en México por Daniel Bello Parra, Félix Murrieta Domínguez, Alicia Peralta Maroto y Alberto Ceballos y Juárez León Senén (2022) y titulado: *Aplicación del indicador OEE en una máquina despulpadora de café*, en el cual ubican al mantenimiento autónomo como pilar del TPM (*total productive maintenance*) y, por ende, de la OEE. En este caso la figura del operador funge como primer agente de respuesta cuando una máquina tiene problemas, quien antes debe pasar por todo un proceso de capacitación y certificación en actividades básicas de mantenimiento.

Esta estrategia debe incluirse en el desarrollo del indicador de OEE en la planta de Sweetwell Zona Franca, puesto que tener operadores capacitados como primer grupo de respuesta evita pérdidas de tiempo en arranques, microparadas, averías, entre otros, que impactan directamente en el rubro de “disponibilidad” dentro del indicador de OEE.

1.5 PROYECCIONES

Al finalizar este trabajo de investigación, se proyecta haber evaluado y medido los factores que disminuyen la capacidad de producción en la línea de producción de galletas de 26 gramos mediante DMAIC y el indicador OEE. Asimismo, poner en práctica las mejoras propuestas y controles que aumenten la capacidad de producción de la línea de galletas de 26 gramos en al menos un 35 % gradualmente.

1.5.1 Alcances

El estudio se lleva a cabo en la empresa Sweetwell Zona Franca en el área de producción, específicamente en la línea de galletas de 26 gramos. Este abarca actividades tales como:

- Selección del equipo de trabajo, quienes son miembros principalmente de las áreas de mantenimiento, producción y calidad.
- Comunicación de los objetivos y el alcance del proyecto a todos los miembros del equipo.
- Comunicación de la metodología de trabajo.

Por su parte, el estudio no incluye las restantes líneas de producción de manufactura de Sweetwell Zona Franca, tales como:

- Línea de producción de suspiros.
- Línea de producción de barras keto y amaranto.
- Línea de producción de tabletas de chocolate.
- Línea de producción de mermeladas.
- Línea de producción de chocobolitas y chispas de chocolate.
- Línea de producción de endulzantes (Sachet & Polvos).

Una vez desarrollado el estudio, Sweetwell Zona Franca va a contar con un sistema para descubrir el origen de pérdidas de productividad, cuellos de botella y foco de desperdicios. Adicional, este ayuda a aumentar la calidad de su producción, mantener el nivel de satisfacción de los consumidores e involucrar a los colaboradores.

Para el presente estudio, no se puede contar con los costos ni descripciones de materias primas y recetas, tampoco con los costos del producto terminado. La empresa Sweetwell Zona Franca prefiere no revelar esta información sensible para la continuidad del negocio.

1.5.2 Limitaciones

No se encontraron limitaciones en el desarrollo de esta investigación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

Seguidamente se detallan las herramientas y conceptos ingenieriles tomados en cuenta para el desarrollo del presente estudio en la compañía Sweetwell Zona Franca.

2.1.1 DMAIC

Acercas de esta metodología, Socconini (2023) señala:

En el mundo de la mejora de procesos, existe un aliado fiable con el que cuentan las organizaciones para alcanzar la excelencia: la metodología *lean six sigma* DMAIC.

DMAIC, que significa definir, medir, analizar, mejorar y controlar, es como una hoja de ruta fiable para mejorar los procesos, reducir los defectos y aumentar la calidad.

Figura 2.1. Fases DMAIC



Fuente: Wikipedia, 2025.

2.1.1.1 Visión general de DMAIC

Respecto a la explicación de las fases de la metodología DMAIC, Socconini (2023) detalla:

DMAIC es una metodología de cinco fases utilizada para resolver problemas complejos y mejorar procesos. Profundicemos en cada fase:

Definir: claramente el problema o la oportunidad de mejora.

- Carta del proyecto: elabore una carta del proyecto que describa el problema, los objetivos, el alcance y los beneficios esperados.
- Análisis de las partes interesadas: identificar a las principales partes interesadas y comprender sus perspectivas y requisitos.
- Voz del cliente (VOC): recopilar y analizar las opiniones de los clientes para determinar sus necesidades y expectativas.

Medida: establecer el rendimiento de referencia del proceso mediante la recopilación de datos.

- Plan de recogida de datos: elabore un plan para recopilar los datos pertinentes, que incluya qué medir, cómo medirlo y cuándo recopilar los datos.
- Recopilación de datos: recopilar datos de diversas fuentes y garantizar su exactitud e integridad.
- Mapeo de procesos: crear mapas de procesos para visualizar el estado actual del proceso.
- Análisis de datos: utilizar herramientas estadísticas para analizar los datos recogidos y determinar el rendimiento del proceso.

Analizar: identificar las causas profundas de los problemas y las oportunidades de mejora.

- Análisis de la causa raíz: utilice herramientas como el diagrama de espina de pescado (Ishikawa), los 5 porqués y el análisis de Pareto para descubrir las causas subyacentes de los problemas del proceso.
- Análisis de datos: seguir analizando los datos para validar las hipótesis y señalar las áreas que requieren atención.

Mejorar: desarrollar y aplicar soluciones para abordar los problemas detectados.

- Generación de soluciones: lluvia de ideas sobre posibles soluciones y evaluación de su viabilidad.
- Pruebas piloto: probar las mejoras propuestas a pequeña escala para evaluar su eficacia e introducir los ajustes necesarios.
- Implantación: despliegue de las soluciones finalizadas en toda la organización.
- Seguimiento: supervisar continuamente el impacto de los cambios y recabar opiniones.

Control: establecer medidas de control para mantener las mejoras.

- Plan de control: elabore un plan de control que describa los indicadores clave de rendimiento (KPI), la supervisión del proceso y las responsabilidades.
- Normalización: garantizar que los procesos mejorados estén documentados y normalizados.
- Formación: formar a los empleados en los nuevos procedimientos y procesos.

- Auditoría y revisión: realice auditorías periódicas para garantizar el cumplimiento de los procesos estandarizados y revise los KPI para detectar desviaciones.

Además, Socconini (2023) agrega sobre el método en general:

La metodología DMAIC es un enfoque sistemático y basado en datos que permite a las organizaciones alcanzar la excelencia en los procesos y la mejora continua. Mediante la definición de problemas, la medición del rendimiento, el análisis de las causas raíz, la implantación de mejoras y el establecimiento de medidas de control.

2.1.2 FODA

La técnica FODA se orienta principalmente al análisis y resolución de problemas y se lleva a cabo para identificar y analizar las fortalezas y debilidades de la organización, así como las oportunidades (aprovechadas y no aprovechadas) y amenazas reveladas por la información obtenida del contexto externo. Las fortalezas y debilidades se refieren a la organización y sus productos, mientras que las oportunidades y amenazas son factores externos sobre los cuales la organización no tiene control alguno. Por tanto, deben analizarse las condiciones del FODA Institucional en el siguiente orden: 1) fortalezas, 2) oportunidades, 3) amenazas y 4) debilidades (García y Cano, 2013).

Al detectar primero las amenazas que las debilidades, la organización debe poner atención a las primeras y desarrollar las estrategias convenientes para contrarrestarlas y, con ello, ir disminuyendo el impacto de las debilidades. Por su parte, al tener conciencia de las amenazas, la organización aprovecha de una manera más integral tanto sus fortalezas como sus oportunidades. Las fortalezas y debilidades incluyen, entre otros, los puntos fuertes y débiles de la organización y de sus productos, dado que estos determinan qué tanto éxito se va a tener al poner en marcha el plan.

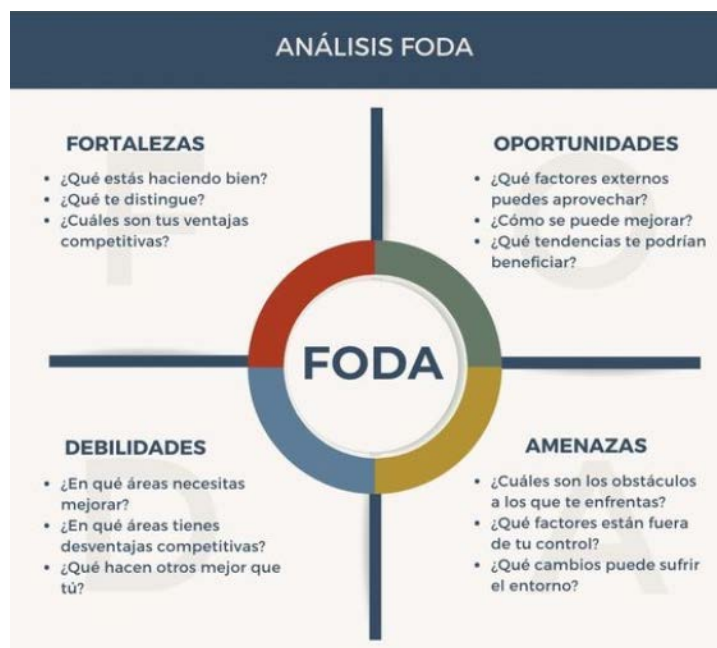
Algunas de las oportunidades y amenazas se desarrollan con base en las fortalezas y debilidades de la organización y sus productos, pero la mayoría se deriva del ambiente del mercado y de la competencia tanto presente como futura. El FODA, como técnica de planeación, permite contar con información valiosa proveniente de personas involucradas con la administración del negocio y que con su *know how* pueden aportar ideas inestimables para el futuro organizacional. Es necesario señalar que la intuición y la creatividad de los involucrados es parte fundamental del

proceso de análisis pues para los que una determinada situación parece ser una oportunidad, para otros puede pasar desapercibida.

2.1.2.1 Metodología para el desarrollo de una técnica FODA

Para realizar el FODA de una organización, se contemplan las siguientes etapas: 1) integración del equipo de trabajo, 2) diseño de una agenda de trabajo, 3) sesión de trabajo (lluvia de ideas), 4) selección y análisis de problemas, 5) ordenamiento de los problemas, 6) evaluación de los problemas, 7) selección ponderada de los problemas, 8) análisis comparativo del FODA, 9) alternativas estratégicas, 10) definición del concepto de negocio, 11) plan de operación, y 12) evaluación permanente.

Figura 2.2. Ejemplo de una matriz FODA



Fuente: Borreguero, 2025.

2.1.3 Matriz de estrategias FODA

Zuluaga (2022) explica esta matriz de la siguiente manera:

Una estrategia fundada en un análisis FODA, articulará las acciones tácticas recomendadas según los objetivos de una organización en un análisis CAME, que es un

desarrollo del FODA, para corregir las debilidades, afrontar las amenazas, mantener las fortalezas y explotar las oportunidades (ENEB. Manual de Estrategia. P. 26).

A nivel táctico, las estrategias se traducen en acciones. La conexión entre las acciones a nivel táctico, con el nivel estratégico de objetivos, visiones y líneas generales de acción, es el nivel operacional, que soporta al nivel táctico para que pueda desarrollar las líneas de acción. Normalmente, son los gerentes funcionales, quienes conectan los niveles superiores de una organización con sus operativos en la línea de fuego.

2.1.3.1 Estrategia de reorientación (DO): corregir debilidades para explotar oportunidades

De acuerdo con Zuluaga (2022): “La estrategia de reorientación relaciona las debilidades de la empresa con las oportunidades del entorno e incluye estrategias de internalización de procesos, así como potenciar investigación y desarrollo (ENEB. Manual de Estrategia. P. 26)”.

2.1.3.2 Estrategia de supervivencia (DA): corregir debilidades para afrontar amenazas

Según Zuluaga (2022): “Relacionamos las debilidades con las amenazas a fin de afrontarlas, mejorando los sistemas de información y los recursos (ENEB. Manual de Estrategia. P 27)”.

2.1.3.3 Estrategia defensiva (FA): mantener fortalezas para afrontar amenazas

“Una estrategia defensiva relaciona las fortalezas con las amenazas del entorno, para preservar las fortalezas. Explora nuevas líneas de negocios y planes de calidad (ENEB. Manual de estrategia. P. 26)” (Zuluaga, 2022).

2.1.3.4 Estrategia ofensiva (FO): usar fortalezas para explotar oportunidades

Para Zuluaga (2022): “La estrategia ofensiva relaciona las fortalezas con las oportunidades, ampliando líneas de negocios y nuevos mercados (ENEB. Manual de estrategia. P. 26)”.

Figura 2.3. Ejemplo de una matriz de estrategias FODA

La Organización	Fortalezas - F 1. Marca existente 2. Base de clientes existente 3. Canal de ventas existente	Debilidades - D 1. Percepción de marca 2. Tecnología/Especialización 3. Soporte multicanal
Oportunidades - O 1. Venta cruzada 2. Nuevos mercados 3. Nuevos servicios 4. Alianzas / co-branding	Estrategia - FO Optimizar fortalezas para maximizar oportunidades = estrategia ofensiva	Estrategia - DO Contrarrestar debilidades para explotar oportunidades = desarrollar fortalezas para estrategias ofensivas
Amenazas - A 1. Nuevos entrantes 2. Nuevos productos 3. Conflictos de canal	Estrategia - FA Optimizar fortalezas para minimizar amenazas = estrategia defensiva	Estrategia - DA Contrarrestar debilidades y amenazas = desarrollar fortalezas para estrategias defensivas

Fuente: Diario del Exportador, 2017.

2.1.4 Project charter (carta del proyecto)

2.1.4.1 Definición

PMO Team (2024) brinda la siguiente definición:

La Guía del PMBOK, 3ª edición, describe la carta del proyecto como "el documento que autoriza formalmente el proyecto".

En su esencia, una carta de proyecto enumera el objetivo del proyecto, determina los roles y responsabilidades de las personas implicadas, ofrece un presupuesto previsto, identifica los riesgos y proporciona un cronograma y métricas para medir el intento correcto del proyecto.

2.1.4.2 Composición

Asimismo, al hacerse referencia a la composición de la herramienta, PMO Team (2024) indica:

Una carta de proyecto debe ofrecer una visión general del proyecto, normalmente en 2-4 páginas, dependiendo de su complejidad y longitud. Seguidamente se muestran los componentes:

- Nombre y descripción del proyecto.

- Visión y propósito (objetivos).
- Alcance del proyecto.
- Interesados clave.
- Riesgos y limitaciones identificados.
- Presupuesto del proyecto.
- Funciones y responsabilidades del equipo del proyecto.
- Cronograma e hitos del proyecto.
- Indicadores de rendimiento para el intento correcto.

2.1.4.3 Pasos para crear un project charter

PMO Team (2024) establece los siguientes pasos para crear un *project charter*:

Con tantos componentes, puede resultar difícil determinar por dónde empezar. Para simplificarlo, hemos creado una guía paso a paso que le ayudará a navegar por el procedimiento de creación de una carta de proyecto:

- Organizar una reunión sobre la carta de constitución.
- Definir el alcance, los roles, el presupuesto y el cronograma.
- Gestión e identificación de riesgos.
- Proceso de aprobación: revisión, alineación y obtención de la aprobación final.

En la figura 2.4, se puede apreciar un ejemplo de la carta del proyecto:

Figura 2.4. Ejemplo de un project charter (carta del proyecto)

CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fecha	Motivo
1.0	Giovanny Peña	Jonathan Nieto, José Galvan, Giancarlo Alejos, Yersy Bustamante	Jonathan Nieto	26.08.11	Creación del documento

PROJECT CHARTER

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
AYNI	AYNI
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: QUÉ, QUIÉN, CÓMO, CUÁNDO Y DÓNDE?	
<p>El proyecto "Ayni" consiste en desarrollar un sistema de redes de soporte de grupos de trabajo, esto va a satisfacer la necesidad de algunas organizaciones que desarrollan algunas de sus actividades en base a grupos de trabajo los cuales tienen propósitos diferentes para su existencia y tienen diferentes actividades; sin embargo, comparten necesidades parecidas (servicios comunes) y el deseo que todo ello se integre con otros servicios existentes como el de las redes sociales.</p>	
DEFINICIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO, SERVICIO O CAPACIDAD A GENERAR.	
<p>Se deberá desarrollar un sistema informático que soporte una comunidad virtual basada en grupos de trabajos, la interacción de los grupos de las mismas o distintas comunidades y servicios para cada grupo entre otros la gestión de sus miembros, servicios a nivel de grupos y de miembros. Los grupos podrán integrarse temporalmente para compartir recursos, para permitir el acceso de determinados miembros. Podrán dividirse en sub-grupos y estos a su vez podrán dividirse también en sub-grupos. Al grupo en el más alto nivel que tenga dentro varios sub-grupos se le llamará macro grupo.</p>	

Fuente: Torres, 2011.

2.1.5 Árbol de CTQ

Según OPEX MENTOR (2024), el árbol de CTQ:

[...] se enfoca en las métricas clave para la satisfacción del cliente. Un árbol de CTQ trasladará los requerimientos iniciales del cliente en requerimientos numéricos o cuantificables para el producto o servicio.

El desarrollo de un árbol de CTQ irá de los requerimientos generales a lo específico. Generalmente requerirá de dos a tres niveles para trascender de necesidad a impulsores a CTQ (p. 108).

2.1.5.1 Pasos para construir un árbol de CTQ

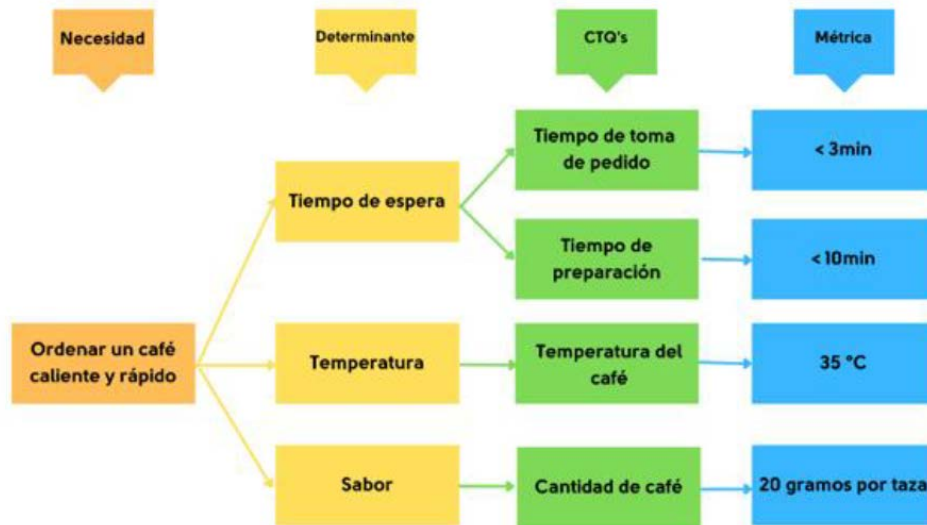
OPEX MENTOR (2024) enumera los pasos para construir un árbol de CTQ:

- “Identificar al cliente.
- Identificar las necesidades del cliente.
- Identificar el primer grupo de requerimientos básicos del cliente.
- Avance con más niveles según se requiera.

- Valide los requerimientos con el cliente”.

En la figura 2.5 se encuentra un ejemplo de árbol de CTQ:

Figura 2.5. Ejemplo de un árbol de calidad



Fuente: OPEX MENTOR, 2024, p. 109.

2.1.6 Diagrama SIPOC

De acuerdo con Kumar (2007), SIPOC es una visión general del proceso que describe cómo este presta servicio al cliente. Es un acrónimo de proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes. La definición de cada una de estas entidades SIPOC se presenta a continuación.

Primero, los proveedores proporcionan entradas al proceso. Las entradas definen el material, el servicio o la información que el proceso utiliza para producir las salidas. Además, el proceso es una secuencia definida de actividades que, por lo general, añade valor a las entradas para producir salidas para los clientes. Luego, las salidas son los productos, servicios o información valiosos para los clientes. Por último, los clientes son los usuarios de las salidas generadas por el proceso.

En términos más formales, SIPOC puede considerarse un mapa de procesos de alto nivel, el cual se utiliza habitualmente durante la fase de definición de un proyecto de mejora de procesos, ya que ayuda a comprender con claridad el propósito y el alcance de un proceso. Es un punto de partida para identificar la voz del cliente (VOC) y proporciona una visión inicial de las entradas vitales (o variables X) de un proceso $[Y = f(X)]$ que tienen un impacto significativo en las salidas

críticas (o variables Y). También, se convierte en un insumo fundamental para la elaboración de mapas de procesos detallados.

En la figura 2.6, se puede apreciar un ejemplo del diagrama de SIPOC:

Figura 2.6. Ejemplo de una plantilla del diagrama de SIPOC

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers

Fuente: Kumar, 2007.

2.1.7 Diagrama de flujo

Lucidchart (2025) define el diagrama de flujo como:

[...] un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. Pueden variar desde diagramas simples y dibujados a mano hasta diagramas exhaustivos creados por computadora que describen múltiples pasos y rutas. Si tomamos en cuenta todas las diversas figuras de los diagramas de flujo, son uno de los diagramas más comunes del mundo, usados por personas con y sin conocimiento técnico en una variedad de campos. Los diagramas de flujo a veces se denominan con nombres más especializados, como "diagrama de flujo de procesos", "mapa de procesos",

"diagrama de flujo funcional", "mapa de procesos de negocios", "notación y modelado de procesos de negocio (BPMN)" o "diagrama de flujo de procesos (PFD)".

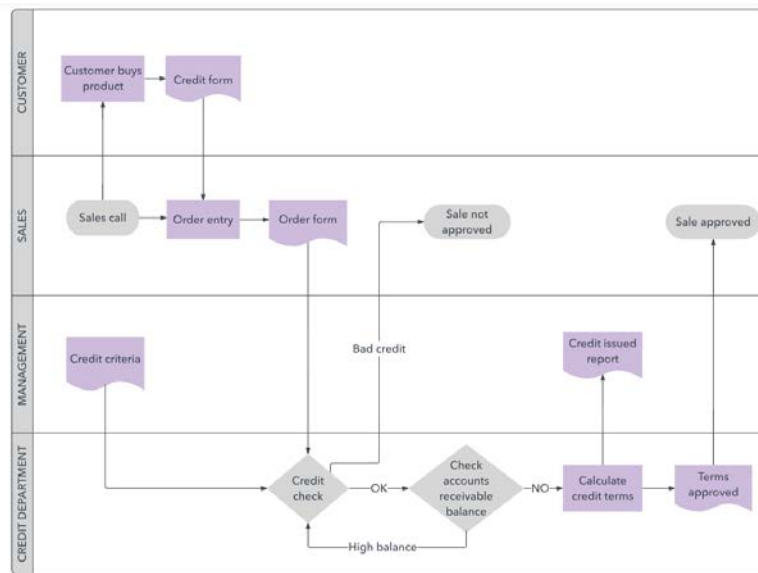
2.1.7.1 Pasos para crear un diagrama de flujo

A continuación, se enumeran los pasos para crear un diagrama de flujo citados por Lucidchart (2025):

- Define tu propósito y alcance. ¿Qué se desea lograr? ¿Estás considerando las cosas correctas con un punto inicial y final apropiados para alcanzar ese propósito? Realiza una investigación lo suficientemente detallada, pero lo suficientemente simple a la hora de crear tus diagramas para comunicarte con tu audiencia.
- Identifica las tareas en orden cronológico. Esto puede involucrar las conversaciones con los participantes, la observación de un proceso o la revisión de cualquier documentación existente. Puedes escribir los pasos en forma de notas o comenzar con un diagrama en versión borrador.
- Organízalos por tipo y figura correspondiente, como procesos, decisiones, datos, entradas o salidas.
- Crea el diagrama, ya sea dibujándolo a mano o usando un programa.
- Confirma el diagrama de flujo, verificando todos los pasos con las personas que participan en el proceso. Observa el proceso para asegurarte de no dejar de lado nada que sea importante para tu propósito.

En la figura 2.7 se aprecia un ejemplo de un diagrama de flujo:

Figura 2.7. Ejemplo de un diagrama de flujo



Fuente: Lucidchart, 2025.

2.1.8 Plan de recolección de datos

Para alcanzar los objetivos propuestos, confirmar o rechazar las hipótesis planteadas, se requiere una serie de datos, los cuales permitan llegar al conocimiento. Al respecto, la recolección de datos es un proceso importante que requiere paciencia y orden. Esto implica la necesidad de utilizar instrumentos capaces de captarlos tal como son, con sus medidas apropiadas y su exacto valor (Barrantes, 2002).

La recolección de datos implica:

- Selección del instrumento por seleccionar.
- Aplicar el instrumento.
- Preparar las mediciones obtenidas.
- Analizar los resultados.

2.1.9 Diagrama de recorrido

Respecto al diagrama de recorrido, Durán (2007) explica:

[...] en todo estudio de trabajo, es necesario conocer la trayectoria que siguen el personal y los materiales durante la jornada de labores. Con la finalidad de registrar convenientemente la información que sobre el movimiento o desplazamiento de los materiales se pudiere obtener, es que se ha ideado el “diagrama de recorrido o de flujo”, el

cual reproduce a escala la zona de trabajo, y muestra los diversos puntos de actividad, así como la interrelación de estos. Consecuentemente, estos diagramas están íntimamente ligados a los conceptos de distribución de planta y a los diagramas del proceso. [...]

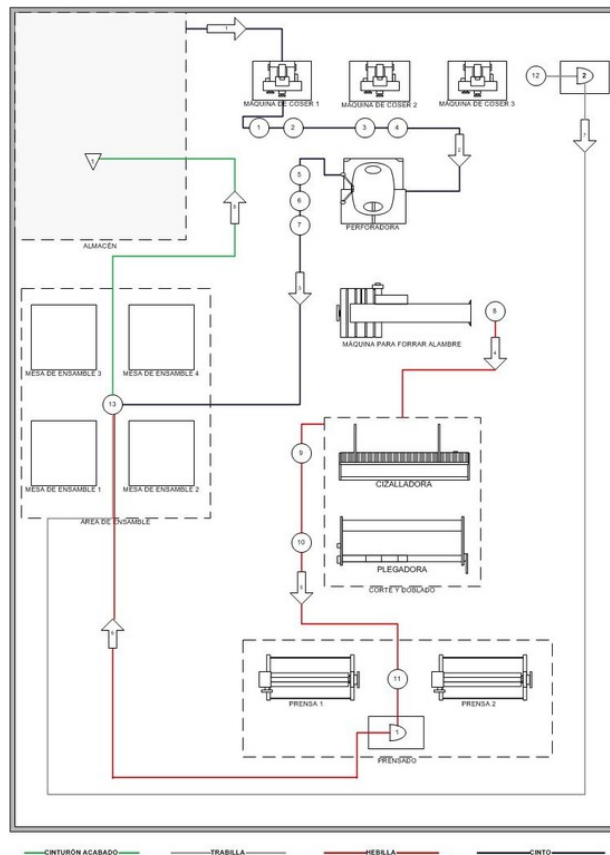
Frecuentemente, al referirnos a la disposición de planta y a los análisis, hemos mencionado el manejo o manipulación de materiales. En vista de su importancia, veamos algo más al respecto. [...]

El diagrama de recorrido es una modalidad del diagrama del proceso, y se lo utiliza como una ayuda o complemento a los fines que persigue el diagrama de análisis del proceso.

Consiste en un plano o escala de la sección o área de trabajo, en el cual se ubican las máquinas, puestos o zonas de trabajo, y la relación que guardan entre sí. Sobre este plano se trazan los desplazamientos que entre los diversos lugares de la fábrica efectúan los materiales, utilizando, sobre el trazo del recorrido de los materiales, los símbolos de las actividades del proceso. Igualmente se puede representar a los desplazamientos que realizan los trabajadores al realizar un producto o al generar un servicio (pp. 77-79).

En la figura 2.8 se aprecia un ejemplo de diagrama de recorrido:

Figura 2.8. Ejemplo de un diagrama de recorrido



Fuente: Salazar, 2019.

2.1.10 Value stream mapping (VSM)

En cuanto a esta técnica, Serrano (2007) describe:

El *value stream mapping* (VSM) se presenta como una técnica relacionada con la producción ajustada que sirve como pivote y base para el rediseño de los sistemas productivos bajo un enfoque *lean*.

Se trata de una técnica relativamente reciente que viene a dar respuesta a las necesidades planteadas por las empresas manufactureras de cara a desarrollar cadenas de valor más competitivas, eficientes y flexibles con las que afrontar las dificultades de la economía actual.

En concreto, el VSM, basado en el modelo organizacional de la producción ajustada para empresas manufactureras, es una técnica gráfica que, mediante el empleo de iconos normalizados integra en una misma figura flujos logísticos de materiales y de información. Esta, comenzó a emplearse en Toyota bajo el epígrafe de “mapeado del flujo

de materiales y de información” y fue finalmente desarrollada por Rother y Shook en su libro *Learning to see* (1998). No obstante, es importante reseñar que el término fue inicialmente acuñado por Hines et al. (1997); si bien es cierto que dentro de esta denominación se integraban otras herramientas para el diagnóstico y mejora de la cadena de suministro no relacionadas directamente con el VSM objeto de estudio.

El propósito de la herramienta es mapear las actividades con y sin valor añadido necesarias para llevar una familia de productos desde materia prima a producto terminado, con el objeto de localizar oportunidades de mejora mediante unas pautas basadas en conceptos de la producción ajustada para posteriormente graficar un posible estado futuro y lanzar proyectos de mejora (pp. 71-72).

Asimismo, Serrano (2007) agrega que las principales etapas de un proyecto de mapeado son:

- “Elección de una familia de productos.
- Mapeado de la situación inicial o actual.
- Mapeado de la situación futura.
- Definición de un plan de trabajo.
- Implantación del plan de trabajo” (p. 73).

2.1.10.2 Simbología del value stream mapping (VSM)

Seguidamente, en la figura 2.9 se muestran los símbolos habituales durante la construcción de un mapa de flujo de valor (VSM):

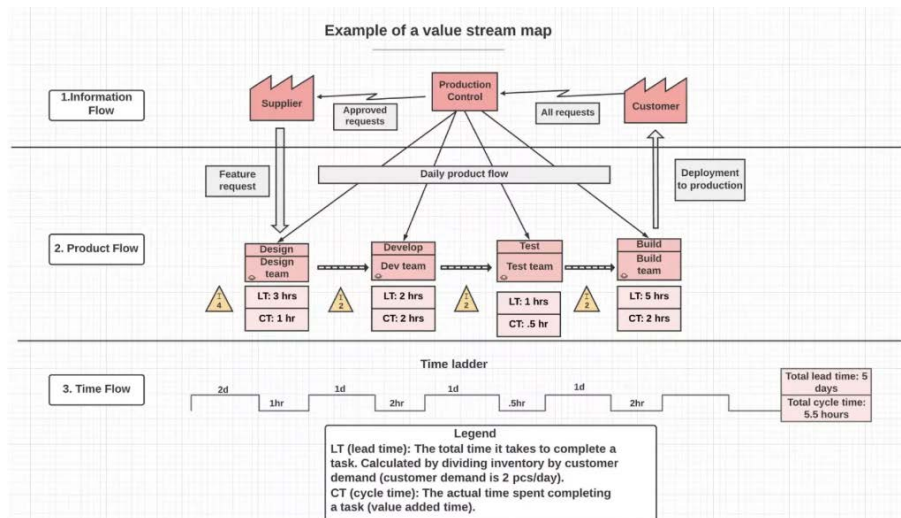
Figura 2.9. Ejemplo de una simbología del VSM

SIMBOLOGÍA VSM PARA FLUJO DE MATERIALES			
Operación de valor añadido	Operación de control	Material parado	Material push
Material pull	Datos de proceso	Materal secuenciado	Cliente -Proveedor
Transporte por camión	Transporte interno	Supermercado	

Fuente: Instituto de Productividad Empresarial Aplicada, 2025.

Por su parte, en la figura 2.10 se aprecia un ejemplo de VSM:

Figura 2.10. Ejemplo de un análisis VSM



Fuente: Team Asana, 2025.

2.1.11 Gráficos de barras, líneas y pastel

“La visualización es fundamental para obtener información a partir de los conjuntos de datos, identificar patrones y comunicar hallazgos” (Holgúin et al., 2024, p. 72).

En esta sección, se exploran buenas prácticas y principios clave para crear visualizaciones y gráficos que transmitan claramente la información contenida en los datos. Así, se discute cómo seleccionar los tipos de gráficos más adecuados según el caso, datos y mensaje que se desea transmitir. También, se abordan técnicas para presentar la información de forma simple y limpia, sin introducir sesgos ni distorsionar los datos.

2.1.11.1 Gráfico de barras

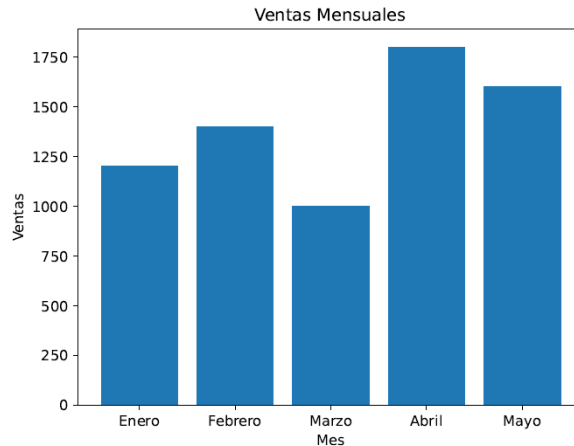
Holgúin et al. (2024) definen este tipo de gráficos de la siguiente manera:

Los gráficos de barras son una herramienta visual muy útil para representar datos categóricos y comparar valores entre diferentes grupos. Consisten en barras rectangulares de alturas proporcionales a los valores que representan. A cada barra le corresponde una categoría determinada y la altura de la barra indica la magnitud del valor en esa categoría.

Los gráficos de barras resultan especialmente útiles para analizar la distribución de frecuencias en variables cualitativas, identificar patrones y tendencias, y comunicar

hallazgos de forma concisa. Son una opción preferible a tablas cuando se pretende resaltar visualmente diferencias entre grupos (p. 72).

Figura 2.11. Ejemplo de una gráfica de barras



Fuente: Holguín et al., 2024, p. 72.

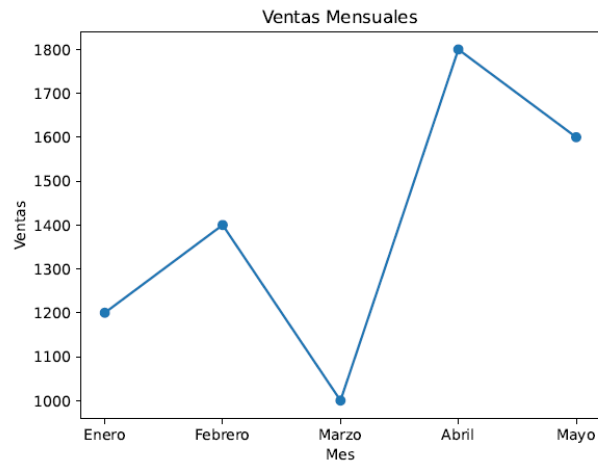
2.1.11.2 Gráfico de líneas

Asimismo, en relación con este tipo de gráfico, Holguín et al. (2024) indican las siguientes características:

Los gráficos de líneas resultan especialmente útiles para representar la evolución de una variable continua a lo largo del tiempo o con relación a otra variable cuantitativa. En ellos, los puntos de datos se conectan mediante segmentos para formar una línea que describe la tendencia de los valores.

Estos gráficos permiten apreciar visualmente comportamientos como tendencias crecientes o decrecientes, fluctuaciones cíclicas, tasas de cambio, puntos de inflexión, etc. Los gráficos de líneas son una elección apropiada para datos de series temporales como producción mensual o datos de temperaturas diarias (p. 73).

Figura 2.12. Ejemplo de una gráfica de líneas



Fuente: Holguín et al., 2024, p. 73.

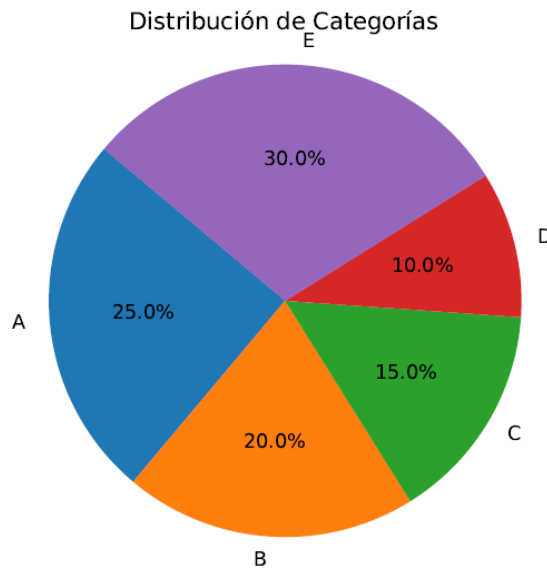
2.1.11.3 Gráfico de pastel

Por último, Holguín et al. (2024) detallan acerca de esta representación:

Los gráficos circulares, también llamados gráficos de pastel, sirven para representar datos categóricos y sus proporciones relativas con respecto a un total. Consisten en un círculo dividido en secciones angulares, donde el tamaño de cada sección es proporcional a la cantidad que representa.

Estos gráficos permiten apreciar visualmente la contribución porcentual de cada categoría al total, ya que el ángulo de cada sección corresponde a un valor porcentual. Los gráficos circulares resultan muy efectivos cuando se pretende destacar la importancia relativa de cada categoría dentro de un conjunto, en lugar de los valores absolutos. Son ideales para comunicar composiciones y distribuciones porcentuales de forma concisa e intuitiva (pp. 73-74).

Figura 2.13. Ejemplo de una gráfica de pastel



Fuente: Holguín et al., 2024, p. 74.

2.1.12 OEE

En las empresas a menudo existe la necesidad de poder cuantificar la productividad y eficiencia de los procesos productivos. Además, se debe tener en cuenta que solo lo que se mide se puede gestionar y mejorar. Relacionado con esto, Sejzer (2016) indica:

La efectividad global de los equipos (OEE por las iniciales en inglés de *overall equipment effectiveness*) es una métrica utilizada para representar en un solo indicador tres parámetros de suma importancia para la mejora en la productividad de industrias de manufactura. Esto puede aplicar a una sola máquina, una línea de producción aislada o una planta completa.

2.1.12.1 Origen e historia de la OEE

En cuanto al origen e historia de esta herramienta, Salazar (2019) explica:

El mantenimiento productivo total, también conocido como TPM, por sus siglas en inglés (*total productive maintenance*), nació en Estados Unidos, es un concepto de mantenimiento preventivo desarrollados en los años cincuenta. El mantenimiento preventivo consiste en actividades de revisión parcial de forma planificada, en las cuales se ejecutan cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades; antes de que se materialicen las fallas.

La forma planificada requiere de una programación periódica, teniendo en cuenta las recomendaciones técnicas del fabricante, y el histórico de averías de los equipos.

Como evolución de la planificación periódica de las actividades de mantenimiento, se incorpora el concepto de mejoramiento de los equipos, con el propósito de evitar fallas, aprovechando el conocimiento del operario. Como resultado nace un plan de mantenimiento relacionado con mejoras incrementales.

De este concepto de planificación periódica del mantenimiento relacionado con mejoras incrementales, nace el TPM.

2.1.12.2 Fórmula de la OEE

Respecto a la fórmula de la OEE, Berganzo (2025) establece:

El cálculo de la OEE se basa en tres factores clave: disponibilidad, rendimiento y calidad.

Para obtener el valor de la OEE, se multiplican estos tres componentes:

- $OEE = \text{disponibilidad} \times \text{rendimiento} \times \text{calidad}$.

Cada uno de estos factores representa un aspecto importante de la eficiencia operativa, y su combinación proporciona una evaluación completa de la productividad en la planta.

2.1.12.3 Cálculo de la OEE básica

Para calcular la OEE de la producción de una única referencia o pieza, se aplica el siguiente gráfico 2.14:

Figura 2.14. Factores para el cálculo de OEE



Fuente: Berganzo, 2025.

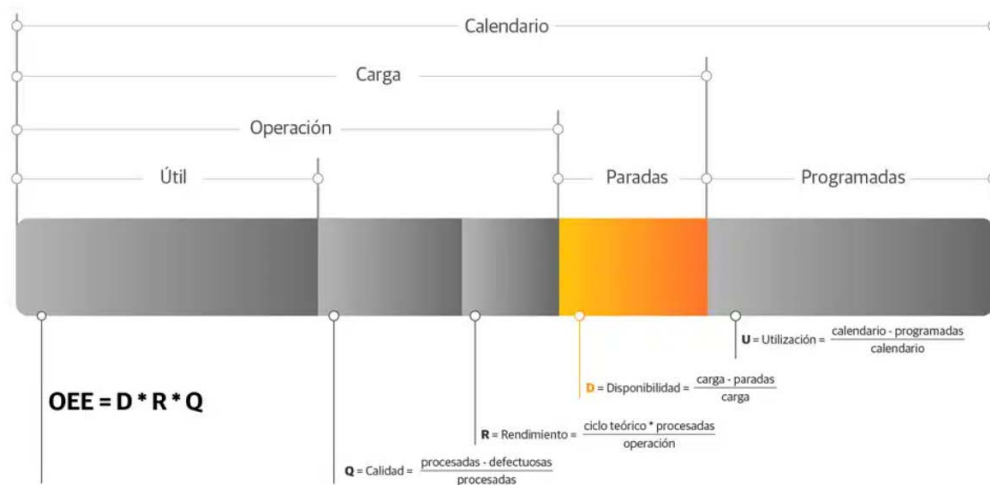
Ahora bien, el cálculo de OEE se compone de los siguientes 3 factores:

A. Disponibilidad

Para calcular la disponibilidad, es necesario conocer el tiempo efectivo de producción y el tiempo total disponible. Se trata de un KPI que mide el tiempo que la máquina está en condiciones de producir en relación con el tiempo total de su disponibilidad. Es decir, se refiere a la proporción de tiempo en que la máquina puede estar produciendo respecto al tiempo total en que dicha máquina está disponible. Sejzer (2016) agrega:

Se relaciona el tiempo total que hubo disponible con el que realmente se estuvo produciendo. Aquí aparecen dos tipos de tiempos improductivos: los programados (por mantenimiento, por ejemplo) y los no programados (por cuellos de botella en otra parte del sistema o por averías, por citar algunos casos).

Figura 2.15. Factor de disponibilidad dentro de la OEE



Fuente: Berganzo, 2025.

Acisclo (2025c) dice acerca de la fórmula utilizada en este caso:

El cálculo de la disponibilidad de la OEE se realiza dividiendo el tiempo de producción efectivo entre el tiempo total disponible. El resultado se expresa en forma de porcentaje, por medio de la siguiente fórmula:

- Disponibilidad de la OEE = (tiempo productivo/tiempo disponible) x 100.

Seguidamente, se muestran los pasos para calcular de manera correcta la disponibilidad:

- Separar los tipos de parada: clasifica las paradas de la máquina en dos grandes grupos:
 - Paradas programadas: aquellas que se han decidido ejecutar.
 - Paradas no programadas: aquellas que surgen de forma imprevista o involuntaria. Se incluyen en este grupo los tiempos de preparación y ajustes de la máquina, tal como recomienda Nakajima y siguiendo el criterio de tiempo de preparación de Shingo, diseñador de la técnica SMED (metodología que tiene por objetivo reducir el denominado tiempo de cambio).
- Definir qué se considera avería.

Es importante fijar y aplicar siempre un mismo criterio a partir del cual una parada no programada se considera una avería. Este criterio puede ser el tiempo

(por ejemplo, una parada se califica como avería cuando supere los 5 minutos de duración) o la necesidad o no de intervención del equipo de mantenimiento para solucionar el problema.

- Determinar el tiempo total disponible.

Se debe conocer el tiempo total en que se espera que la máquina esté disponible para producir.

- Calcular el tiempo productivo.

Este es el tiempo en que la máquina está disponible para producir y lo hace efectivamente.

- Calcular la disponibilidad de la OEE.

Una vez obtenidos el tiempo productivo y el tiempo total disponible, se calcula la disponibilidad de la OEE dividiendo el primero entre el segundo y multiplicando el resultado por 100 para expresarlo en porcentaje.

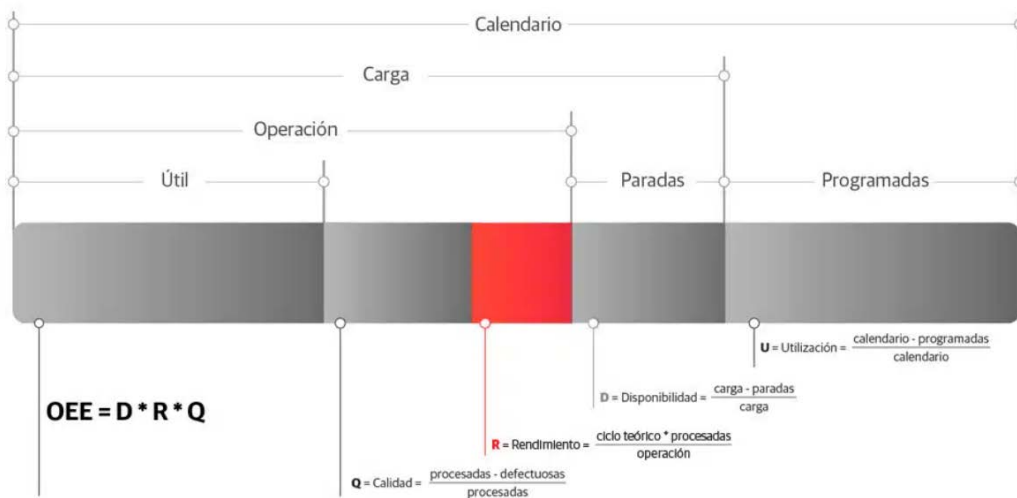
B. Rendimiento

De acuerdo con Sejzer (2016):

Se hace referencia al aprovechamiento de la capacidad de la máquina en el tiempo que estuvo en operación. Las disminuciones del rendimiento son provocadas generalmente por pequeñas paradas o por variaciones de la velocidad, a valores menores que la nominal de la máquina.

Un alto rendimiento puede traducirse en una mayor rentabilidad y una reducción de costes, mientras que un bajo rendimiento puede ser indicativo de problemas en los procesos productivos. Por eso, es de gran valor para cualquier fábrica conocer las claves para el cálculo correcto del rendimiento de su maquinaria.

Figura 2.16. Factor de rendimiento dentro de la OEE



Fuente: Berganzo, 2025.

Por su parte, Acisclo (2025a) explica:

Nakajima, precursor del TPM (*total productive maintenance*) calcula el rendimiento como el cociente del tiempo que debería haberse empleado para fabricar los productos y el tiempo que se ha empleado realmente, es decir, el tiempo de operación.

A su vez, el tiempo que debería haberse empleado es el resultado de multiplicar el tiempo de ciclo por la cantidad total procesada.

- Rendimiento de la OEE = (ciclo teórico x procesadas)/operación.

Por tanto, para realizar un cálculo óptimo del rendimiento, se debe utilizar como unidad de medida el tiempo y no la cantidad de productos fabricados o que se prevé fabricar.

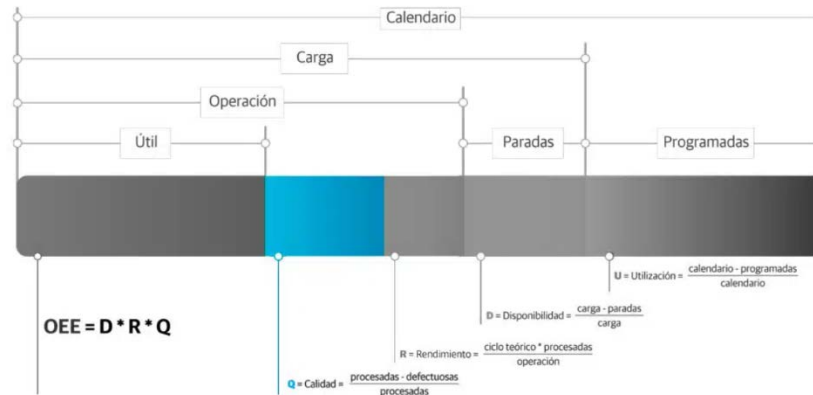
En definitiva, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- La producción real es el tiempo que la máquina o el equipo industrial está produciendo. Es decir, la suma de los tiempos que se emplean en fabricar cada producto en función de su tiempo ciclo.
- La capacidad productiva es la cantidad de productos que se podrían haber producido en el tiempo total disponible.

C. Calidad

Según Sejzer (2016), se “contempla el porcentaje de productos defectuosos sobre el total de productos fabricados”.

Figura 2.17. Factor de calidad dentro de la OEE



Fuente: Berganzo, 2025.

Acisclo (2025b) detalla:

El cálculo de la calidad es tan sencillo como restar los productos defectuosos al total de los fabricados, dividir el resultado entre el total de productos fabricados y multiplicar por 100 para obtener un porcentaje. O expresado de otra forma:

- $\text{Productos correctos} / \text{productos fabricados} \times 100$. [...]

Cuando se trata de productos defectuosos reprocesados, generalmente se considera una reducción en la calidad. La forma en que se contabilizan estos productos defectuosos reprocesados en el cálculo de la OEE puede variar según la metodología específica utilizada por cada organización.

Por tanto, la clave para calcular correctamente la fórmula de la calidad está en estos productos defectuosos o, más bien, en qué se va a hacer con ellos. [...]

En definitiva, podríamos resumir los consejos de Javier Santos para el cálculo de la calidad en los siguientes puntos clave:

- Los productos retrabajados o reprocesados en la misma máquina podrían tener un ciclo distinto.

- Si se contabilizan los productos correctos o incorrectos finales perderemos el doble paso por la máquina de los retrabajados y su consideración de productos defectuosos iniciales.
- Los productos retrabajados deben considerarse como un segundo tipo de producto, como si se tratara de una referencia distinta (y considerando la posible variación del tiempo ciclo anteriormente mencionado).
- El indicador de calidad debe recoger todos los productos defectuosos retrabajados, independientemente de la cantidad de veces que sea necesario reprocesarlos.

2.1.12.4 Las 6 grandes pérdidas de un equipo industrial

Con relación a esta sección, Berganzo (2025) describe cada una y explica por qué su identificación es importante:

Las 6 grandes pérdidas de un equipo industrial representan las principales causas de ineficiencia y disminución del rendimiento en los procesos de producción. Conocer su origen y cómo afectan la operatividad del equipo es crucial para implementar estrategias de mejora y optimización de la OEE.

Identificar y abordar estas pérdidas nos permitirá maximizar la productividad, minimizar el tiempo improductivo y reducir el desperdicio, contribuyendo así a un funcionamiento más eficiente y rentable de las operaciones industriales.

Las 6 grandes pérdidas son:

- Tiempo de paro por averías: Cuando el equipo se detiene debido a fallos o averías en sus componentes.
- Tiempo de paro por falta de material: Cuando el equipo se detiene porque no hay suficiente material o suministros disponibles para el proceso de producción.
- Tiempo de producción de unidades defectuosas: Tiempo en el que se producen unidades defectuosas o productos no conformes.
- Tiempo de configuración y ajustes: Tiempo de preparación y ajustes del equipo para cambiar de un producto o referencia a otro.
- Tiempo de ralentización o ajuste lento: Cuando el equipo opera a una velocidad más baja de lo previsto debido a problemas de rendimiento o ajustes lentos.

- Tiempo de paro por falta de personal: Cuando no hay suficiente personal disponible para operar el equipo o realizar tareas esenciales.

2.1.12.5 Beneficios de la OEE

La implementación de la OEE proporciona una visión completa del rendimiento operativo, permitiendo identificar áreas de mejora y aumentar la productividad de las empresas. Según Pérez (2019):

Los indicadores de productividad son una serie de variables que, una vez analizadas de forma conjunta, nos permiten conocer lo productivo que es un proceso, una persona, una empresa o cualquier entidad.

Tomando como ejemplo una persona, si a cada indicador se le asignara un valor entre cero y diez y se hiciese una media aritmética entre todos ellos, el valor de esa media reflejaría cuánto de productiva es esa persona. Pero además de estas, existen otras ventajas que la OEE ofrece para optimizar los procesos industriales.

Al respecto, en la figura 2.18 se muestran los 10 beneficios más destacados de la OEE:

Figura 2.18. Ventajas de implementar la OEE



Fuente: Berganzo, 2025.

Ahora bien, Sistemas OEE (2025) detalla estos beneficios como se aprecia a continuación:

La ventaja esencial de trabajar con la OEE es que mide los parámetros fundamentales de producción industrial como son la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, a través de un indicador que transforma los datos de un proceso complejo en información sencilla, visual y eficiente.

- Mejora el retorno de inversión (ROI): las empresas realizan grandes inversiones en maquinaria y necesitan obtener el máximo retorno de sus inversiones en el menor tiempo posible. Uno de los objetivos de la OEE precisamente es obtener la máxima productividad y eficiencia de los procesos de fabricación, lo cual impacta directamente en la mejora de ROI de cualquier inversión en maquinaria.
- Ayuda a ser más competitivo: es fundamental disminuir las pérdidas productivas y conseguir una mayor competitividad. Por ejemplo, si una línea productiva es capaz de realizar 100 piezas a la hora, pero únicamente está produciendo 60, la OEE indica el por qué está fallando ese proceso, ayudando a aumentar la competitividad de la empresa.
- Maximiza el rendimiento de las máquinas: uno de los mayores beneficios de utilizar un Sistema OEE es que el rendimiento de las máquinas aumenta rápidamente. Su aplicación se adapta perfectamente tanto para exprimir nueva maquinaria como para implementarlo en otras máquinas con las que ya se esté trabajando.
- Incrementa la calidad de los procesos: los costes asociados a producto defectuoso suponen, en empresas de todo el mundo, una de las causas que generan mayor pérdida económica. Uniendo OEE y tecnología se consiguen sistemas de trazabilidad más eficaces que permiten hallar el origen de los descensos de calidad. Conseguir minimizar retrabajos y productos defectuosos es clave y genera un enorme ahorro de costes.
- Perfecciona la capacidad de medir y decidir: solo lo que se mide se puede gestionar y mejorar. Es muy importante conocer si un proceso productivo es eficiente o ineficiente, y cómo lo que se puede optimizar. La OEE permite cuantificar la eficiencia y conocer el funcionamiento real de los procesos productivos. Esta información es determinante, ya que gracias a ella se pueden tomar las decisiones adecuadas para conseguir mejorar. A su vez, la OEE es una herramienta de medición estándar que se utiliza en todo el mundo y cuyo crecimiento en la actualidad es exponencial.

- Ayuda a descubrir tu ‘fábrica oculta’: habitualmente la eficiencia de los procesos es mucho menor de la que se presupone antes de ser medida. Descubrir este hecho denominado ‘Fábrica oculta’, del inglés *hidden factory*, es el primer paso para poder mejorar la productividad industrial: la OEE proporciona el detalle del origen de las pérdidas productivas, siendo este el punto de partida de la mejora de productividad de la planta.
- Facilita el trabajo de todos: utilizar información fiable en tiempo real repercute en el personal de planta, ya que les ayuda a saber realmente cómo están trabajando, lo que posibilita activar acciones de mejora inmediata a todos los niveles. Además, aplicando tecnología para calcular la OEE permitirá acabar con los partes o bonos manuales, dotarse de sistemas de alertas, automatización de informes y reportes, etc.
- Reduce costes de reparación de maquinaria: conocer el rendimiento real de la maquinaria es sinónimo de saber si está funcionando correctamente o si por el contrario existen causas que puedan desembocar en una reparación. El disponer de un sistema OEE capaz de anticipar estos hechos (analizando paradas inesperadas, velocidades reducidas, etc.) supone un gran ahorro tanto en mantenimiento preventivo de maquinaria, cómo en los altos costes asociados al propio fallo de la máquina.
- Es flexible y escalable: se puede comenzar utilizando un sistema OEE en una única máquina o proceso, e ir ampliando su implementación hasta llegar a utilizarlo en múltiples plantas productivas. Esta escalabilidad hace que se convierta en un sistema muy versátil y se pueda adaptar a cualquier tipo de empresa, independientemente de su tamaño.
- Es puerta de entrada a la industria 4.0: una de las principales características de las consideradas industrias 4.0 es su habilidad para digitalizarse. Contar con sistemas de medición automatizada de la productividad y la eficiencia será siempre el primer paso de cualquier industria que quiera avanzar hacia el 4.0.

2.1.12.6 Clasificación de la OEE

Según Solís (2024), el valor de OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

La clasificación de la OEE ayuda a identificar la situación actual de cualquier empresa, lo que a su vez mejora la eficiencia y productividad en el trabajo.

Las clasificaciones de la OEE se muestran en la tabla 2.1:

Tabla 2.1. Clasificación de la OEE según su puntuación

Puntuación OEE	Calificativo	Características
< 65 %	Inaceptable	Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
65 % < OEE < 75 %	Regular	Aceptable solo si se está en proceso de mejora. Baja competitividad
75 % < OEE < 85 %	Aceptable	Continuar la mejora para superar el 85 %. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85 % < OEE < 95 %.	Buena competitividad	Buena competitividad.
OEE > 95 %	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad.

Fuente: Solís, 2024.

2.1.13 Entrevistas

En cuanto a esta técnica, Díaz et al. (2013) brindan la siguiente definición:

La entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico que adopta la forma de un diálogo coloquial. Canales la define como “la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto”.

2.1.13.1 Tipos de entrevista

Díaz et al. (2013) indican que con frecuencia las entrevistas se clasifican de acuerdo con su planeación en tres tipos:

- “Entrevistas estructuradas o enfocadas.
- Entrevistas semiestructuradas.

- Entrevistas no estructuradas”.

2.1.14 Lluvia de ideas

También se le conoce en inglés como *brainstorming*. Al respecto, Equipo Editorial de IONOS (2023) describe:

[...] conocido en inglés, es una popular técnica utilizada para encontrar ideas basada en la creatividad espontánea y sin filtros. La base de esta técnica, consistente en entrenar el cerebro humano para desencadenar una “lluvia de ideas” y plasmarlas en papel sin censura, fue formulada por primera vez en 1939 por el autor estadounidense Alex F. Osborn y desarrollada por el teórico de la gestión Charles Hutchison Clark. El *brainstorming* es un método que tiene como objetivo la recopilación rápida y no filtrada de ideas, pidiendo a los participantes que simplemente “lancen ideas al aire”.

2.1.14.1 Las 4 leyes de la lluvia de ideas

De igual modo, Equipo Editorial de IONOS (2023) enumera las 4 leyes por seguir para desarrollar la lluvia de ideas:

- “Cantidad antes que calidad.
- No a las críticas, discusiones o comentarios.
- Registrar todas las ideas.
- Pensar con originalidad e inspirarse mutuamente”.

2.1.14.2 Evaluación de los resultados de la lluvia de ideas

Equipo Editorial de IONOS (2023) cita diferentes maneras de evaluar los resultados de la lluvia de ideas:

Con el método de la lluvia de ideas el principio de “primero el trabajo, después el placer” se invierte. La sesión de *brainstorming* suele combinar diversión y desenfado, pero es importante filtrar y discutir de forma objetiva qué resultados son realmente útiles, así como aplicar una lógica al evaluar las ideas que han sido recopiladas. En este punto, la libertad y la creatividad dan paso en gran medida a consideraciones racionales y estratégicas con las que se evalúan la plausibilidad y utilidad de las ideas para un proyecto concreto. Sin embargo, de ninguna manera debe excluirse a quienes han participado en la

sesión de *brainstorming* y preparar los resultados de forma individual o con algunas personas seleccionadas.

Finalmente, el debate abierto que tiene lugar debe absorber la energía liberada en el *brainstorming* e involucrar a todos los participantes. En este momento, es importante proceder con objetividad y dar a los participantes la oportunidad de discutir con más detalle las ideas que fueron lanzadas al aire y explicar su origen. Quizás la persona que contribuyó con una idea durante la sesión ya lo ha pensado bien y ahora puede hacer una aportación más valiosa. La evaluación conjunta de la lluvia de ideas es una parte fundamental del proceso.

Otro método popular de evaluación es el procedimiento de exclusión. Las ideas menos convincentes se van eliminando poco a poco hasta que queda una, que será la que más tarde se pondrá en práctica. El estilo de discusión es argumentativo y comparativo. Por ejemplo, las ideas a eliminar pueden determinarse por voto secreto o a mano alzada hasta que se establezca una ganadora. Este método aporta un elemento lúdico o incluso competitivo a la discusión y puede llegar a crear incluso una tensión sana y motivadora. El *brainstorming* es, así, una técnica emocionante porque, teóricamente, cada idea tiene la oportunidad de ganar, sin importar el rango o estatus de su promotor.

2.1.15 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)

Niebel y Freivalds (2009) desarrollan sobre estos diagramas lo siguiente:

Los diagramas de pescado, también conocidos como diagramas causa-efecto, fueron desarrollados por Ishikawa a principios de los años cincuenta mientras trabajaba en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company. El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, esto es, el efecto, como la “cabeza del pescado” y, después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las “espinas del pescado” unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado.

Por lo general, las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías principales —humanas, de las máquinas, de los métodos, de los materiales, del medio ambiente, administrativas—, cada una de las cuales se subdividen en subcausas. El proceso continúa hasta que se detectan todas las causas posibles, las cuales deben

incluirse en una lista. Un buen diagrama tendrá varios niveles de espinas y proporcionará un buen panorama del problema y de los factores que contribuyen a su existencia. Después, los factores se analizan de manera crítica en términos de su probable contribución a todo el problema. Es posible que este proceso también tienda a identificar soluciones potenciales. En la figura se muestra un ejemplo de un diagrama de pescado que se utiliza para identificar las quejas de salud de los trabajadores en una operación de corte.

Los diagramas de pescado han tenido mucho éxito en los círculos de calidad japoneses, donde se espera la contribución de todos los niveles de trabajadores y gerentes. Se puede demostrar que dichos diagramas no han tenido tanto éxito en la industria de Estados Unidos, donde la cooperación entre el trabajo y la administración puede ser menos eficiente en la producción de las soluciones y resultados deseados (p. 19).

Figura 2.19. Ejemplo de un diagrama de causa y efecto



Fuente: Niebel y Freivalds, 2009, p. 19.

2.1.16 Multivoto

Referente al multivoto, Aiteco Consultores (2019) indica:

La multivotación es un procedimiento sencillo y estructurado que se aplica para seleccionar, de entre una amplia lista de elementos, aquellos que son más significativos y merecen mayor consideración.

Cuando disponemos de una gran cantidad de ideas u opciones la dificultad estriba en trabajar con ese alto número. Con la multivotación, esa amplia gama de elementos se reduce, lo que permite al equipo centrarse en unas pocas, más apropiadas e importantes. Con este fin, la técnica opera mediante una serie de votaciones, donde cada una de ellas reduce la lista en una cantidad especificada, generalmente la tercera parte.

Un caso típico de aplicación de la multivotación es tras de una sesión de *brainstorming*, o de otras técnicas de generación de ideas, como el método 635.

La gran cantidad de elementos que se producen requieren de una acción posterior que reduzca su volumen, siendo una excelente alternativa la multivotación.

2.1.16.1 Procedimiento del multivoto

Seguidamente, se enumeran los pasos para desarrollar la técnica del multivoto:

- “Numerar los elementos.
- Eliminar duplicidades y combinar ideas.
- Primera ronda de la multivotación.
- Descartar los elementos con menos votos.
- Repetir el procedimiento de multivotación.
- Analizar las mejores alternativas” (Aiteco Consultores, 2019).

2.1.17 Análisis de Pareto

En cuanto a este análisis, Holguín et al. (2024) describen su origen, características y ejemplos:

El análisis de Pareto, también conocido como la regla 80/20, es una técnica utilizada para priorizar los esfuerzos y recursos identificando los factores que más impactan un proceso. Fue desarrollado por el economista Vilfredo Pareto, quien observó que el 80 % de la riqueza estaba en manos del 20 % de la población.

En el contexto industrial, el análisis de Pareto permite determinar las pocas fuentes vitales que provocan la mayoría de los problemas en áreas como calidad, tiempos de producción, costos operativos, seguridad, inventarios, entre otros. Consiste en clasificar y ordenar las causas potenciales según su frecuencia o impacto cuantificado, para luego enfocarse en las que tienen mayor relevancia.

Esta segmentación de factores críticos, fundamentada en datos concretos, facilita la focalización de recursos, los esfuerzos de mejora y la toma de decisiones. Mediante el análisis de Pareto, las organizaciones pueden diseñar soluciones a la medida de las principales raíces identificadas en su proceso productivo.

Dado que no todos los factores contribuyen por igual a la variabilidad o ineficiencias de un sistema, abordar estratégicamente las pocas causas vitales brinda la mayor rentabilidad en términos de optimización. De ahí la potencia de esta técnica para elevar la calidad, reducir costos operativos, minimizar reprocesos y desperdicios, acortar tiempos de entrega y, en consecuencia, maximizar la satisfacción del cliente.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de aplicaciones donde es de utilidad implementar el análisis de Pareto:

- En producción: el 20 % de los procesos generan el 80 % de los productos, tanto en tiempo como en cantidades.
- En ventas: el 20 % de los productos generan el 80 % de las ventas.
- En gestión de inventarios: el 20 % de los productos representan al 80 % del costo del inventario.
- La mayor parte del inventario está en una cantidad reducida de productos.
- En confiabilidad: el 20 % de las causas de fallo crean el 80 % de los paros. Pocos defectos tienen mayor impacto en los procesos de la empresa.
- En diseño de *software*: el 80 % de esfuerzo en tiempo y dinero produce el 20 % del código crítico (pp. 37-38).

2.1.17.1. Diagrama de Pareto

Ahora bien, al referirse al diagrama de Pareto, Holguín et al. (2024) brindan su definición y la enumeración de la metodología por seguir al elaborarlo:

El diagrama de Pareto es una representación gráfica del análisis de Pareto. Permite visualizar la importancia relativa de los diferentes factores y enfocarse en los pocos vitales (los que causan la mayoría de los problemas) en lugar de los muchos triviales.

A la hora de construir un diagrama de Pareto, se sigue una metodología ordenada y sistemática para garantizar resultados óptimos:

- Definición del problema u objetivo del análisis: se establece claramente la meta del diagrama de Pareto.
- Recolección de datos: se recopila información cuantitativa sobre las frecuencias de cada categoría o causa que afecta el proceso.
- Organización de datos: se ordenan las causas identificadas de mayor a menor frecuencia o impacto.
- Cálculos: se determinan las frecuencias absolutas, relativas y acumuladas para cada causa.
- Construcción del gráfico: se grafican las barras de frecuencia decreciente y la línea de frecuencia acumulada.
- Análisis: se identifican las causas vitales según la regla 80/20 de Pareto, o la regla seleccionada para un proceso particular.
- Acciones: se definen acciones y estrategias enfocadas en las causas vitales.
- Reevaluación: se realiza seguimiento y control para verificar la efectividad de las acciones tomadas (pp. 38-39).

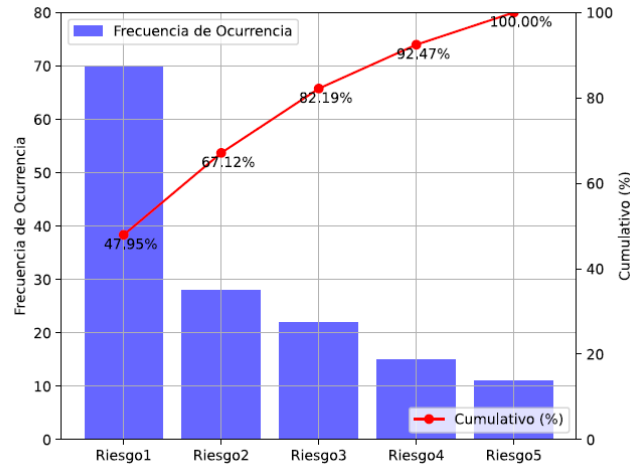
2.1.17.2. Clases de diagramas de Pareto

Con relación a sus clases, Holguín et al. (2024) establecen:

Los diagramas de Pareto son una herramienta que puede tomar diferentes formas dependiendo del propósito y los datos. Aunque el formato básico de barras ordenadas es el más común, existen algunas variaciones que proveen perspectivas adicionales sobre los datos:

- Diagramas de Pareto no ponderado: gráficas de barras (tipo histograma) [...] donde los valores están organizados de mayor a menor, según su frecuencia de ocurrencia.
- Diagramas de Pareto ponderado: considera la frecuencia de ocurrencia y la importancia. Se emplea para explicar la gravedad de las causas, su costo, o cualquier otro criterio en seguimiento (p. 39).

Figura 2.20. Ejemplo de un diagrama de Pareto



Fuente: Holguín et al., 2024, p. 40.

2.1.18 Capacitación

Chiavenato (2015) explica:

[...] la capacitación es el proceso educativo de corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, por medio del cual las personas adquieren conocimientos, desarrollan habilidades y competencias en función de objetivos definidos.

La capacitación entraña la transmisión de conocimientos específicos relativos al trabajo, actitudes frente a aspectos de la organización, de la tarea y del ambiente, así como el desarrollo de habilidades y competencias (p. 331).

Por su parte, para el autor Dessler (2015) “la capacitación significa dar a los empleados nuevos o antiguos las habilidades que requieren para desempeñar su trabajo, tal como mostrar a un nuevo representante comercial la forma de vender el producto de su empresa” (p. 188).

2.1.18.1 Planeación de la capacitación

Ahora bien, acerca de la planeación de la capacitación, Wayne y Robert (2005) mencionan:

[...] en las organizaciones ejemplares, existe un fuerte vínculo entre la misión estratégica de la empresa y los objetivos del programa de capacitación y desarrollo. Es necesario revisar y actualizar periódicamente estos objetivos para tener la seguridad de que apoyan las necesidades estratégicas cambiantes de la organización. Después de establecer los objetivos de capacitación y desarrollo, la administración puede determinar los métodos

apropiados para lograrlos. La administración debe evaluar continuamente la capacitación y desarrollo para garantizar su valor en el logro de los objetivos organizacionales (p. 207).

2.1.19 Manual de procedimientos

Con relación a este tipo de manual, Orozco (2007) establece:

Un manual de procedimientos, específica de manera detallada cada una de las tareas que se deben realizar, con el fin de efectuar los objetivos organizacionales trazados por la empresa. Generalmente indica en su descripción; quién, cómo, dónde, cuándo y para qué han de realizarse las operaciones. El manual debe reunir información específica y certificada sobre la naturaleza y fines de una serie de procedimientos de operaciones de la organización, con sus respectivos flujogramas y perfil de productos resultantes de cada proceso, y de sus instrumentos de apoyo, como los formularios.

2.1.19.1 Elaboración del manual de procedimientos

Respecto a los responsables de elaborarlo y el planteamiento de objetivos, Rojas (2011) agrega:

En las organizaciones generalmente puede asignarse una actividad centralizada, la cual puede consistir en remitirle a un grupo de trabajadores la elaboración de un manual de procedimientos, por lo cual se deben de tomar las previsiones del caso para que los objetivos trazados en la confección del manual sea satisfactorio, dichas recomendaciones se podrían enfocar en la supervisión de un experto en la materia, el cual se encargue de dirigir al grupo, o bien por asesores externos cuya capacidad sea comprobada (p. 34).

2.1.19.2 Etapas del manual de procedimientos

Adicional, las etapas para elaborar un manual de procedimientos son:

- “Etapa de planeación.
- Recopilación de datos.
- Investigación documental.
- Entrevista con los empleados.
- Entrevistas con los supervisores o gerentes inmediatos.
- Observación directa.
- Cuestionarios.

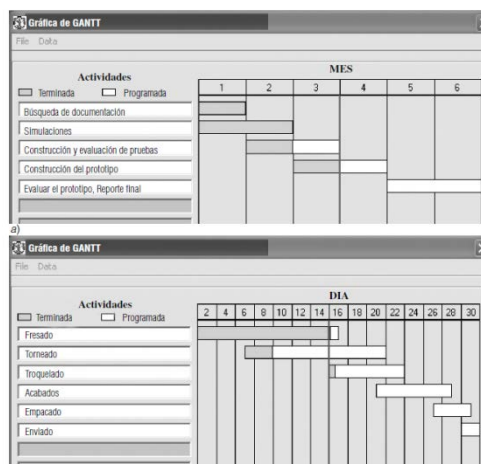
- Análisis de los datos.
- Disposición del material.
- Distribución e implementación.
- Revisión y modificación” (Rojas, 2011, pp. 34-36).

2.1.20 Diagrama de Gantt

Referente a este diagrama, Niebel y Freivalds (2009) señalan:

El diagrama de Gantt constituyó probablemente la primera técnica de control y planeación de proyectos que surgió durante los años cuarenta como respuesta a la necesidad de administrar proyectos y sistemas complejos de defensa de una mejor manera. El diagrama de Gantt muestra anticipadamente de una manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal. Los tiempos reales de terminación se muestran mediante el sombreado de barras adecuadamente. Si se dibuja una línea vertical en una fecha determinada, usted podrá determinar qué componentes del proyecto están retrasadas o adelantadas (p. 19).

Figura 2.21. Ejemplo de un diagrama de Gantt



Fuente: Niebel y Freivalds, 2009, p. 20.

2.1.21 Gemba walk

Medina (2022) detalla sobre esta herramienta:

Un *gemba walk* es el acto de ir físicamente al lugar donde se agrega valor en un proceso de construcción *lean* para identificar áreas de mejora. Durante una caminata *gemba*, uno habla con las personas que generan valor para el proyecto para determinar dónde se enfoca el valor y dónde hay desperdicios que pueden eliminarse en el proceso.

El Lean Construction Institute define *gemba* como el término japonés para "donde se agrega valor o donde se lleva a cabo el trabajo". "Ir al *gemba*" es observar físicamente el valor agregado que tiene lugar.

2.1.21.1 ¿Cómo realizar el gemba walk?

Medina (2022) cita los pasos para llevar a cabo esta herramienta: "La realización de la caminata *gemba* en sí misma no debe ser una actividad inútil. Asegúrese de estar equipado para el trabajo siguiendo estos pasos:

- Planifique con anticipación.
- Analice el proceso, no las personas.
- Déjate llevar por el flujo.
- Seguimiento".

2.1.21.2 Las 3P de gemba

Medina (2022) describe cada una de las 3P de *gemba* a continuación:

- Propósito: durante una caminata *gemba*, uno debe buscar comprender completamente el propósito del trabajo que se está realizando. ¿Cada persona involucrada en el proceso está agregando valor al flujo? ¿Las personas que hacen el trabajo entienden lo que están haciendo y por qué? ¿Están los estándares de trabajo a la altura de las expectativas? Estas son solo algunas preguntas que se pueden hacer con respecto al "propósito" durante la caminata *gemba*.
- Proceso: en la metodología *lean*, el análisis constante del proceso es primordial para asegurar un sistema de mejora continua. ¿El trabajo fluye correctamente o se pierde tiempo cuando los trabajadores dependen de otros para completar las tareas? ¿El

proceso está utilizando *pull* correctamente? El proceso identifica áreas de mejora en el propio flujo de trabajo.

- Personas: las personas son las que hacen o deshacen cualquier proceso *lean*. Durante una caminata *gemba*, es imperativo descubrir si existe aceptación y confianza entre los trabajadores del proyecto. Interactúe con las personas en el trabajo en todos los niveles de operación y hágales preguntas sobre lo que están haciendo y por qué lo están haciendo. Fomente un entorno en el que se fomente el compartir y en el que cualquiera pueda convertirse en líder.

2.1.22 Distribución de planta

En cuanto a la distribución de planta, Durán (2007) describe:

Se entiende por distribución o disposición de planta, fábrica taller o zona de trabajo, “la colocación de los departamentos o talleres en la construcción, la ubicación de las máquinas, de los puestos de trabajo, de los lugares de almacenamiento, de las oficinas e instalaciones para servicio del personal, y las interrelaciones entre ellos”.

Esta disposición, sea instalada o en proyecto, incluye los espacios necesarios para movimientos de material, almacenaje, mano de obra directa e indirecta, y toda otra actividad auxiliar como servicios para el personal y para el equipo de trabajo propiamente dicho.

El término “distribución de planta” significa unas veces la disposición existente, otras veces el nuevo plan de distribución propuesto, y a menudo, el trabajo necesario para realizar una disposición. Por tanto, la distribución de planta puede ser una instalación existente, un proyecto o un trabajo.

Indudablemente, la distribución de planta podría empezar por el diseño de las estaciones de trabajo; más aún, por el diseño de estaciones consecutivas de trabajo. [...]

La distribución de planta aspira a lograr una disposición del equipo y de áreas de trabajo que sea la más económica para la operación, pero al mismo tiempo, segura y satisfactoria para los trabajadores. La disposición debe permitir que se fabrique un producto o que se genere un servicio a un costo suficientemente bajo, el cual permita venderlo con beneficio en un mercado de competencia (pp. 64-65).

2.1.22.1 Tipos de distribución

Los tipos de distribución de planta que se pueden encontrar son los siguientes:

- “Por posición fija.
- Por proceso.
- Por producto” (Durán, 2007, p. 65).

2.1.22.2 Aspectos por considerar para proponer una distribución de planta

Al respecto, Durán (2007) enumera los siguientes aspectos:

- Peso, tamaño y movilidad del producto. Si es muy pesado y difícil de mover, el material deberá moverse lo menos posible, y se adoptará la distribución por posición fija. Es el caso de fundiciones, motores, etc. En punto opuesto, si el producto o sus partes son pequeños, de manera que se puede mover grandes cantidades con facilidad, la disposición es de menor importancia.
- La complejidad del producto. Si el producto está constituido por un gran número de partes que requiere de varias manipulaciones para su traslado, la buena disposición es muy importante.
- La duración del proceso en comparación con el tiempo de manipuleo. Si el tiempo de traslado, manejo y demoras constituye un porcentaje bastante considerable del tiempo total de fabricación cualquier reducción que se consiga mediante la buena disposición, redundará en mejor productividad. Por ejemplo, fabricación de envases de cartón, trabajos de la madera, etc.
- Por el contrario, si el tiempo de proceso es bastante largo, como en ciertas industrias pesadas en las que las operaciones mecánicas pueden durar días enteros, la disposición perderá importancia.
- El grado con que el proceso se aproxime a la producción en serie. Esto tiende hacia el campo de la alta productividad, puesto que se emplean máquinas de alto rendimiento. El porcentaje de tiempo que corresponderá al manejo de materiales será elevado, salvo que se cuente con una buena disposición de las instalaciones, por ejemplo: empacadora, hilados de algodón, fabricación de botellas, etcétera (p. 70).

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

2.2.1 Visión/misión

La visión y misión de la empresa Sweetwell Zona Franca se muestran seguidamente.

Visión

“Sweetwell es una empresa global con la misión de satisfacer una de las necesidades insatisfechas del consumidor más importantes, la necesidad de alimentos dulces sabrosos y saludables” (Sweetwell Zona Franca, 2022).

Misión

“Un mundo donde comer sano es fácil y sabroso, y especialmente cuando comer dulces y postres ya no es motivo de remordimiento” (Sweetwell Zona Franca, 2022).

2.2.2 Antecedentes históricos

Sweetwell nace en Bélgica como una empresa de mediano capital extranjero, pero la totalidad de sus operaciones se realizan en Costa Rica y está dedicada a la fabricación, comercialización y distribución de alimentos.

Con más de diez años de fundada, la empresa ha sido reconocida con diversos premios a nivel nacional e internacional por su innovación y crecimiento sostenido, siendo una de las pymes con mayor aceptación entre los consumidores.

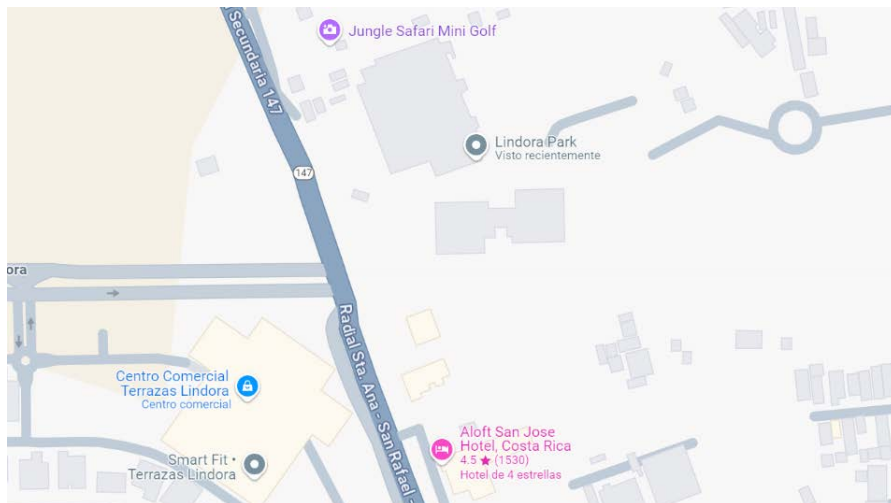
Durante el año 2011, la casa matriz se traslada a Costa Rica para manejar la operación global, la propiedad intelectual, la investigación, el desarrollo y la fábrica piloto. Es una empresa enfocada a la elaboración y comercialización de galletas, suspiros, chocolates, barras keto y amaranto, mermeladas y sustitutos de glucosa; dichos productos se encuentran libres de gluten, azúcar y almidón. Además, ninguno de los alimentos generados en la compañía es modificado genéticamente, con el fin de promover un resultado de calidad y de bienestar para todos sus consumidores.

La organización, por medio de los productos que comercializa, tiene como fin principal ayudar a aquellas personas que requieren una dieta libre de azúcar o gluten y con pocas calorías.

2.2.3 Ubicación geográfica

La planta de producción y las oficinas administrativas se ubican en el parque industrial de Lindora Park Zona Franca; específicamente, en la provincia de San José, cantón de Santa Ana, distrito de Pozos en la Radial de Santa Ana-Belén, 200 metros norte del fórum 2.

Figura 2.22. Mapa satelital de Sweetwell Zona Franca

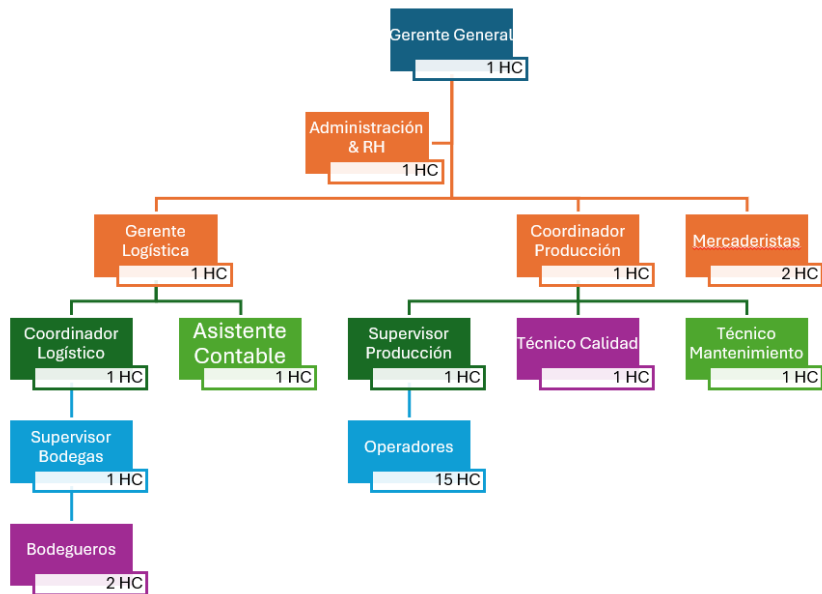


Fuente: Google Maps, 2025.

2.2.4 Estructura organizacional

A continuación, se presenta el organigrama de la organización, en el que se incluyen los diferentes departamentos de la empresa:

Figura 2.23. Organigrama de Sweetwell Zona Franca



Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.2.5 Cantidad de empleados

Dentro del equipo de trabajo de Sweetwell Zona Franca, se cuenta con un total de 29 colaboradores, quienes se distribuyen de la siguiente forma:

Tabla 2.2. Cantidad de empleados por área en Sweetwell Zona Franca

Puesto o área	Cantidad
Administrativos	7
Mercaderistas	2
Bodegueros	3
Operarios de producción	15
Calidad	1
Mantenimiento	1
Total	29

Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

La jornada laboral de Sweetwell Zona Franca para administrativos, bodegueros, personal de planta, Calidad y Mantenimiento es de lunes a viernes. Los mercaderistas sí trabajan fines de semana y descansan días entre semana. Por su parte, los operarios de planta, Calidad y

Mantenimiento laboran de 6:00 a.m. a 4:00 p.m. de lunes a jueves, y los viernes de 6:00 a.m. a 2:00 p.m. Mientras que el personal de bodega ingresa a las 7:00 a.m. y sale a las 5:00 p.m. de lunes a jueves, y los viernes de 7:00 a.m. a 3:00 p.m.

Además, los empleados que desarrollan labores administrativas cuentan con una jornada laboral de 10 horas, la hora de ingreso y salida puede realizarse según las actividades establecidas para cada colaborador, por lo que varía dentro de los horarios mencionados anteriormente para los operarios.

2.2.6 Tipos de productos

El mercado meta de la empresa se centra en los consumidores enfocados en un estilo de vida y alimentación saludable, con productos alimenticios de calidad, hechos con ingredientes naturales, bajos en calorías y libres de azúcar y gluten. Actualmente Sweetwell Zona Franca presenta las siguientes familias de productos:

- Suspiros.
- Galletas.
- Barras keto y amaranto.
- Mermeladas.
- Chocobolitas y chispas de chocolate.
- Endulzantes.
- Tabletas de chocolate.

A continuación, se presentan ejemplos de la línea de productos que están sujetos a este estudio de investigación:

Figura 2.24. Ejemplo de galletas de 26 gramos en Sweetwell Zona Franca



Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

2.2.7 Mercado de exportación

Actualmente Sweetwell Zona Franca está retomando el mercado de exportación con envíos a Amazon. Todavía no se pueden generar volúmenes de exportación; sin embargo, la empresa desea que este comercio origine mayores ingresos a la compañía.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

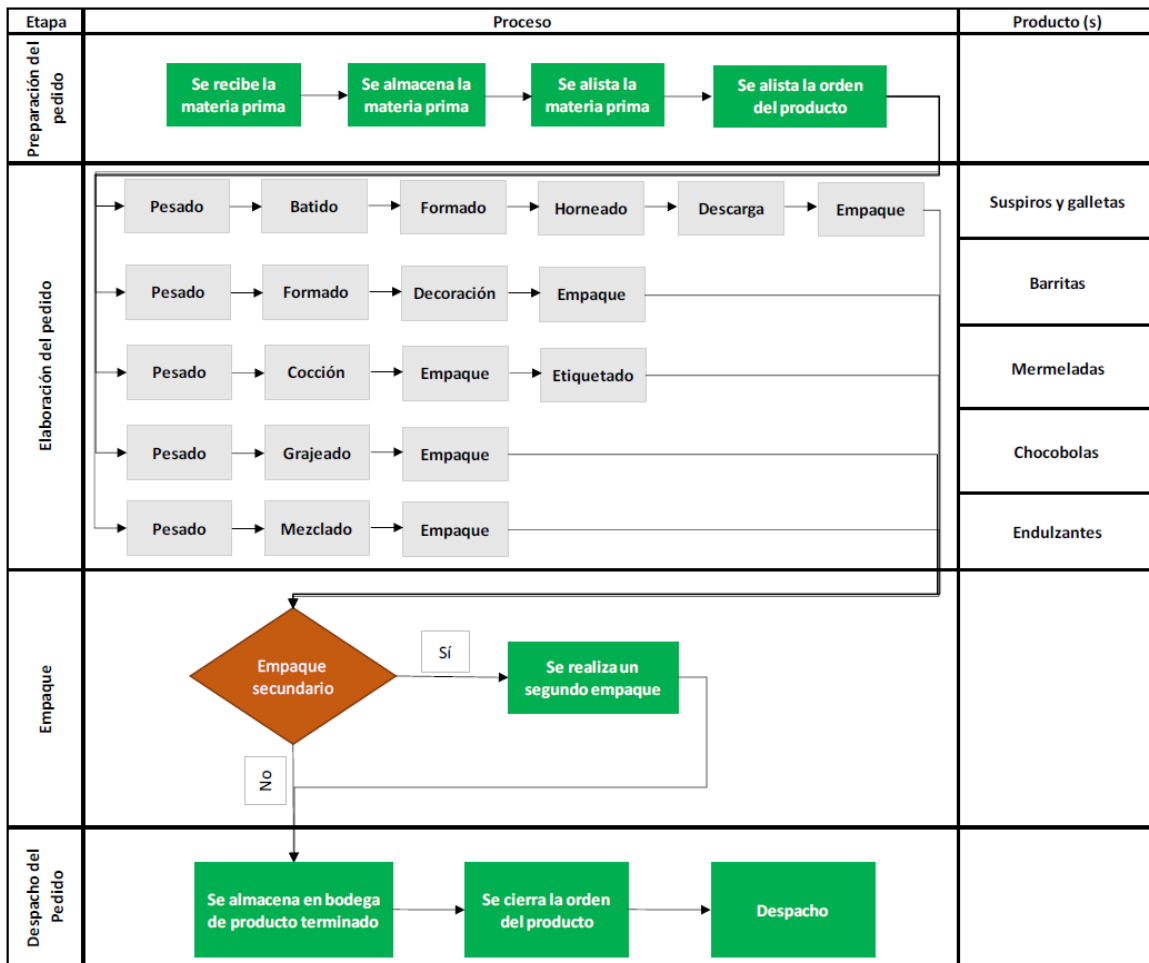
Dentro de las actividades involucradas para la producción de los diferentes productos de la organización, en primera instancia se encuentra la adquisición y almacenamiento de la materia prima, cuyo responsable es el equipo de logística de la empresa. Seguidamente, y dependiendo de cada uno de los distintos productos, se alista la orden del pedido y la materia prima requerida emitida previamente por el mismo departamento logístico. En este punto, se seleccionan los materiales necesarios para completar la orden de producción, por lo que las cantidades siempre varían dependiendo del producto y los requerimientos.

Una vez que se poseen los insumos necesarios en el área de producción, se lleva a cabo el proceso correspondiente. Cabe mencionar que solo los suspiros y las galletas comparten un mismo “paso a paso” en su elaboración; además, cada uno de los operadores conoce el procedimiento, en caso de tener que colaborar en la producción de galletas, suspiros, mermeladas, chocobolas o endulzantes. No obstante, se intenta mantener a la persona en el mismo lugar de

trabajo y el cambio de actividades para los operarios se presenta en caso de tener algún pedido atrasado.

En la figura 2.25 se detalla con mayor claridad el proceso productivo involucrado para cada uno de los distintos productos de Sweetwell Zona Franca:

Figura 2.25. Diagrama de proceso de Sweetwell Zona Franca



Fuente: Chanto, 2022.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque mixto es el seleccionado para este trabajo investigativo en la empresa Sweetwell Zona Franca, ya que contempla los enfoques cualitativo y cuantitativo. Según Barrantes (2002), el enfoque cualitativo se centra en el descubrimiento del conocimiento y el enfoque cuantitativo se basa en la estadística para el análisis de datos.

A lo largo de este trabajo investigativo, se mantiene el enfoque de la investigación en una gran cantidad de documentos explicativos sobre la capacidad de producción, DMAIC y OEE, y se seleccionan los que mejor se adapten a las necesidades de la línea de producción de galletas de 26 gramos. En paralelo, se debe iniciar con la recolección de datos para el análisis que sirvan como punto de partida para la posterior generación de acciones correctivas o planes de mejora continua (*kaizen*) con el propósito de elevar la efectividad global de la línea de producción.

Además, se utilizan los tipos de investigación exploratoria y correlacional. Aunque la búsqueda en la mejora de la capacidad de producción y el indicador de OEE no son nuevos en el ámbito de la efectividad o mantenimiento, se debe explorar el mejor método que se pueda aplicar dentro de una empresa que en la actualidad no tiene en su sistema un control de la eficiencia sobre las líneas de producción.

Por otro lado, una vez que se recolecten los primeros datos en la línea de producción seleccionada, se inicia con los procesos de análisis y propuestas de mejora; para esto, se utilizan herramientas de mejora continua que correlacionen problemas (variables dependientes) existentes versus las causas (variables independientes). Ejemplo claro para estas correlaciones son los diagramas de causa y efecto (Ishikawa) hechos para este proyecto.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

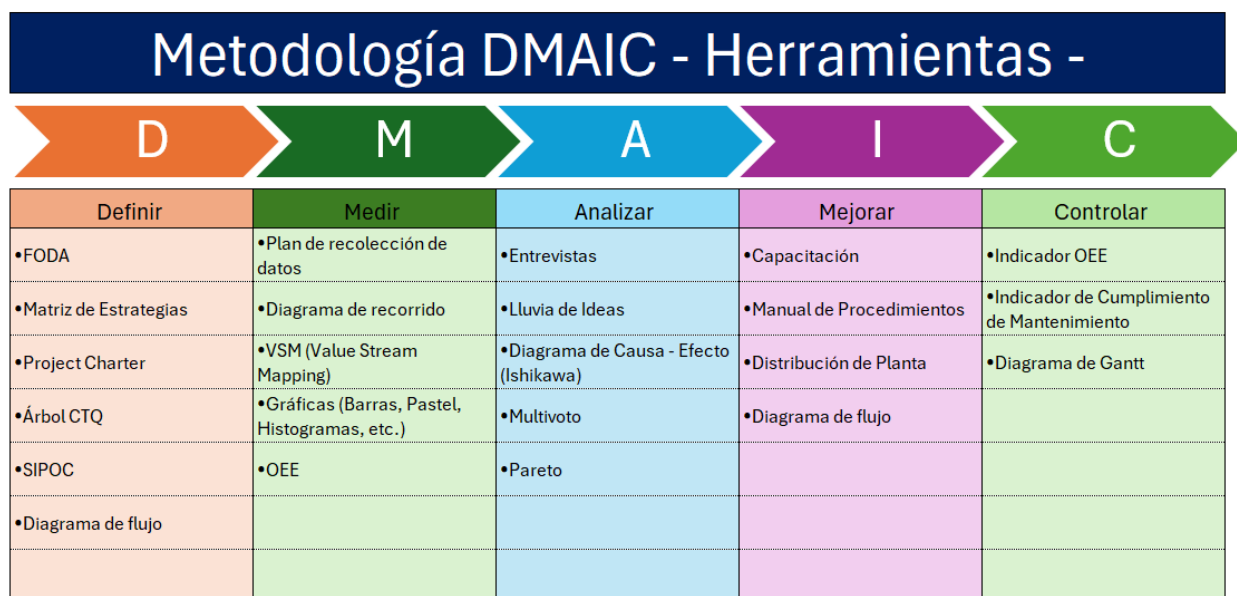
Los métodos de investigación son un elemento clave para la construcción de un conocimiento sólido sobre un fenómeno particular, por lo tanto, saber en qué consisten, cuáles son sus características y de qué depende la elección de uno u otro resulta fundamental para todo investigador.

En cuanto al método o diseño, según Hernández et al. (2014), el investigador debe visualizar la manera práctica y concreta de contestar las preguntas de investigación. Es indispensable describir cada paso del diseño y cómo se usa en la investigación.

Ahora bien, los métodos de investigación se definen como el conjunto de técnicas que, coherentes con la orientación de una investigación y el uso de herramientas específicas, permiten la obtención de un producto o resultado particular.

Así, DMAIC es la herramienta seleccionada para la gestión de este proyecto investigativo; al respecto, en la figura 3.1 se aprecia un diagrama con la metodología por seguir durante el desarrollo de los ciclos o pilares: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Figura 3.1. Metodología DMAIC para realizar la investigación



Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.2.1 Definir (D)

En la etapa de definir, se realiza como primera actividad un análisis FODA para obtener las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas dentro de la empresa Sweetwell Zona Franca en un marco general. Luego, con el propósito de complementar el FODA, se elabora una matriz de estrategias que brinda planes de acción en materia ofensiva, defensiva, de reorientación y de supervivencia.

Como tercer paso, se confecciona un *project charter* que define el alcance, los roles, el presupuesto aproximado y el cronograma del proyecto. Sin embargo, previo a la aprobación del *project charter*, es vital identificar los procesos que componen la línea de producción bajo estudio, por lo cual se utilizan herramientas como los diagramas de flujo y se profundiza aún más

con la herramienta SIPOC. Por último, se complementa el análisis con aspectos críticos para la calidad del cliente mediante un árbol de CTQ.

3.2.2 Medir (M)

En la etapa de medir, el enfoque es obtener información cuantitativa por medio de un plan de recolección de datos en función de la programación del plan de producción en Sweetwell Zona Franca. Este plan de recolección de datos toma información relevante que permite los primeros análisis de la eficiencia en la producción versus la capacidad instalada de la máquina de empaque.

Previo al desarrollo del análisis, es de mucha utilidad interpretar factores o procesos que interactúan entre sí, para ello, se emplean herramientas visuales como el VSM (*value stream mapping*) y el diagrama de recorrido. Asimismo, se obtienen los primeros resultados del plan de recolección de datos mediante la implementación del KPI de OEE y se utilizan gráficas para analizar los resultados.

3.2.3 Analizar (A)

Una vez obtenidos los datos cuantitativos durante la etapa de medir, el siguiente paso es analizar los mismos mediante entrevistas estructuradas y no estructuradas con la Gerencia General, mandos medios, el técnico en mantenimiento y operadores, para comprender el contexto de la problemática.

En este proceso se dan las primeras retroalimentaciones de las posibles causas y soluciones que deben tomarse en cuenta para corregirlas lo antes posible y estar listo para los futuros desafíos. La generación de lluvia de ideas durante reuniones o talleres *kaizen* es una de las mayores contribuciones para identificar causas y generar las acciones correctivas. Estas sesiones de lluvia de ideas se llevan a cabo con el 100 % del personal de la empresa Sweetwell Zona Franca, al ser una organización pequeña.

Todas las causas identificadas se analizan de una mejor manera al emplear el diagrama de causa y efecto, más conocido como diagrama de Ishikawa. Aquí se segregan las causas identificadas en las 6M o categorías. Esta tarea ayuda a enfocar los esfuerzos y delegar responsabilidades por cada categoría. Cabe destacar que este tipo de ejercicio debe ser ejecutado por grupos interdisciplinarios con experiencia en procesos claves dentro de la organización.

Seguidamente, todas las acciones correctivas levantadas deben ser votadas por la herramienta multivoto y graficadas mediante Pareto. Este proceso define cuáles son las ideas que el grupo identifica como de mayor significancia y permite dirigir los recursos de forma eficiente y en aras de mejorar el proceso.

3.2.4 Mejorar (I)

En este apartado se implementan mejoras asociadas al análisis de resultados del capítulo IV. De este modo, se emplea la construcción de diagramas de flujo para caracterizar los procesos y se aplica la estandarización de procesos utilizando manuales de procedimientos. Por último, se busca la eficiencia y la optimización al analizar por medio de herramientas como la distribución de planta.

3.2.5 Controlar (C)

Se controla el avance del proyecto al utilizar herramientas como indicadores para obtener resultados y tendencias del desempeño, el diagrama de Gantt para definir responsables y fechas claves y el retorno de la inversión (ROI), con el fin de medir el éxito de la implementación.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Dankhe (1986, como se citó en Hernández et al., 2014) distingue tres tipos básicos de fuentes de información para llevar a cabo la revisión de la literatura:

- Las fuentes primarias constituyen el objetivo de la investigación bibliográfica o revisión de la literatura y proporcionan datos de primera mano.
- Las fuentes secundarias consisten en compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias).
- Las fuentes terciarias son documentos que compendian nombres y títulos de revistas y otras publicaciones periódicas, así como nombres de boletines, conferencias y simposios; nombres de empresas, asociaciones industriales y de diversos servicios.

Con relación al desarrollo de este trabajo de investigación, se emplean fuentes primarias, secundarias y digitales para recopilar y analizar la información necesaria. En cuanto a las fuentes primarias, la información se enfoca en la problemática general, se obtiene principalmente de visitas a la planta de producción y entrevistas a los empleados de la empresa Sweetwell Zona

Franca, incluyendo al gerente general. Los volúmenes de producción para justificar la selección de la línea de galletas de 26 gramos como línea proyecto se extraen de Softland (ERP).

Respecto a las fuentes secundarias, se consultan principalmente artículos y libros enfocados en la definición del indicador de efectividad global de los equipos OEE. De aquí se extraen los conceptos, factores y cálculos para el desarrollo del indicador.

Dentro de la fuente documental, se utiliza un registro interno de Sweetwell Zona Franca, que en apariencia es un intento fallido de implementación de OEE en la planta de producción. De aquí se obtiene información valiosa con el propósito de construir un nuevo formato de registro para el control de OEE en la línea de producción seleccionada para el proyecto.

Las fuentes digitales o electrónicas se obtienen de fuentes confiables como: Google Scholar, Science Direct, LinkedIn, y páginas del Gobierno como PROCOMER y la Cámara de Industrias (CIR). Adicional, el enfoque es obtener casos de éxito de implementación de OEE, recomendaciones de implementación y estadísticas para nutrir más aun el proyecto.

Seguidamente, en la tabla 3.1, se muestra un resumen de las fuentes de información utilizadas y su tipo:

Tabla 3.1. Fuentes de información

Fuente	Nombre	Tipo	Tema
Gerencia general	Esteban Álvarez	Primaria	Problemática actual más visión futura del negocio.
Supervisora de producción	Rebecca Delgado	Primaria	Descripción del proceso productivo y problemática.
Técnico en mantenimiento	Moisés Gámez	Primaria	Conceptos del funcionamiento de la máquina. Elaboración de listado de códigos de paros. Material para el diseño de capacitaciones.
ERP	Softland	Primaria	Extracción de volúmenes de producción.
Artículo	Efectividad global de los equipos ajustado por costos	Secundaria	Definición, características, variables y clasificación de la OEE a nivel <i>word class</i> .
Artículo	Mejora del indicador OEE utilizando metodología seis sigma	Secundaria	Metodología de implementación de OEE en plantas productoras de alimentos.
Artículo	Casos de éxito. Cámara de Industrias de Costa Rica (CIR)	Secundaria	Antecedentes nacionales del indicador OEE.
Artículo	PROCOMER	Secundaria	Competitividad alimentaria en LATAM y Costa Rica.
Libro	La teoría del despilfarro	Secundaria	Definición, características, variables y clasificación de la OEE a nivel <i>word class</i> .
Libro	Introducción al control de calidad y seis sigma	Secundaria	Definición, características, variables y clasificación de la OEE a nivel <i>word class</i> .
Libro	Metodología de la investigación	Secundaria	Enfoque, método y tipos de investigación (Hernández et al., 2014).
Libro	Investigación, un camino al conocimiento	Secundaria	Enfoque, método y tipos de investigación (Barrantes, 2002).
Documental	Registro OEE Sweetwell	Documental	<i>Draft</i> de registro de control OEE en la empresa Sweetwell Zona Franca.
www.sistemasoe.com	OEE, guía completa definitiva	Digital	Definición, características, variables y clasificación de la OEE a nivel <i>word class</i> .
www.linkedin.com	Impulsando la excelencia operacional: implementación del OEE y su impacto en la mejora de la productividad en plantas industriales	Digital	Pasos clave para la implementación de la OEE en una planta industrial.
www.linkedin.com	6 consejos para mejorar el OEE	Digital	Metodología para mejorar el indicador de OEE.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.3.1 Sujetos de información

Barrantes (2002) define a los sujetos de información como todas aquellas personas físicas o corporativas que brindan información. Para la recolección de información, se realizan entrevistas

a las personas que se muestran en la tabla 3.2, quienes corresponden al gerente general, mandos medios, el técnico de mantenimiento y el 100 % de los operadores.

Tabla 3.2. Sujetos de información

Sujeto de información (cargo)	Cantidad de sujetos
Gerencia General	1
Jefe de producción	1
Supervisora de producción	1
Técnico en mantenimiento	1
Técnico en calidad	1
Operadores de proceso	14
Total:	19

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

Las variables deben definirse con el fin de no causar polémica o confusión. Ahora bien, para crear la definición, se debe tomar cada objetivo específico planteado en la investigación, buscar para cada uno de estos una variable y luego definirlas conceptualmente.

3.4.1 Definición conceptual

Según Barrantes (2002) la definición conceptual es:

[...] aquella que nos dice que se entenderá por esa frase; es un tipo de definición de “diccionario” o “técnica” [...] busca una especificación del sentido de los conceptos incluidos en el nombre que se le da a cada variable. Es proponer un concepto para la variable para guiar la investigación, esta definición la crea el investigador de acuerdo con lo que él desea investigar.

3.4.2 Definición operacional

Barrantes (2002) menciona que la definición operacional cumple varias funciones, a saber:

- Define los criterios de medición.
- Explica la clase de datos con que se trabaja.
- Define el ámbito de recolección de esos datos.
- Crea categorías conceptuales que dan precisión a los términos.

- Determina el tipo de análisis que posteriormente permite conclusiones que pueden extraerse de cada una de estas variables.

3.4.3 Definición instrumental

De acuerdo con Barrantes (2002):

[...] la definición instrumental, trata de aclarar para cada variable, el medio o instrumento por el cual recogerá la información. Esta definición aclara para cada variable, el medio o instrumento con que se recogerá la información, por ejemplo: un cuestionario, una lista de cotejo, una entrevista, etc.

Tabla 3.3. Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Definir los factores que afectan la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos.	Capacidad de producción	“Número de unidades por producir en un lapso determinado” (Tawfik y Chauvel, 1992).	Se realizan análisis de contexto y caracterización del proceso para visualizar los factores que afectan la capacidad de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • FODA. • Matriz de estrategias. • <i>Project charter</i>. • Árbol de CTQ. • SIPOC. • Diagramas de flujo.
Medir el porcentaje de participación de los factores que impactan la capacidad de producción, mediante la aplicación del indicador OEE.	Indicador OEE	“Métrica utilizada para representar en un solo indicador tres parámetros de suma importancia para la mejora en la productividad de industrias de manufactura” (Sejzer, 2016).	KPI que brinda enfoque dentro de los 3 factores que afectan la efectividad de la línea de producción (disponibilidad, rendimiento y calidad).	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de recolección de datos. • Diagrama de recorrido. • VSM. • OEE. • Gráficas (barras, pastel, etc.).
Analizar las causas que influyen en la baja capacidad de producción, para determinar las más críticas.	Causa raíz	“El análisis de la causa raíz es una técnica de resolución de problemas que ayuda a las organizaciones y a las personas a entender por qué las cosas van mal. Puede ayudar a identificar posibles soluciones y evitar que se produzcan problemas similares en el futuro” (Miro, 2025).	Identificar y analizar las causas que impactan el correcto desempeño dentro de los factores de OEE para gestionar las correcciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas (grupo focal). • Lluvia de ideas. • Ishikawa. • Multivoto. • Pareto.
Proponer mejoras y controles que aumenten la capacidad de producción de la línea de galletas de 26 gramos en al menos un 35 %.	Mejora continua	“Principios y valores que soportan al sistema de gestión de la organización, entre ellas: prácticas, técnicas o herramientas consideradas en su origen como japonesas, dentro de las cuales se incluye la gestión por calidad total” (Dean y Bowen, 1994).	Entregar al equipo de producción un proceso sistemático de análisis que ayude al equipo a buscar la excelencia operacional mediante el seguimiento y control de las mejoras planteadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Manuales. • Diagramas de flujo. • Distribución de planta. • OEE. • Diagrama de Gantt. • Indicadores. • Capacitación.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.5 INSTRUMENTOS

En este apartado se hace énfasis en las herramientas ingenieriles utilizadas para la recolección de datos del estudio, asimismo su definición conceptual y formatos empleados como herramientas de recolección. Barrantes (2002) indica: “En la investigación se dispone de instrumentos para medir las variables y las interrogantes, a fin de recolectar la información necesaria. Se puede utilizar uno o varios de estos instrumentos, según sea el enfoque en el que estemos trabajando”.

Las técnicas de recolección de datos son un conjunto de diferentes herramientas que permiten recopilar información de forma hábil y eficaz con fines de investigación y análisis. Existen múltiples técnicas de recolección de datos que se pueden elegir como parte de la metodología de investigación usada. A efectos del presente estudio, se trabaja con:

- Seguimiento transaccional en ERP para obtener registros históricos.
- Recorridos de planta o *gemba walks* (caminatas).
- Plan de recolección de datos.
- Recolección de información mediante grupos focales (focus group).
- Lluvia de ideas.

3.5.1 Registros históricos

En cuanto a esta técnica, New York State Archives (2025) señala:

Los registros históricos, también llamados registros de archivo, son registros que se conservan de forma permanente debido a su uso en investigaciones a largo plazo. No es necesario que sean antiguos para ser de archivo. Lo que hace que un registro merezca la conservación y preservación permanente es la importancia continua de la información que contiene. Los registros históricos pueden existir en diversos formatos, como papel, digital, audio, vídeo, película o microfilm.

A efectos del estudio, corresponde a la información histórica sobre los volúmenes de producción de la línea de galletas de 26 gramos extraídos del ERP llamado Softland que utiliza Sweetwell Zona Franca como herramienta de planificación de los recursos empresariales. También se toma un registro diseñado previamente como guía, que al parecer es un intento fallido de implementar el KPI de OEE.


3.5.2 Recorridos o gemba walk




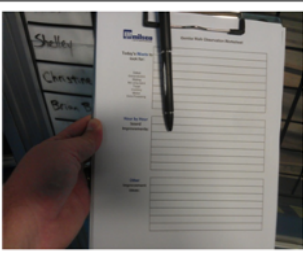
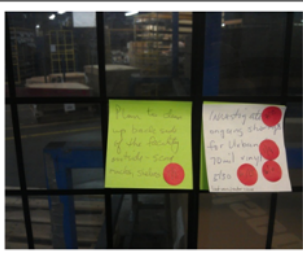
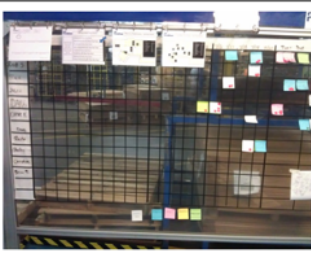
Medina (2022) detalla sobre esta herramienta:

Un *gemba walk* es el acto de ir físicamente al lugar donde se agrega valor en un proceso de construcción *lean* para identificar áreas de mejora. Durante una caminata *gemba*, uno habla con las personas que generan valor para el proyecto para determinar dónde se enfoca el valor y dónde hay desperdicios que pueden eliminarse en el proceso.

El Lean Construction Institute define *gemba* como el término japonés para "donde se agrega valor o donde se lleva a cabo el trabajo". "Ir al *gemba*" es observar físicamente el valor agregado que tiene lugar.

Figura 3.2. Ejemplo del formato de gemba walk

	Instrucción:	Caminata diaria Gemba para líderes de equipo	Doc. Nº:
	Aprobado por:	Mejora continua	Fecha Revisión: 09/07/2012
Página 1 de 1	Firma de aprobación:	Vicente Fernandez	Nivel Revisión: A

<p>Equipo de protección:</p> 	<p>Casco y calzado de seguridad:</p> 	
<p>Paso 1: Presentarse en el área de métricos a las 10 am. La Caminata empieza a las 10 en punto diariamente.</p>	<p>Paso 2: El miembro de mayor jerarquía selecciona el tema a enfocarse y mueve el indicador al siguiente renglón.</p>	<p>Paso 3: Seleccionar el mapa de acuerdo al tema.</p>
		
<p>Paso 4: En la hoja de trabajo, cada persona de la caminata identifica oportunidades.</p>	<p>Paso 5: Al regresar al tablero de ideas, se concentran las más importantes. Si las ideas no se han realizado, se adhiere una etiqueta roja con la fecha de terminación.</p>	<p>Paso 6: Nuevas ideas son agregadas al tablero y asignadas a los responsables correspondientes.</p>

Fuente: Socconini, 2023.

3.5.3 Plan de recolección de datos

Para alcanzar los objetivos propuestos, confirmar o rechazar las hipótesis planteadas, se requiere una serie de datos, los cuales permitan llegar al conocimiento. La recolección de datos es un

proceso importante que requiere paciencia y orden. Esto implica la necesidad de utilizar instrumentos capaces de captarlos tal como son, con sus medidas apropiadas y su exacto valor (Barrantes, 2002).

3.5.4 Técnica de grupo focal (focus group)

Respecto a esta herramienta, Aigner (2002) expone:

Las entrevistas logradas mediante la estrategia de grupos focales tienen como propósito registrar cómo los participantes elaboran grupalmente su realidad y experiencia. Como todo acto comunicativo tiene siempre un contexto (cultural, social), entonces el investigador debe dar prioridad a la comprensión de esos contextos comunicativos y a sus diferentes modalidades. Esta modalidad de entrevista grupal es abierta y estructurada: generalmente toma la forma de una conversación grupal, en la cual el investigador plantea algunas temáticas-preguntas asociadas a algunos antecedentes que orientan la dirección de esta, de acuerdo con los propósitos de la investigación. En este sentido, se diferencia de una conversación coloquial porque el investigador plantea previamente las temáticas y, si es el caso, el tópico no se da por agotado retornando nuevamente una y otra vez ya que interesa captar en profundidad los diversos puntos de vista sobre el asunto discutido.

3.5.5 Lluvia de ideas

Por último, acerca de esta técnica, Equipo Editorial de IONOS (2023) indica:

La lluvia de ideas o *brainstorming* conocido en inglés, es una popular técnica utilizada para encontrar ideas basada en la creatividad espontánea y sin filtros. La base de esta técnica, consistente en entrenar el cerebro humano para desencadenar una “lluvia de ideas” y plasmarlas en papel sin censura, fue formulada por primera vez en 1939 por el autor estadounidense Alex F. Osborn y desarrollada por el teórico de la gestión Charles Hutchison Clark. El *brainstorming* es un método que tiene como objetivo la recopilación rápida y no filtrada de ideas, pidiendo a los participantes que simplemente “lancen ideas al aire”.

Figura 3.3. Formato de una lluvia de ideas

HOJA DE TRABAJO DE LLUVIA DE IDEAS Y COLABORACIÓN

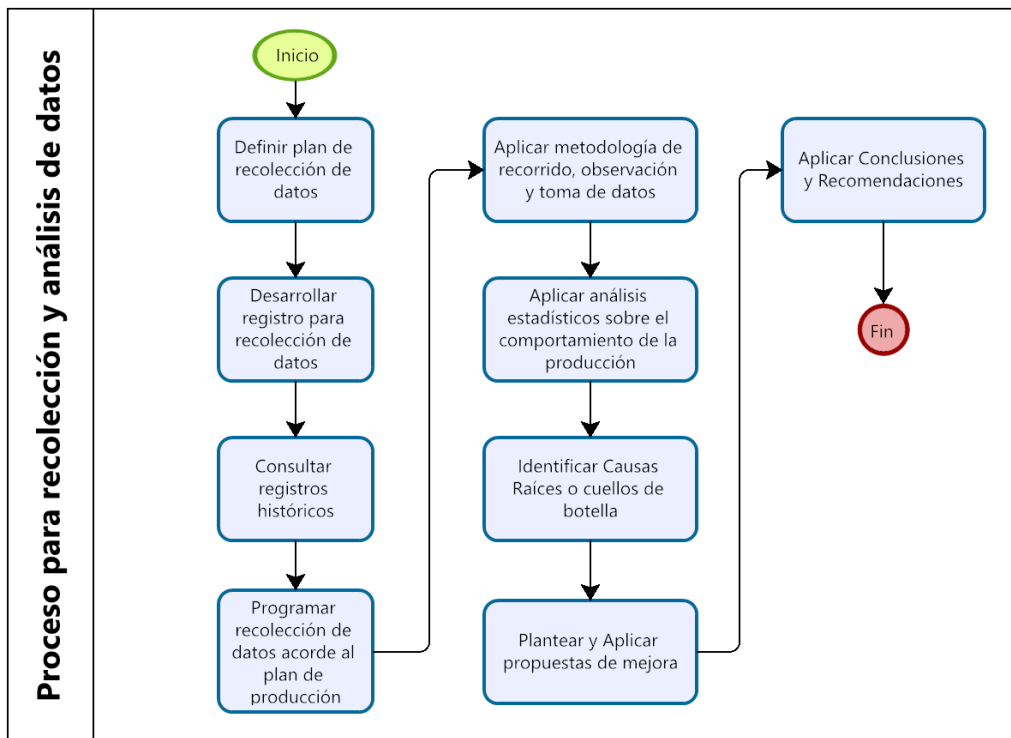
IDEA	FROS	CONTRAS	COLABORADORES	CLASIFICACIÓN Escala de 1 a 10

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En la figura 3.4, se describe la secuencia del ciclo de recolección de datos y su posterior análisis:

Figura 3.4. Proceso para la recolección y análisis de datos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con la definición del plan de recolección de datos, se registran, durante las corridas de producción, los tiempos de inicio y fin de producción, cantidad de operadores requeridos, tipos de paro y tiempo; de igual modo, se establece la persona responsable de tomar los datos.

En paralelo, en conjunto con el técnico de mantenimiento, se diseña un registro de control para registrar las principales razones de paro en la línea de producción de galletas de 26 gramos. A partir de lo expuesto, se desarrollan los primeros análisis.

Los análisis estadísticos se llevan a cabo en especial con el uso de Excel, de ahí se obtienen los primeros resultados del KPI de OEE, uno de los objetivos planteados dentro de este proyecto. Estos resultados se grafican para tener un mayor entendimiento de los resultados y, así, iniciar con el desarrollo de propuestas o alternativas de solución por aplicar en búsqueda de la mejora continua.

Al finalizar, se entregan las conclusiones y recomendaciones al equipo de manufactura y las gerencias, las cuales permitan garantizar el ciclo de mejora continua dentro de Sweetwell Zona Franca.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El desarrollo de esta investigación surge de la necesidad de poder medir factores que impactan la capacidad de producción y restan eficiencia a la línea de producción de galletas de 26 gramos, con el fin de establecer acciones de mejora continua para lograr el objetivo deseado. Además, se propone entregar información cuantitativa y focalizada mediante la implementación del indicador de OEE.

4.1 DEFINIR

Considerando que el propósito del estudio es aumentar la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos, en la etapa de definir se elabora un análisis FODA como primer paso para contextualizar la situación actual al identificar los factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) de la compañía. Después, se lleva a cabo una matriz de estrategias que permite enfocar los planes de acción que funcionan como estrategias ofensivas, defensivas, de reorientación y de supervivencia.

Para iniciar el proyecto, se selecciona el *project charter* como documento oficial que debe ser aprobado por el *stakeholder* (gerente general). Asimismo, como análisis complementarios significativos, se desarrolla un árbol de CTQ con la intención de diagramar aspectos críticos de calidad para el cliente interno, y se identifican los procesos o variables que interactúan entre sí utilizando el diagrama de flujo y SIPOC.

4.1.1 Análisis FODA

Antes de iniciar el proyecto, se efectúa un diagnóstico de la empresa mediante la herramienta FODA, con la cual se contextualiza y se conforma un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, enfocándose en los entornos internos y externos; de esta manera, se obtiene un diagnóstico preciso. Para recopilar la información, se realizan entrevistas al gerente general de la empresa, los supervisores de planta, el técnico de mantenimiento y los operarios del área de producción. En la figura 4.1 se adjunta el resultado del análisis FODA hecho dentro de la empresa Sweetwell Zona Franca:

Figura 4.1. Análisis FODA en Sweetwell Zona Franca



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.1.1.1 Fortalezas

En cuanto a las fortalezas, Sweetwell Zona Franca debe seguir explotando el renombre de su marca y fortalecer su relación con los socios comerciales, para difundir el nombre de la marca a nivel nacional. También, debe aprovechar las bondades de pertenecer a un régimen de zona franca, lo que ayuda a mejorar los costos de operación y mantener los precios competitivos en el mercado. Por último, debe seguir capacitando a su personal técnico y operativo para sacar el máximo provecho a la capacidad instalada de las máquinas de producción.

4.1.1.2 Debilidades

Dentro del análisis, Sweetwell Zona Franca presenta muchas debilidades, pero debe enfocar sus esfuerzos a desarrollar nuevos productos que cumplan con la innovación esperada por los clientes y contar con una maquinaria versátil que le ayude a diversificar su portafolio de productos. Asimismo, debe trabajar para erradicar la falta de *stock* de materias primas y los problemas de

calidad que se experimentan en ocasiones por temas de contaminación. De igual modo, debe buscar mejorar su distribución de planta ya que algunas líneas de producción no siguen un flujo eficiente. Finalmente, es imperativo que elimine lo máximo posible las tareas manuales para aprovechar la capacidad instalada de sus máquinas y trabaje en la estandarización de procesos.

4.1.1.3 Oportunidades

Sweetwell Zona Franca debe estar preparado para tomar las oportunidades que se encuentran en los mercados nacional e internacional. Los productos que resguardan la salud de los consumidores cada vez ganan más mercado, por lo cual tener un portafolio amplio y ser eficiente dentro de las operaciones permite ser competitivo ante una amplia gama de competidores en los distintos mercados.

4.1.1.4 Amenazas

Los planes de acción estratégicos para disminuir o mitigar las amenazas deben enfocarse en aumentar la satisfacción del cliente o consumidor final. De igual manera, una amenaza latente es siempre el aumento de los precios de las materias primas, por lo tanto, se debe ser muy eficiente en el consumo de estas y optar por una búsqueda continua de mejores precios sin afectar la calidad del producto final. Por último, no se debe perder de vista el cumplimiento de las normas y procedimientos que pueden hacer perder un aspecto vital como lo es pertenecer a un régimen de zona franca que posibilita mantener precios competitivos.

4.1.2 Matriz de estrategias

Una vez finalizado el análisis FODA, el siguiente paso es elaborar la matriz de estrategias para obtener las estrategias ofensivas, defensivas, de reorientación y de supervivencia utilizadas por la compañía para hacerles frente a los nuevos desafíos. Cabe señalar que muchas de las estrategias resultantes se dirigen al área de ventas o comercial de la empresa Sweetwell Zona Franca. Por esto, en el *project charter* se colocan únicamente las relacionadas con el aumento de la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos.

En la figura 4.2, se aprecia el resultado final de las acciones experimentadas dentro de la organización para conseguir los resultados deseados y se marcan en verde las aplicables para el aumento de la capacidad de producción.

Figura 4.2. Matriz de estrategias en Sweetwell Zona Franca

	Fortalezas	Debilidades	
Oportunidades	Estrategias Ofensivas (FO) - Potenciar FO1. Desarrollar productos innovadores acordes a las tendencias actuales en materia de salud, calidad y precio, que fortalezcan aun mas la marca Sweetwell en Costa Rica y marquen la diferencia versus la competencia. FO2. Incrementar los socios comerciales en las cadenas principales y canal tradicional mediante campañas publicitarias intensivas que aumenten la notoriedad de la marca. FO3. Brindar espacios de capacitación adecuados al personal técnico para entrenamientos hacia el personal operativo y administrativo, para explotar el máximo provecho a la capacidad de producción instalada. FO4. Definir estrategias que saquen ventaja de la ubicación geográfica, así como el régimen zona franca para obtener materias primas al menor costo.	Estrategias Reorientación (DO) - Mejorar DO1. Gestionar el desarrollo de nuevos productos disruptivos que se diferencien a los encontrados en el mercado nacional e internacional. DO2. Gestionar la creación de KPIs, material de entrenamiento, estandarización de procesos y documentar dentro del Sistema de Gestion de Sweetwell. DO3. Desarrollar herramientas de mejora continua para asegurar las existencias de materias primas en bodega y repuestos dentro del área de manufactura. DO4. Implementar "ciclo de mejora continua" para buscar soluciones en materia de distribución de planta, balanceo de líneas, capacidad de producción instalada y desempeño de personal. DO5. Mejorar la comunicación existente entre la administración y socios para mantener el interés en los socios inversores.	
	Amenazas	Estrategias Defensivas (FA) - Proteger FA1. Realizar encuestas en los distintos canales de venta para determinar la satisfacción del cliente o consumidor actual, y realizar planes de acción para fortalecer la relación. FA2. Mantener y fortalecer la relación con los clientes mediante descuentos, recompensas y comunicación bidireccional. FA3. Aumentar la lista de proveedores de materias primas para mantener los costos de operación competitivos. FA4. Realizar un plan o cronograma de "evaluaciones" o "valoraciones" al cumplimiento del régimen de zonas francas controladas por PROCOMER.	Estrategias de Supervivencia (DA) - Reducir DA1. Analizar las fortalezas, debilidades y segmentación de productos de la competencia, para desarrollar productos que busquen ganar mercado en dichos segmentos. DA2. Disminuir el incumplimiento al plan de producción por rechazos de no calidad, paros no programados y disponibilidad de materias primas. DA3. Eliminar los procesos altamente manuales que restringen la capacidad instalada de la maquinaria en Sweetwell.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.1.2.1 Estrategias ofensivas (fortaleza + oportunidad)

Las estrategias ofensivas obtenidas del ejercicio son las siguientes:

- Desarrollar nuevos productos o servicios que satisfagan las necesidades de los clientes y se diferencien de la competencia.
- Realizar campañas publicitarias intensivas para atraer a nuevos clientes y aumentar la notoriedad de la marca. Adicional, buscar nuevos canales de mercadeo.
- Ofrecer descuentos, regalos o promociones especiales para atraer a nuevos clientes.
- Llevar a cabo investigaciones de mercado para identificar oportunidades y necesidades en nuevos mercados (exportación).
- Desarrollar productos o servicios que se adapten a las necesidades de nuevos mercados.
- Incrementar los socios comerciales en las cadenas principales y de canal tradicional.
- Mejorar los programas de capacitación del personal técnico, operativo y de coordinación, para sacar el máximo provecho, eficiencia y calidad de la planta.

- Desarrollar planes de capacitación y alianzas.

4.1.2.2 Estrategias defensivas (fortaleza + amenaza)

Las estrategias defensivas obtenidas del ejercicio son las siguientes:

- Realizar encuestas con la intención de obtener información sobre la satisfacción y necesidades de los consumidores en cuanto a los productos consolidados.
- Mantener y fortalecer la relación con los clientes mediante descuentos, recompensas y comunicación.
- Aumentar la lista de proveedores para mantener los costos de operación competitivos.
- Elaborar un plan o cronograma de "evaluaciones" o "valoraciones" del cumplimiento del Régimen de Zonas Francas controladas por PROCOMER.

4.1.2.3 Estrategias de reorientación (debilidad + oportunidad)

Las estrategias de reorientación obtenidas del ejercicio son las siguientes:

- Desarrollar nuevos productos disruptivos que se diferencien a los encontrados en el mercado nacional e internacional.
- Fortalecer al equipo de Calidad en materia de entrenamiento y equipos de control.
- Desarrollar herramientas de mejora continua para asegurar las existencias de materias primas en bodega y repuestos dentro del área de manufactura.
- Gestionar la creación de KPI para el seguimiento y control de la eficiencia y calidad dentro de la organización.
- Desarrollar en conjunto con RR.HH. planes de acción para mejorar el clima organizacional. Por ejemplo, planes de compensación y beneficios para los empleados.
- Implementar la mejora continua para maximizar la capacidad instalada de las máquinas.
- Realizar propuestas de mejora al *layout* existente en función de mejorar la eficiencia de la planta de producción.
- Implementar la estandarización de procesos.
- Mejorar la comunicación existente entre la administración y los socios para mantener la información e interés en los socios inversores.

4.1.2.4 Estrategias de supervivencia (debilidad + amenaza)

Las estrategias de supervivencia obtenidas del ejercicio son las siguientes:

- Disminuir la tasa de rechazo por temas de calidad o falta de capacitación dentro del equipo.
- Disminuir los paros no programados por falta de *stock* de repuestos.
- Disminuir el incumplimiento del plan de producción por falta de materias primas y de personal.
- Evitar el aumento de los precios de los productos por compensación de la ineficiencia en los procesos o poca oferta de las materias primas.
- Desarrollar análisis profundos de la competencia y sus productos. Referente a esto, averiguar sus fortalezas y debilidades, así como conocer su segmentación en el mercado.
- Eliminar procesos altamente manuales que restringen la capacidad instalada de la maquinaria.

4.1.3 Project charter (carta del proyecto)

Un *project charter* enumera el objetivo del proyecto, determina los roles y responsabilidades de las personas implicadas, ofrece un presupuesto previsto, identifica los riesgos y proporciona un cronograma con las tareas críticas por desarrollar para lograr el objetivo deseado. Las tareas descritas están diseñadas a raíz del análisis FODA y, subsecuentemente, la matriz de estrategias.

Como se indica en el apartado anterior, las estrategias aplicables para el aumento en la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos se colocan en este *project charter*, las restantes se incluyen dentro de las conclusiones y recomendaciones.

En la figura 4.3 aprecia el formato seleccionado y debidamente presentado y autorizado con el que se da el punto de partida al proyecto:

Figura 4.3. Project charter del proyecto

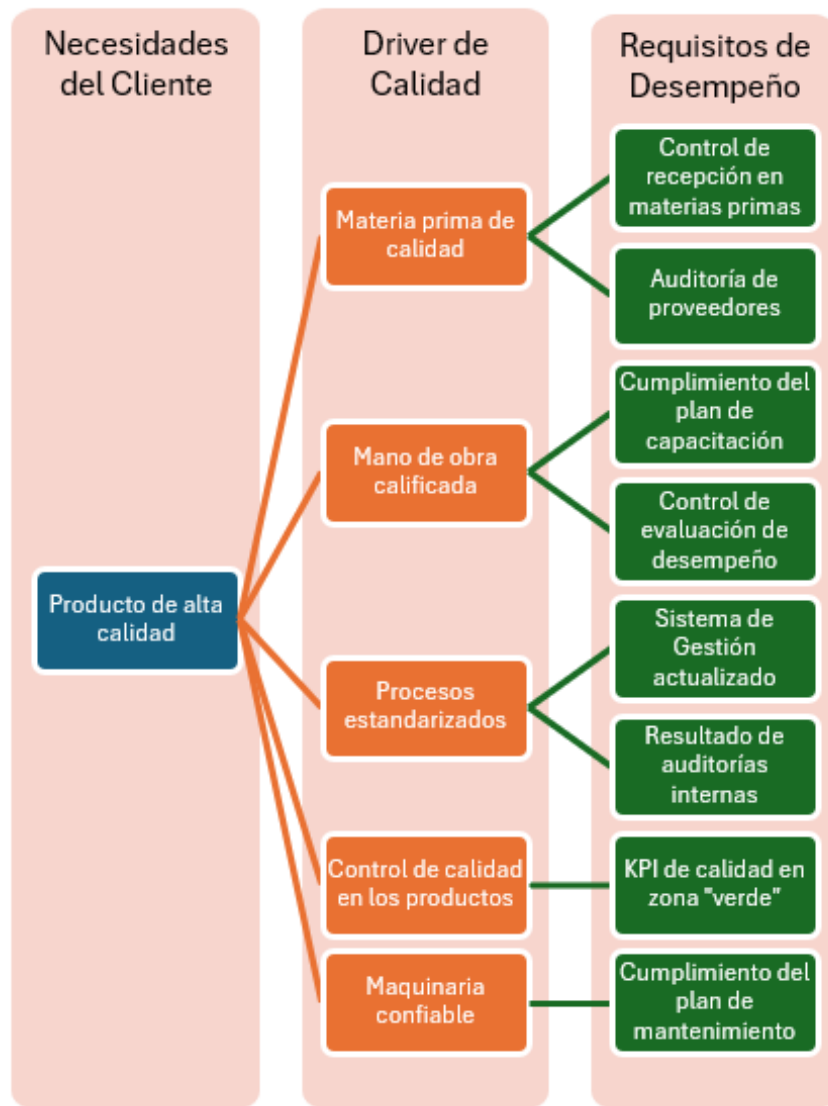
NOMBRE DEL PROYECTO		ENCARGADO DEL PROYECTO	
Aumento en la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos.		Maynor Peña Angulo	
CORREO ELECTRÓNICO		TELÉFONO	UNIDAD ORGANIZATIVA
maynor_pena@sweetwellcr.com		(506) 6405-3824	Producción
COSTOS ESTIMADOS		AHORROS ESPERADOS	FECHA PREVISTA D FINALIZACIÓN PREVISTA
₡	736 000,00	₡	742 830,50
		mar-25	jun-25
VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO			
PROBLEMA	Capacidad de producción instalada desaprovechada.		
CASO DE NEGOCIO	Incremento potencial en ventas en esta categoría para atender futuras demandas crecientes		
OBJETIVOS	1. Evaluar el proceso actual de producción de galletas de 28 gramos en la empresa Sweetwell Zona Franca, mediante el uso de DMAIC y el OEE como pilares, para aumentar la capacidad de producción en al menos 35 %.		
ENTREGABLES ESPERADOS	Planes de acción y controles que aumenten y mantengan la capacidad de producción de manera estable		
ALCANCE DEL PROYECTO			
DENTRO DEL ALCANCE	Aumentar la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos		
FUERA DEL ALCANCE	Mejoras en tiempos en la primera etapa de elaboración "Cocina" (mezcla para obtener galletas)		
CALENDARIO TENTATIVO			
HITO CLAVE	EMPEZAR	TERMINAR	Responsable
FO1. Desarrollar productos innovadores acordes a las tendencias actuales en materia de salud, calidad y precio, que fortalezcan aun mas la marca Sweetwell en Costa Rica y marquen la diferencia versus la competencia.	10/3/2025	30/5/2025	Maynor Peña / Esteban Alvarez
FO3. Brindar espacios de capacitación adecuados al personal técnico para entrenamientos hacia el personal operativo y administrativo, para explotar el máximo provecho a la capacidad de producción instalada.	14/4/2025	18/4/2025	Gerente de Recursos Humanos
DO1. Gestionar el desarrollo de nuevos productos disruptivos que se diferencien a los encontrados en el mercado nacional e internacional.	10/3/2025	30/5/2025	Maynor Peña / Esteban Alvarez
DO2. Gestionar la creación de KPIs, material de entrenamiento, estandarización de procesos y documentar dentro del Sistema de Gestion de Sweetwell.	5/5/2025	16/5/2025	Maynor Peña / Alonso Arce
DO3. Desarrollar herramientas de mejora continua para asegurar las existencias de materias primas en bodega y repuestos dentro del área de manufactura.	14/4/2025	18/4/2025	Maynor Peña / Alonso Arce
DO4. Implementar "ciclo de mejora continua" para buscar soluciones en materia de distribución de planta, balanceo de líneas, capacidad de producción instalada y desempeño de personal.	14/4/2025	18/4/2025	Maynor Peña / Alonso Arce
FA3. Aumentar la lista de proveedores de materias primas para mantener los costos de operación competitivos.	21/4/2025	25/4/2025	Alonso Arce
DA2. Disminuir el incumplimiento al plan de producción por rechazos de no calidad, paros no programados y disponibilidad de materias primas.	14/4/2025	18/4/2025	Maynor Peña / Alonso Arce
DA3. Eliminar los procesos altamente manuales que restringen la capacidad instalada de la maquinaria en Sweetwell.	28/4/2025	2/5/2025	Maynor Peña
PROYECTO PRESENTADO POR:		APROBADO POR:	
Maynor Peña Angulo (Jefe de Producción)		Esteban Alvarez (Gerente General)	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.1.4 Árbol de CTQ (critical to quality)

La disponibilidad del producto en el mercado es fundamental, pero ante una gama amplia de competidores en el mercado y clientes o consumidores cada vez más estrictos, la calidad es vital. En la figura 4.4, se aprecia un análisis de CTQ que ayuda a identificar aquellos atributos indispensables que satisfacen las expectativas del cliente o consumidor:

Figura 4.4. Árbol CTQ de Sweetwell Zona Franca



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los clientes o consumidores buscan productos de calidad, debido a esto, Sweetwell Zona Franca debe contar con controles internos y auditorías a proveedores que monitoreen la calidad de las

materias primas recibidas, principalmente la calidad del embalaje y presentación, ya que se han encontrado materias primas contaminadas por sellos de bolsas incorrectos o inexistentes, lo que les permite a las plagas poder anidar y reproducirse, incumpliendo así el *driver* de calidad sobre “materia prima de calidad”.

De igual manera, Sweetwell Zona Franca debe velar porque su equipo de trabajo, tanto operadores como el técnico en mantenimiento, estén plenamente capacitados en sus funciones. Para ello, se debe contar con un plan de capacitación y evaluación del desempeño, en especial con relación a los aspectos de calidad e inocuidad y buenas prácticas de manufactura (BMP).

La variación en los procesos es otro aspecto que la organización debe controlar, por lo cual estandarizar las prácticas por medio de procedimientos suma valor agregado a la calidad del producto. Estos documentos deben ser controlados por el Sistema de Gestión de la compañía y auditados con frecuencia.

Asimismo, en la actualidad no se cuenta con un KPI de calidad, por lo tanto, su desarrollo se ubica dentro de las conclusiones y recomendaciones. Indistintamente de su operatividad y formato, es primordial que la calidad del producto se encuentre en una zona verde. Al respecto, trabajar con maquinaria confiable limita la presencia de no conformidades que afectan la imagen de Sweetwell Zona Franca, por esto un debido plan de mantenimiento a la maquinaria debe implementarse y, más aún, respetado.

4.1.5 Producto crítico

El producto crítico seleccionado para este proyecto es la galleta de 26 gramos. Así, la tabla 4.1 se aprecia el porcentaje de participación de las ventas para la galleta de 26 gramos durante el año 2024. Si bien no es el producto con mayor venta, con un 21 % de participación, se ubica en el segundo lugar, lo cual refuerza la importancia de mejorar la eficiencia de esta línea de producción para no afectar los costos de operación.

Tabla 4.1. Porcentaje de ventas por producto (volumen en corrugados)

Producto	Q1	Q2	Q3	Q4	Total	Participación
Suspiro	3764	5798	10 687	6087	26 337	34,0 %
Galletas 26 g	2152	4949	4352	4827	16 279	21,0 %
Chocobolitas	2631	3073	3774	2448	11 925	15,4 %
Barras	2545	3240	2725	2651	11 161	14,4 %
Mermelada	1120	1123	1191	1530	4963	6,4 %
Tableta	713	1066	955	921	3655	4,7 %
Edulcorantes	588	760	573	565	2485	3,2 %
Chispa	129	169	197	148	643	0,8 %
Total	13 642	20 177	24 454	19 177	77 449	100,0 %

Nota: Q1 = enero a marzo, Q2 = abril a junio, Q3 = julio a setiembre, Q4 = octubre a diciembre.

Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

Adicional al factor volumen, otra razón de peso para optimizar la línea de producción de galletas de 26 gramos es la cantidad de recurso humano que requiere durante su operación, siendo la cantidad total de operadores de producción en Sweetwell Zona Franca de únicamente 14. En la tabla 4.2 se observa el porcentaje de ocupación de operadores por cada línea de producción. Es evidente que a la hora trabajar esta línea, Sweetwell Zona Franca se queda sin recurso para producir otros productos simultáneamente, pues requiere de 13 operarios y queda solo 1 disponible.

Tabla 4.2. Porcentaje de ocupación por cada línea de producción

Producto	Cantidad de operadores	Ocupación (%)
Galletas 26 g	13	93 %
Suspiro	9	64 %
Barras	8	57 %
Chocobolitas	5	36 %
Tableta	5	36 %
Chispa	3	21 %
Mermelada	2	14 %
Edulcorantes	2	14 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Otro criterio de selección es el porcentaje de utilización de las máquinas. En cuanto a esto, la máquina de empaque de la línea de producción de galletas presenta únicamente un 59 % de

utilización con respecto a su velocidad de diseño. En la tabla 4.3 se aprecia el porcentaje de utilización de la máquina de empaque de galletas de 26 gramos:

Tabla 4.3. Porcentaje de utilización por máquina de empaque

Producto	Tipo de máquina	Alimentación Máquina	Velocidad de diseño	Velocidad actual (real)	Porcentaje de utilización
Mermelada	Envasadora neumática	Manual	60	55	92 %
Barras	Empacadora horizontal	Manual	60	54	90 %
Chispa	Selladora semiautomática	Automática	50	43	86 %
Tableta	Empacadora horizontal	Manual	65	55	85 %
Suspiro	Empacadora vertical	Automática	60	50	83 %
Chocobolitas	Empacadora vertical	Automática	60	50	83 %
Galletas 26 g	Empacadora horizontal	Manual	90	55	61 %
Edulcorantes	N/A (empaque manual)	Manual	N/A	N/A	N/A

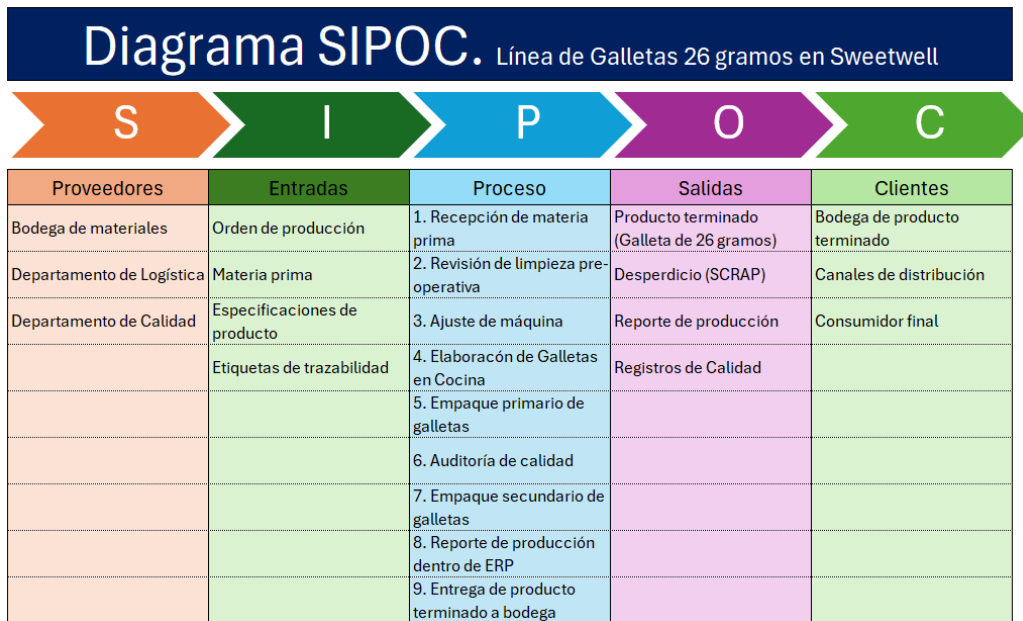
Fuente: Elaboración propia, 2025.

En resumen, presentar solo un 61 % de utilización para un producto que posee el segundo lugar a nivel de ventas con un 21 % es un riesgo, ya que cualquier estrategia acertada que dé lugar a un incremento del volumen pondría en aprietos a la organización. Por ende, tal y como se detalla en la descripción del problema, este proyecto final de graduación propone evaluar el proceso actual de fabricación de galletas de 26 gramos con DMAIC y el indicador OEE para lograr aumentar la capacidad de producción de esta línea.

4.1.6 Diagrama SIPOC

En la figura 4.5 se muestra un diagrama SIPOC que sirve para documentar los proveedores (*suppliers*), entradas (*inputs*), procesos (*process*), salidas (*outputs*) y clientes (*customers*) en la operación de producción de las galletas de 26 gramos.

Figura 4.5. Diagrama SIPOC en la línea de galletas de 26 gramos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el diagrama SIPOC, se visualiza que dentro los proveedores está la bodega de materiales, que entrega la materia prima al proceso de manufactura; el Departamento de Logística, que entrega el plan de producción y el Departamento de Calidad, que provee las especificaciones de calidad. Las entradas se conforman con la liberación de las órdenes de producción, el ingreso a la planta de producción de las materias primas suministradas por bodega, la entrega de las especificaciones a los operadores por parte de Calidad y la generación de las etiquetas de trazabilidad por parte del propio Departamento de Producción.

Dentro de los procesos, se encuentran las actividades específicas que transforman la materia prima en producto terminado. En este apartado son fundamentales los temas de limpieza para asegurar la calidad e inocuidad del producto. Asimismo, los procesos transaccionales a nivel de sistema (ERP) deben ejecutarse correctamente para asegurar los flujos correctos y no afectar el costo de los productos.

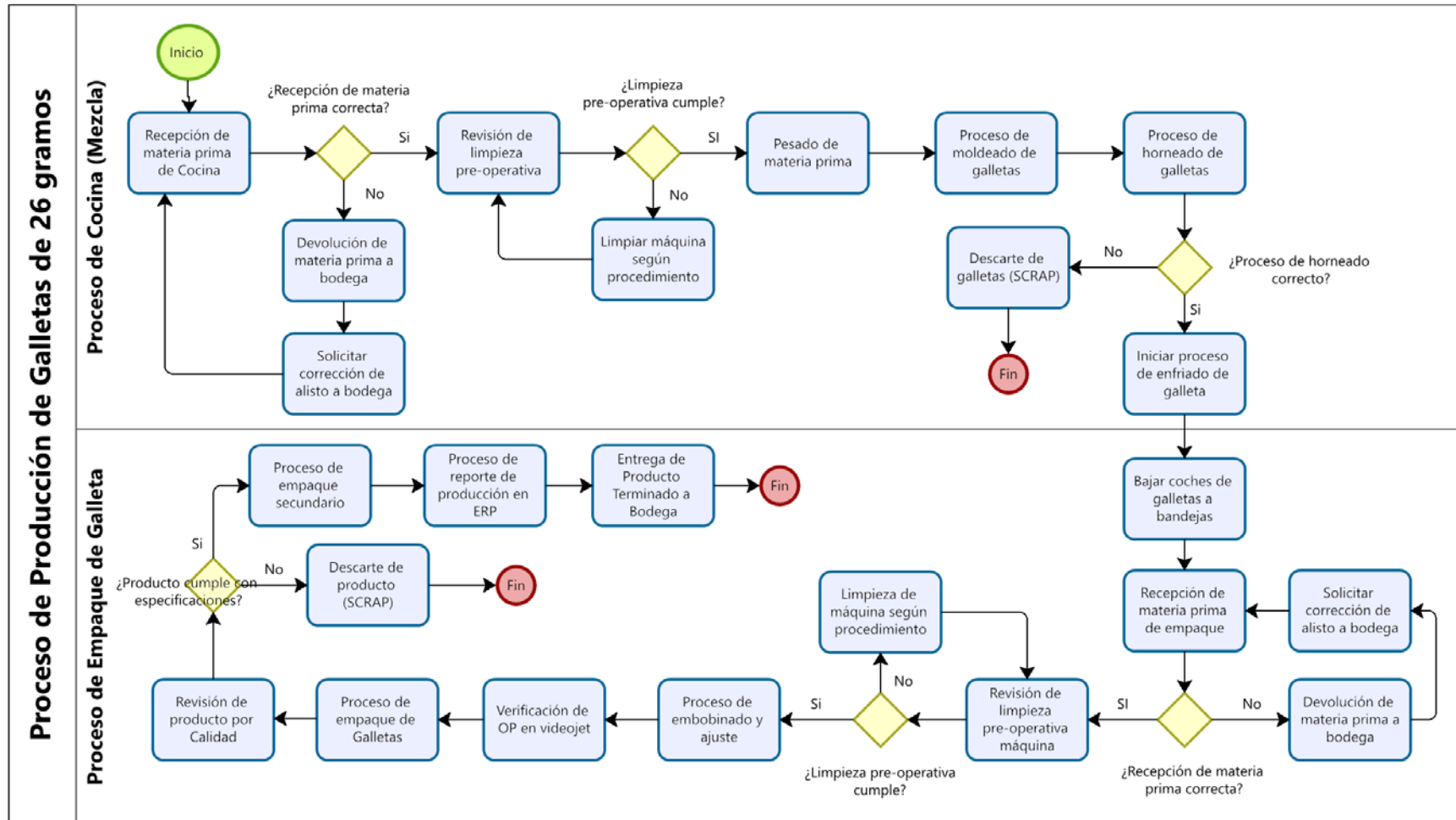
Las salidas están conformadas en especial por el producto terminado y los desperdicios generados durante su producción. Por su parte, los reportes de producción y registros de calidad brindan un resumen del desempeño durante el proceso productivo, de igual manera son importantes para poder liberar el producto para la venta.

Por último, los clientes identificados son la bodega de producto terminado, que recibe el producto y concilia la cantidad versus el reporte de producción generado. Luego, cuando ingresan las órdenes de compra, el equipo de bodega es el responsable de alistar los pedidos que se entregan a los camiones, los cuales se trasladan a repartir los productos a los respectivos centros de distribución de los clientes de grandes cadenas y de canal tradicional. A su vez, estos son los encargados de hacer llegar los productos a los consumidores.

4.1.7 Diagrama de flujo

En la figura 4.6, se representa gráficamente el proceso de producción de galletas de 26 gramos en Sweetwell Zona Franca:

Figura 4.6. Diagrama de flujo de la producción en la línea de galletas de 26 gramos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El diagrama anterior detalla la secuencia del proceso de producción de la galleta de 26 gramos. Así, inicia con una primera etapa llamada “elaboración” o “cocina”, en la que se recibe la materia prima por parte de bodega. En este paso se revisan los códigos de materia prima y las cantidades versus las especificaciones. Si todo concuerda, el siguiente paso es que el técnico de calidad verifique el cumplimiento de la limpieza de las máquinas y mesas de apoyo. Si los procesos anteriores no se cumplen, se debe iniciar de nuevo.

El paso siguiente, una vez aprobados los materiales y la limpieza de la zona de producción de elaboración, es pesar las cantidades según la receta o especificación del producto. En la figura 4.7 se ilustra el proceso de pesado de elaboración:

Figura 4.7. Proceso de pesado de las materias primas en elaboración



Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

Seguidamente inicia el proceso de moldeado de la mezcla, como se muestra en la figura 4.8, con el propósito de obtener la figura de la galleta, para luego iniciar con el proceso de horneado. Aquí, la galleta al finalizar este ciclo queda lista para proceder con el enfriamiento, proceso previo al empaque de la galleta.

Figura 4.8. Proceso de moldeado de galletas en elaboración



Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

Después de la etapa de elaboración, inicia el otro proceso llamado “empaque”, en el cual se vuelve a recibir otra tanda de materias primas, se valida la limpieza de la máquina de empaque, se realizan los ajustes en la misma máquina y el técnico de calidad revisa la trazabilidad, que se efectúa con una máquina de impresión llamada Videojet.

Si todos los requisitos cumplen, inicia el proceso de bajar las bandejas de elaboración hacia las bandejas de empaque, como se aprecia en la figura 4.9, pero primero es necesario validar que las galletas se encuentren a temperatura ambiente. Una vez que este proceso esté listo, se inicia con el empaque primario que consiste en dejar la galleta dentro del envoltorio principal para garantizar las características de calidad.

Seguidamente, se inicia el proceso de empaque secundario, el mismo consiste en introducir los paquetes de galletas en corrugados de cartón y revisar que la trazabilidad del producto esté correcta al igual que la cantidad de paquetes por corrugado, para evitar reclamos de clientes o consumidores. Por último, se estiban las cajas de corrugado en las tarimas según la especificación de entarimado.

Figura 4.9. Proceso de empaque primario



Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

Finalmente, para entregar el producto terminado a bodega, se debe esperar la liberación de la producción por parte del Departamento de Calidad y que los procesos de reporte en el sistema (ERP) también estén culminados. Cuando todo lo mencionado esté en regla, se puede dar por finalizado el proceso y se entrega el producto terminado a bodega.

En este traslado, se hace una revisión minuciosa de las cantidades entregadas por parte de la supervisora de producción y la supervisora de bodega, ya que en la actualidad Sweetwell Zona Franca no tiene implementado un sistema de control de inventarios y lo que busca esta verificación es no generar diferencias de inventario en la bodega de producto terminado.

4.2 MEDIR

El objetivo de esta etapa es entender el estado actual del proceso y recolectar datos confiables del mismo. Por lo tanto, se emplean herramientas como el plan de recolección de datos que posibilita elaborar el diagrama de recorrido, el VSM (*value stream mapping*) y los primeros resultados del indicador de OEE, que es uno de los objetivos específicos del proyecto. Para una mejor lectura de

la OEE, se utilizan distintos tipos de gráficos, como los de barras, pastel, histogramas, regresiones y otros.

4.2.1 Plan de recolección de datos

El plan de recolección de datos es una técnica basada en un procedimiento específico que los investigadores utilizan para obtener información relevante sobre el fenómeno o problema en estudio. A su vez, el plan de recolección de datos debe emplear un “instrumento” como herramienta para obtener la información necesaria del sujeto de estudio.

A efectos del plan de recolección de datos, se utiliza el método de “observación” como instrumento, este es una técnica usada para obtener información por medio del registro sistemático y directo del comportamiento o eventos en su entorno natural. Cabe recalcar que no se aplica ningún tipo de calendarización de toma de muestras, ni mucho menos un tamaño óptimo de la muestra. Ahora bien, la observación del 100 % de los lotes de producción se efectúa mediante *gemba walks*, que es el acto de ir físicamente al lugar donde se agrega valor en un proceso. Estos inician desde las producciones del 15 de octubre del 2024 hasta el mes completo de enero del 2025.

Como uno de los objetivos específicos es implementar el indicador de OEE, los datos por registrar son principalmente la toma de tiempos de los “paros programados” y “no programados”, utilizando sus respectivos códigos definidos y en conjunto con el técnico de mantenimiento. Para fortalecer el análisis, también se toman datos como: fechas, nombre del operario(a), descripción del producto, volumen producido, peso del desperdicio (*scrap*), producto no conforme, entre otros. Esta tarea de recolección de datos se comparte entre el técnico de mantenimiento y el supervisor de producción. Cada uno de esos datos se registra en un archivo Excel para su mejor análisis.

A partir de este análisis, surgen los primeros resultados del indicador OEE general y de las líneas que componen la producción de galletas de 26 gramos; así como los primeros datos sobre el principal problema que limita una capacidad de producción mayor en la línea de galletas de 26 gramos.

En la tabla 4.4 se detalla el plan de recolección de datos empleado desde octubre del 2024 hasta el final del mes de enero del presente año:

Tabla 4.4. Plan de recolección de datos

Orden de producción	Fecha	Código	Descripción del producto	Cant. orden	Responsable
OP00013789	15/10/2024	GA006	GRANEL Galleta Manzana Canela 26 g (96 paquetes)	150	Maynor Peña
OP00013788	16/10/2024	GA005	GRANEL Galleta AVENA ARÁNDANO 26 g (96 paquetes)	150	Moisés G
OP00013809	17/10/2024	GA007	GRANEL Galleta GRANOLA & NUECES 26 g (96 paquetes)	150	Rebeca D
OP00013811	22/10/2024	GA447	GRANEL Galletas CHISPAS 26 g (96 paquetes)	112	Rebeca D
OP00013844	25/10/2024	GA478	GRANEL Galletas COCO 26 g (96 paquetes)	100	Rebeca D
OP00013851	30/10/2024	GA492	GRANEL Galletas ALMENDRA 26 g (96 paquetes)	150	Moisés G
OP00013884	31/10/2024	GA461	GRANEL Galletas MANTEQUILLA-LIMÓN 26 g (96 paquetes)	200	Rebeca D
OP00013913	1/11/2024	GA006	GRANEL Galleta Manzana Canela 26 g (96 paquetes)	300	Maynor Peña
OP00013933	5/11/2024	GA005	GRANEL Galleta AVENA ARÁNDANO 26 g (96 paquetes)	300	Maynor Peña
OP00013936	6/11/2024	GA007	GRANEL Galleta GRANOLA & NUECES 26 g (96 paquetes)	300	Moisés G
OP00013952	7/11/2024	GA447	GRANEL Galletas CHISPAS 26 g (96 paquetes)	200	Maynor Peña
OP00014021	8/11/2024	GA478	GRANEL Galletas COCO 26 g (96 paquetes)	150	Moisés G
OP00014076	11/11/2024	GA492	GRANEL Galletas ALMENDRA 26 g (96 paquetes)	100	Moisés G
OP00014074	13/11/2024	GA478	GRANEL Galletas COCO 26 g (96 paquetes)	100	Rebeca D
OP00014079	14/11/2024	GA447	GRANEL Galletas CHISPAS 26 g (96 paquetes)	100	Rebeca D
OP00014082	18/11/2024	GA461	GRANEL Galletas MANTEQUILLA-LIMÓN 26 g (96 paquetes)	100	Moisés G
OP00014180	19/11/2024	GA005	GRANEL Galleta AVENA ARÁNDANO 26 g (96 paquetes)	200	Maynor Peña
OP00014191	20/11/2024	GA447	GRANEL Galletas CHISPAS 26 g (96 paquetes)	100	Moisés G
OP00014225	21/11/2024	GA006	GRANEL Galleta Manzana Canela 26 g (96 paquetes)	250	Rebeca D
OP00014246	22/11/2024	GA478	GRANEL Galletas COCO 26 g (96 paquetes)	100	Moisés G
OP00014284	25/11/2024	GA007	GRANEL Galleta GRANOLA & NUECES 26 g (96 paquetes)	300	Rebeca D
OP00014298	27/11/2024	GA005	GRANEL Galleta AVENA ARÁNDANO 26 g (96 paquetes)	300	Moisés G
OP00014333	28/11/2024	GA461	GRANEL Galletas MANTEQUILLA-LIMÓN 26 g (96 paquetes)	183	Moisés G
OP00014354	29/11/2024	GA447	GRANEL Galletas CHISPAS 26 g (96 paquetes)	131	Moisés G
OP00014451	5/12/2024	GA461	GRANEL Galletas MANTEQUILLA-LIMÓN 26 g (96 paquetes)	200	Moisés G
OP00014497	11/12/2024	GA478	GRANEL Galletas COCO 26 g (96 paquetes)	200	Maynor Peña
OP00014507	20/12/2024	GA447	GRANEL Galletas CHISPAS 26 g (96 paquetes)	200	Moisés G
OP00014520	2/1/2025	GA447	GRANEL Galletas CHISPAS 26 g (96 paquetes)	150	Rebeca D
OP00014541	9/1/2025	GA492	GRANEL Galletas ALMENDRA 26 g (96 paquetes)	100	Rebeca D
OP00014549	13/1/2025	GA447	GRANEL Galletas CHISPAS 26 g (96 paquetes)	150	Moisés G
OP00014555	14/1/2025	GA461	GRANEL Galletas MANTEQUILLA-LIMÓN 26 g (96 paquetes)	200	Maynor Peña

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como se aprecia en la tabla anterior, la cantidad de lotes en los cuales se recolectan datos es de 31 producciones en la línea de galletas de 26 gramos. Al respecto, las tomas de información se llevan a cabo por 3 personas que se distribuyen la carga de trabajo lo más equitativamente y siguiendo un mismo método de trabajo para evitar sesgos a lo largo del ejercicio.

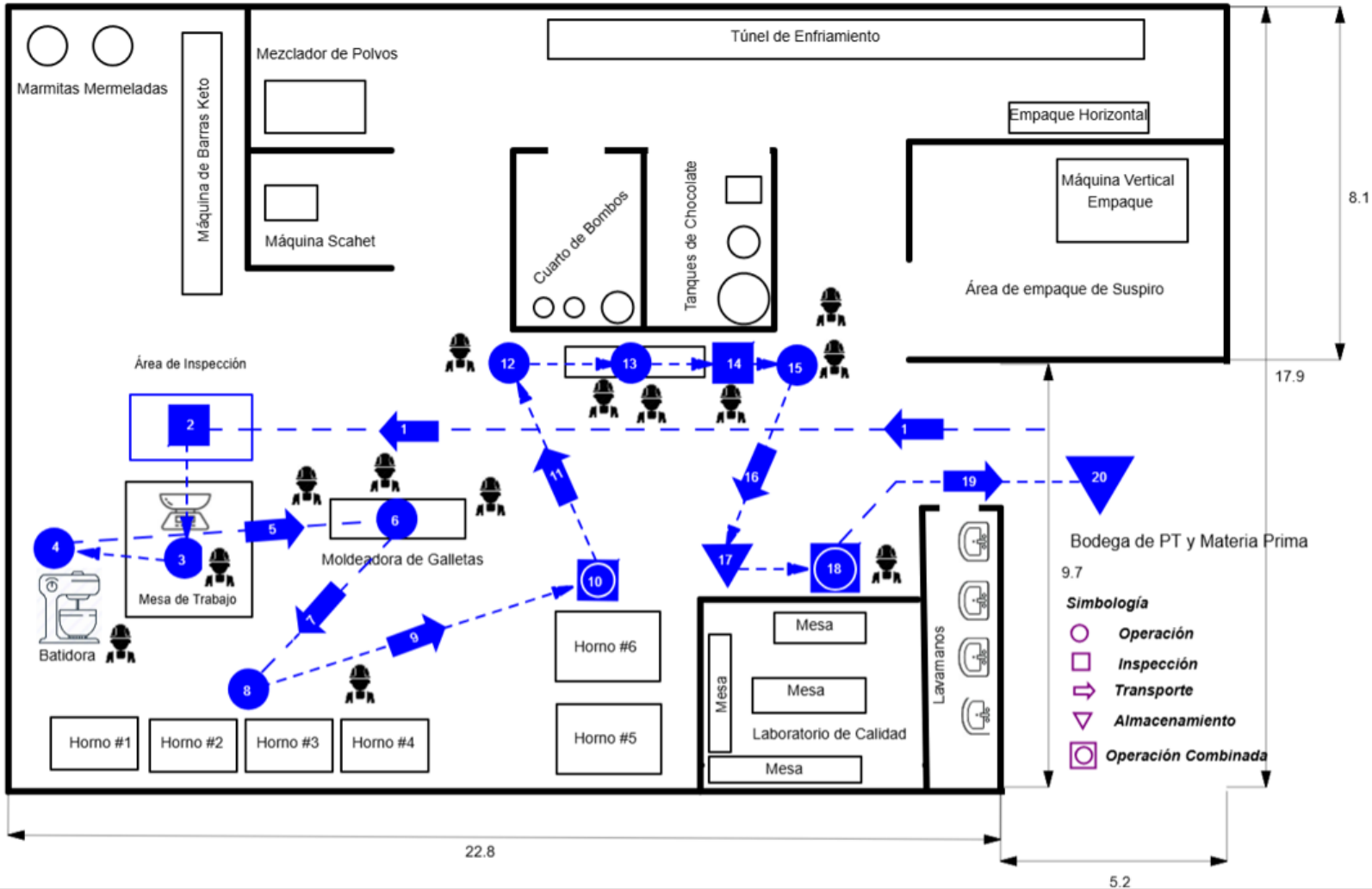
4.2.2 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es un diagrama o modelo, más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores y los materiales. En la figura 4.10, se detalla la distribución de la planta actual de la empresa Sweetwell Zona Franca, en este espacio físico se lleva a cabo el 100 % de las operaciones.

El área de producción de la empresa consta de 452,5 m², de los cuales aproximadamente 151,8 m² se utilizan durante la producción de galletas de 26 gramos. Adicional, la cantidad de operarios requeridos para esta operación es de 13, pero el recurso total de operadores en Sweetwell Zona Franca es de 14; por lo tanto, cuando se programa la producción de galletas de 26 gramos, se emplea el 93 %, haciendo nula la posibilidad de ejecutar otros procesos de manufactura de forma simultánea, lo que limita a la organización en materia de versatilidad. El producto terminado es de 81,3 m aproximadamente.

En el diagrama de recorrido se aprecia que el flujo del proceso no está ordenado, hay muchos cruces durante el recorrido que restan eficiencia a la operación. En el capítulo VI de conclusiones y recomendaciones, se entrega a Sweetwell Zona Franca una alternativa de distribución de planta que mejore el desplazamiento del flujo del proceso y de los materiales.

Figura 4.10. Distribución de la planta de la empresa Sweetwell Zona Franca



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.3 Pronósticos de la demanda (forecast)

El pronóstico de ventas, también conocido como proyección, planeamiento o *forecast* de ventas, es el cálculo aproximado de ventas e ingresos que una empresa debe generar en un determinado período de tiempo (mensual, trimestral, semestral o anual) (Salesforce LATAM, 2021).

A efectos de este estudio, contar con la proyección de ventas para el año 2025 es de suma importancia, ya que con este análisis se puede evaluar la capacidad actual versus la capacidad futura.

En la tabla 4.1 se detalla el volumen de las galletas de 26 gramos en la unidad de “corrugados”. Para este ejercicio de pronóstico de ventas, se utiliza la unidad de paquete; por esto, cada corrugado debe multiplicarse por 48 (corrugado = 48 unidades) para obtenerse el total de paquetes por estimar.

Por otro lado, en la tabla 4.5 se aprecian los resultados del análisis de la proyección de la demanda. Este ejercicio toma como base los volúmenes de venta del año 2024 y proyecta a 12 meses (año 2025) un incremento del 36 % en las ventas de Sweetwell Zona Franca. El análisis se realiza en Excel con la herramienta llamada *forecast sheet*:

Tabla 4.5. Pronóstico de ventas de Sweetwell Zona Franca, año 2025

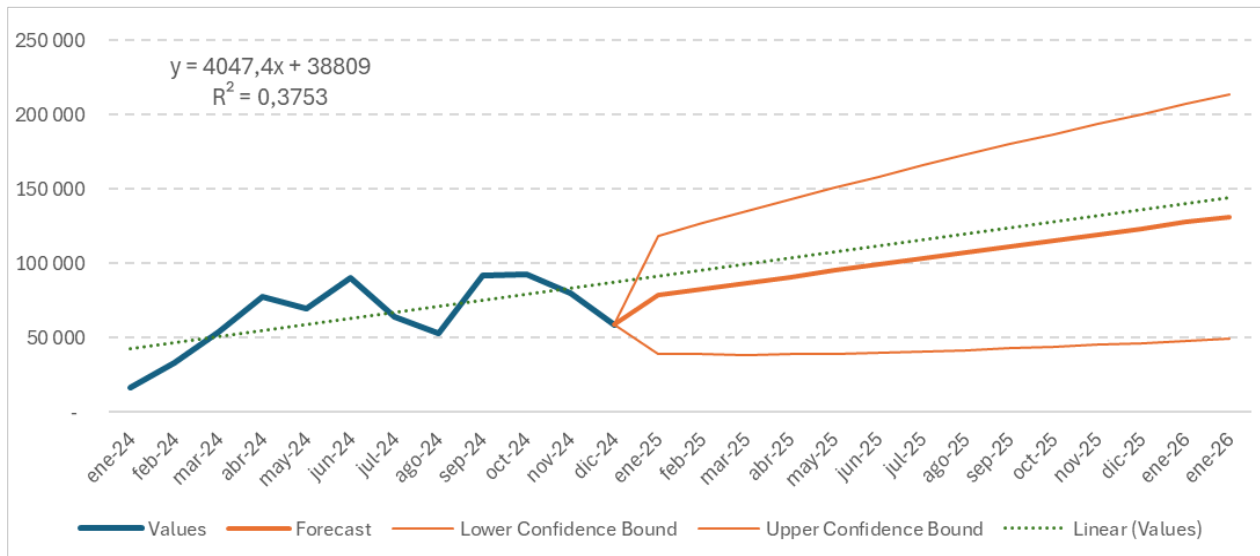
Timeline	Values	Forecast	Lower Confidence Bound	Upper Confidence Bound
ene-24	16 550			
feb-24	33 128			
mar-24	53 598			
abr-24	77 248			
may-24	69 668			
jun-24	90 615			
jul-24	64 176			
ago-24	52 848			
sep-24	91 872			
oct-24	92 832			
nov-24	80 304			
dic-24	58 560	58 560	58 560	58 560
ene-25		78 744	39 296	118 192
feb-25		82 818	38 696	126 940
mar-25		86 891	38 529	135 253
abr-25		90 965	38 690	143 239
may-25		95 038	39 111	150 966
jun-25		99 112	39 742	158 481
jul-25		103 185	40 550	165 820
ago-25		107 258	41 507	173 009
sep-25		111 332	42 595	180 069
oct-25		115 405	43 796	187 015
nov-25		119 479	45 097	193 861
dic-25		123 552	46 487	200 617
ene-26		127 626	47 958	207 294
ene-26		131 568	49 450	213 685
Promedio	65 117	102 102	43 338	160 867

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El resultado promedio de venta en las galletas de 26 gramos es de 102 102 paquetes, equivalentes a 2127 corrugados por mes. El resultado de R^2 es de 0,37, lo cual resalta que el modelo calculado no describe con suficiente precisión los datos. Adicional, se brinda un punto de partida para realizar los análisis en la herramienta del *value stream mapping* (VSM), como lo es el tiempo *takt*.

En la figura 4.11 se visualizan las tendencias y resultados de forma gráfica:

Figura 4.11. Proyección de la demanda en Sweetwell Zona Franca, año 2025

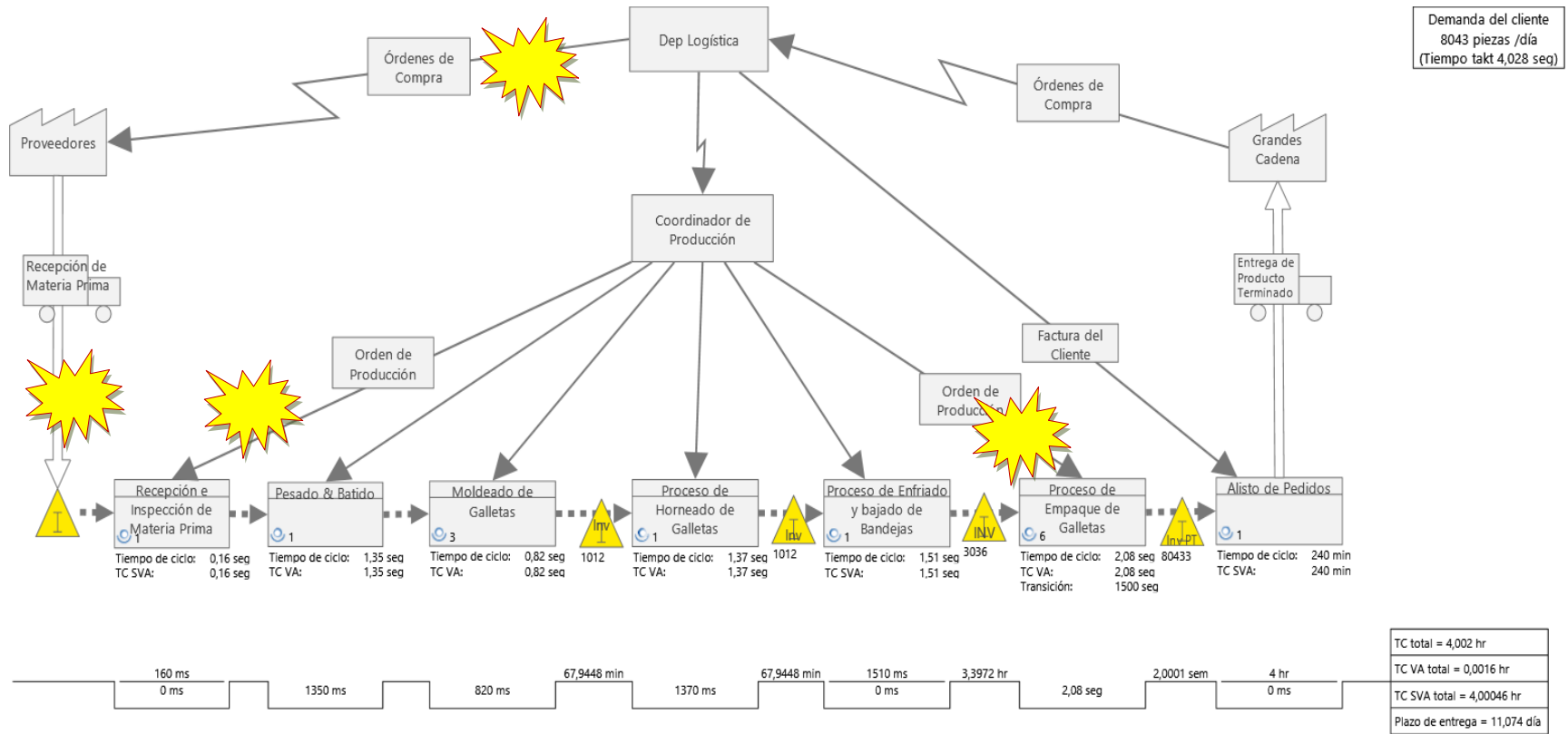


Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.4 Value stream mapping (VSM)

Para la puesta en marcha de un trabajo de esta índole, es fundamental emplear un *value stream mapping* (VSM) o mapeo de la cadena de valor; a partir de este, se obtienen aspectos de suma relevancia, tales como: el flujo de información en el proceso, las etapas del proceso, los tiempos de valor agregado y de no valor agregado en el proceso, el inventario en proceso, el número de operarios en la línea, así como una serie de indicadores de eficiencia, utilización y capacidad de la línea, entre otros. Seguidamente, en la figura 4.12, se aprecia el VSM de la línea de producción de galletas de 26 gramos:

Figura 4.12. VSM de la línea de producción de galletas de 26 gramos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con la figura 4.12, la empresa Sweetwell Zona Franca recibe las órdenes de compra de forma mensual por parte de los clientes, que en este caso son los denominados “grandes cadenas”, a saber, Walmart, Automercado, AM PM y un distribuidor llamado CIAMESA. Estas órdenes son recibidas por el Departamento de Logística, que es el responsable de elaborar el plan de producción y compartirlo con el Departamento de Producción, además de llevar el control de inventarios para realizar y enviar las órdenes de compra de materias primas a los proveedores. Este ciclo también se hace de manera semanal y es una de las causas de que se agoten las materias primas por no llevar un control de inventarios fundamentado en pronósticos o EOQ.

La demanda mensual diaria de galletas de 26 gramos se define según el tiempo *takt* en 8043 paquetes por día. Para garantizar este volumen, la producción del paquete no debe exceder los 4028 segundos por cada proceso. En la figura 4.12 se detalla que el proceso de galletas de 26 gramos pasa por 6 procesos claves y en ninguna de las etapas el tiempo de ciclo supera los 4028 segundos. Este resultado es positivo porque significa que en la actualidad ningún proceso es restrictivo, pero como se plantea en los objetivos del presente estudio, es importante identificar las causas que restringen aumentar la capacidad de producción, para un potencial incremento en el volumen.

En la figura del VSM, se aprecia que el tiempo de ciclo para el proceso de empaque de galletas es el más elevado con 2,08 segundos, siendo congruente con los análisis que demuestran que la velocidad reducida a la cual está condicionada la máquina de empaque es un factor que impacta la capacidad de producción.

Aparte del proceso de empaque de galletas, en sí el proceso en general tiene oportunidades de mejora. En cuanto a esto, hay una gran debilidad en el aprovisionamiento de materias primas, explícitamente a la hora de generar las órdenes de compra hacia los proveedores, porque es usual que la orden se gire de forma tardía, esto provoca falta de materia prima.

Otra debilidad es que al recibir materias primas, no hay un procedimiento para inspeccionar la calidad, esto ha desembocado en pérdidas de tiempo en producción y a nivel de costos al desechar el producto por contaminación. Siguiendo con las oportunidades de mejora, de igual modo se encuentra que en el proceso de recepción de materias primas en producción se generan pérdidas de tiempo por *pickings* equivocados o incompletos, debido a la falta de procedimientos en bodega que permitan filtrar el *picking* antes de entregarse a producción.

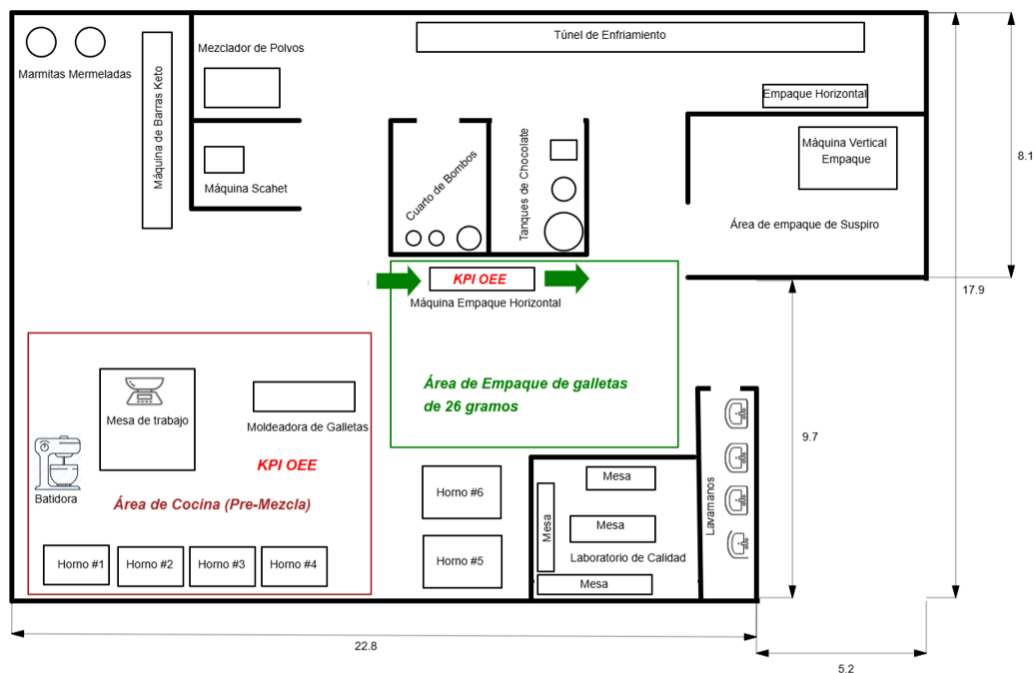
4.2.5 Indicador OEE

Uno de los objetivos específicos del estudio es la implementación de un indicador que pueda brindar información del lugar o etapa del proceso en el cual se está perdiendo eficiencia por la pérdida en la capacidad de producción. Referente a esto, Sejzer (2016) menciona:

La efectividad global de los equipos (OEE por las iniciales en inglés de *overall equipment effectiveness*) es una métrica utilizada para representar en un solo indicador tres parámetros de suma importancia para la mejora en la productividad de industrias de manufactura. Esto puede aplicar a una sola máquina, una línea de producción aislada o una planta completa.

En la figura 4.13 se muestran los 2 procesos que componen la línea de producción de galletas de 26 gramos. La zona marcada en color marrón es el área conocida como línea de elaboración o cocina, mientras el área marcada en verde es la línea de empaque de galletas de 26 gramos.

Figura 4.13. Área de empaque de galletas de 26 gramos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La multiplicación del resultado de la OEE de cada proceso da como resultado la OEE general para la línea de producción de galletas de 26 gramos. Ahora bien, los tres parámetros que comprenden el indicador de OEE son la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Poder

interpretar estas variables brinda la oportunidad de conocer el comportamiento, la eficiencia y las pérdidas ocultas existentes dentro de la línea de producción o máquina específica.

A efectos del estudio, y para un mejor entendimiento del indicador de OEE, se repasan ciertos criterios correspondientes a cada factor:

- Disponibilidad
 - Se requiere definir el criterio para considerar una parada como avería, ya sea basado en el tiempo de su duración o en la necesidad de intervención por parte del equipo de mantenimiento. Para el estudio y metodología de cálculo, se establece que la parada o avería debe superar los 5 minutos para ser considerada como tal dentro de los cálculos.
 - Se deben separar los tipos de parada en dos grupos: “programadas” y “no programadas”, e incluir los tiempos de preparación, ajustes de la máquina y descansos del personal dentro de las paradas “programadas”. Las paradas “programadas” deben restarse al tiempo productivo total, en otras palabras, no afectan al resultado del factor de disponibilidad.

En las tablas 4.6 y 4.8 se desglosan los tipos de “paros programados” definidos por Sweetwell Zona Franca y sus respectivos tiempos para los procesos de elaboración y empaque.

Tabla 4.6. Paros programados en el proceso de empaque

Código	Descripción del paro	Tipo de pérdida	Factor OEE	Tiempo (minutos)
ND-00	Falta de galletas-arranque de la elaboración	Paros programados	No demanda	150
ND-01	Limpieza de la máquina (pre/postoperativo)	Paros programados	No demanda	60
ND-02	Tiempo de almuerzo y/o café	Paros programados	No demanda	60
			Total:	270

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como se aprecia, el tiempo total del “paro programado” dentro de la operación de empaque de galletas de 26 gramos es de 270 minutos diarios. Por consiguiente, los tiempos productivos que se pueden programar dentro de una jornada semanal se aprecian en la tabla 4.7:

Tabla 4.7. Tiempo productivo disponible en empaque

Día	Jornada (min)	Paro programado (min)	Tiempo productivo (min)	Tiempo productivo (%)
Lunes	600	270	330	55,0 %
Martes	600	270	330	55,0 %
Miércoles	600	270	330	55,0 %
Jueves	600	270	330	55,0 %
Viernes	480	270	210	43,8 %
Total:	2880	1350	1530	53,1 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla anterior se aprecia que el tiempo productivo disponible a la semana es de únicamente un 53,1 %. Por lo tanto, hay un 46,9 % de la jornada semanal que la línea de producción de empaque no está programada para producir, dato que a primera vista es alarmante, pero da comienzo a los análisis y futuras propuestas de mejora con el fin de tener un mejor aprovechamiento de la capacidad productiva.

Tabla 4.8. Paros programados en el proceso de elaboración

Código	Descripción de paro	Tipo de pérdida	Factor OEE	Tiempo (minutos)
ND-03	Recepción e inspección de materia prima	Paros programados	No demanda	25
ND-01	Limpieza de la máquina (pre/postoperativo)	Paros programados	No demanda	60
ND-02	Tiempo de almuerzo y/o café	Paros programados	No demanda	60
ND	No demanda	No demanda	No demanda	180
			Total:	325

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla 4.8 se muestra que el tiempo total del “paro programado” dentro de la operación de elaboración de galletas de 26 gramos es de 325 minutos diarios. Por esto, los tiempos productivos que se pueden programar dentro de una jornada semanal se indican en la tabla 4.9:

Tabla 4.9. Tiempo productivo disponible en elaboración

Día	Jornada (min)	Paro programado (min)	Tiempo productivo (min)	Tiempo productivo (%)
Lunes	600	325	275	45,8 %
Martes	600	325	275	45,8 %
Miércoles	600	325	275	45,8 %
Jueves	600	325	275	45,8 %
Viernes	480	325	155	32,3 %
Total:	2880	1625	1255	43,6 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Al igual que el proceso de empaque, en la tabla anterior se aprecia que el tiempo productivo disponible en elaboración a la semana es de únicamente un 43,6 %. Por ende, un 56,4 % de la jornada semanal la línea de producción no está programada para producir.

- Rendimiento
 - La capacidad nominal de la máquina es la que brinda el fabricante expresada en unidades producidas/unidad de tiempo.
- Calidad
 - La calidad determina si los productos fabricados son válidos o no con base en unos criterios minuciosamente establecidos, con el objetivo de garantizar la satisfacción del cliente.

4.2.5.1 Cálculo de la OEE en la línea de producción de galletas de 26 gramos

En la tabla 4.4 del apartado 4.2.1, “Plan de recolección de datos”, se detalla el proceso de muestreo por observación que se les practica a los 31 lotes de producción de galletas de 26 gramos, en un lapso del mes de octubre 2024 a enero 2025.

Por su parte, en la tabla 4.10 se describen los pasos para realizar el cálculo general de OEE en la línea de producción de galletas de 26 gramos:

Tabla 4.10. Fórmula de cálculo para la OEE general

Proceso	Tipo de factor	Resultado
OEE elaboración =	Disponibilidad x rendimiento x calidad	OEE 1
OEE empaque =	Disponibilidad x rendimiento x calidad	OEE 2
OEE general =	OEE 1 x OEE 2	OEE general

Fuente: Elaboración propia, 2025.

A. Cálculo de la OEE de la línea de elaboración

Los resultados del indicador OEE para la línea de elaboración se muestran en la tabla 4.11:

Tabla 4.11. Resultados de la OEE para elaboración

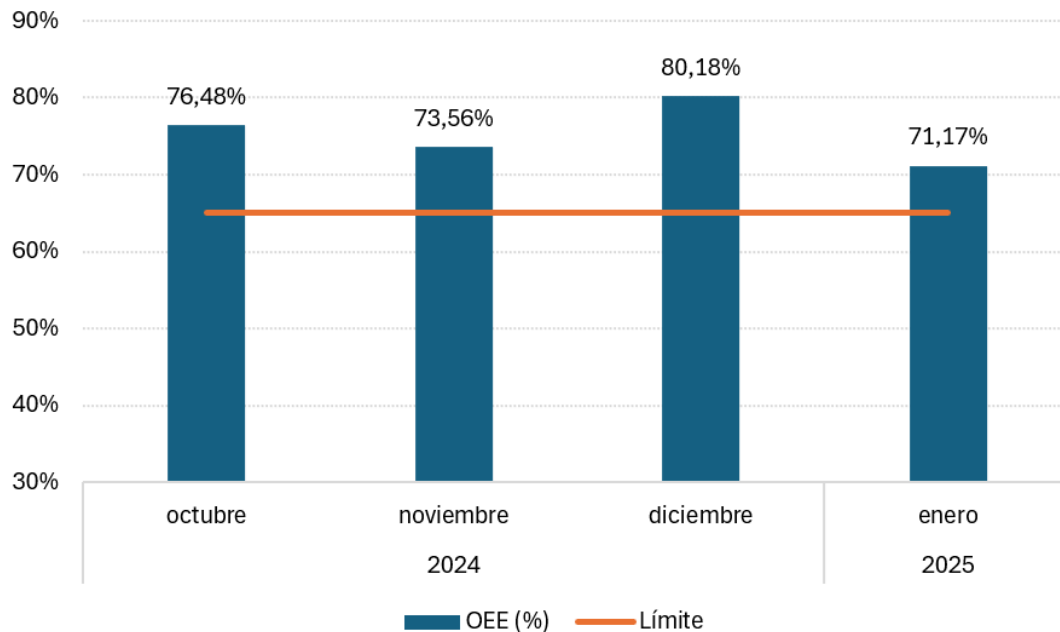
Periodo	(%) Disponibilidad	(%) Rendimiento	(%) Calidad	(%) OEE
2024	83,18 %	91,14 %	99,20 %	75,05 %
Octubre	88,26 %	87,40 %	99,40 %	76,48 %
42	90,30 %	89,21 %	99,30 %	80,08 %
43	97,09 %	81,58 %	99,47 %	78,55 %
44	76,36 %	90,52 %	99,49 %	69,01 %
Noviembre	81,02 %	91,78 %	99,07 %	73,56 %
44	64,52 %	90,57 %	99,52 %	58,15 %
45	84,11 %	93,63 %	99,48 %	78,38 %
46	83,88 %	89,79 %	98,46 %	73,86 %
47	81,16 %	92,37 %	98,82 %	74,00 %
48	79,74 %	91,01 %	99,30 %	71,83 %
Diciembre	83,52 %	96,23 %	99,47 %	80,18 %
49	100,00 %	100,00 %	99,03 %	99,03 %
50	76,36 %	90,18 %	99,71 %	68,67 %
51	74,19 %	98,50 %	99,68 %	72,85 %
2025	75,36 %	96,05 %	99,04 %	71,17 %
Enero	75,36 %	96,05 %	99,04 %	71,17 %
1	33,82 %	100,00 %	98,97 %	33,47 %
2	84,00 %	95,45 %	98,08 %	78,64 %
3	91,82 %	94,36 %	99,56 %	86,29 %
Gran total	82,17 %	91,77 %	99,18 %	74,55 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Estos resultados se derivan de los 31 lotes muestreados y se analizan con la herramienta de Excel para su cálculo. En los siguientes gráficos se aprecia el desempeño de la OEE para la línea de

elaboración. Así, en la figura 4.14 se muestra el resultado de la OEE para la línea de elaboración durante los meses de estudio.

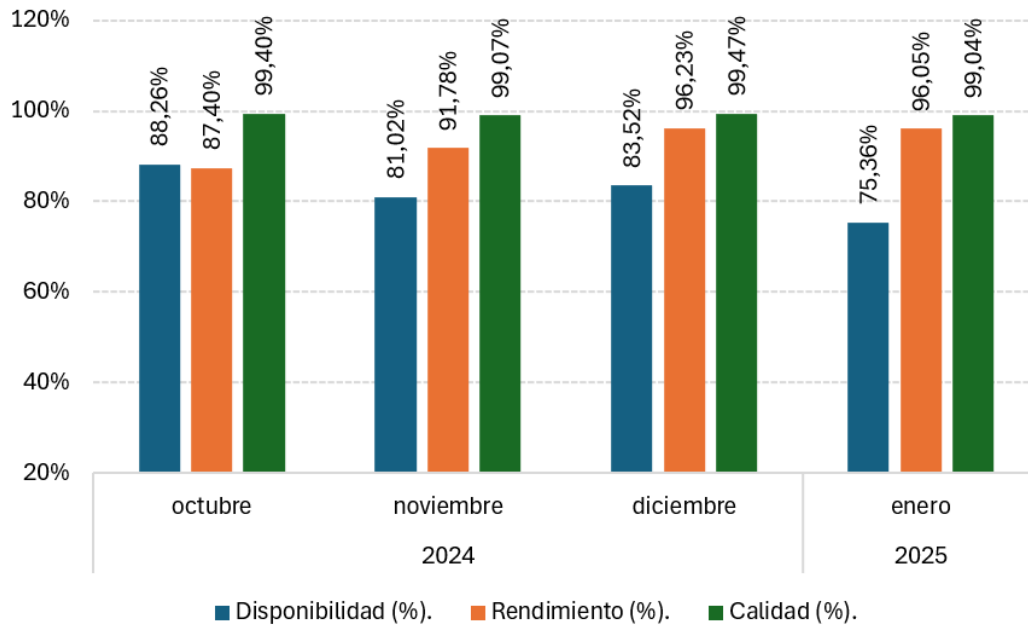
Figura 4.14. Porcentaje de OEE en la línea de elaboración de galletas de 26 gramos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados evidencian que la línea de elaboración se encuentra con una eficiencia dentro de los límites esperados. Por su parte, en la figura 4.15 se expone el resultado por factor que compone el indicador de OEE para la línea de elaboración:

Figura 4.15. Puntuación de OEE por tipo de factor en la línea de elaboración



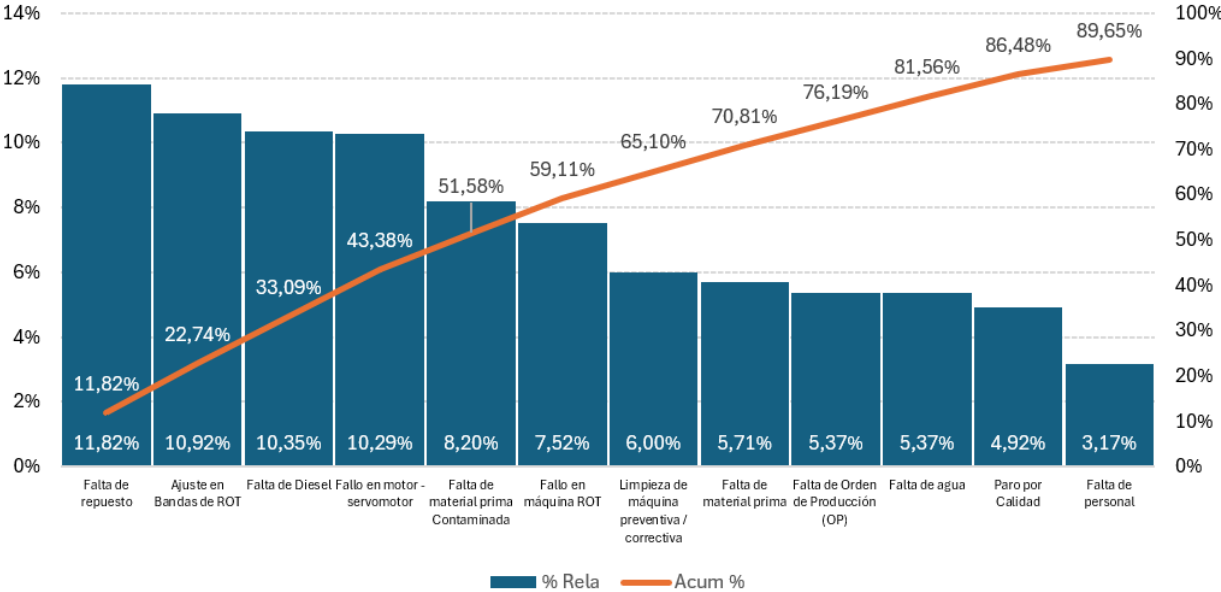
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como se aprecia en la gráfica anterior, el indicador de OEE para la línea de elaboración no es el problema, ya que la disponibilidad, rendimiento y calidad están por encima del 65 % en todos los meses de estudio.

Sin embargo, aunque los resultados de la línea de elaboración se encuentren dentro de los valores esperados, siempre hay espacio para la mejora. En la figura 4.16 se adjunta el análisis de Pareto, en el cual se observan los distintos tipos de paro no programados que impactan al indicador.

Las oportunidades de mejora son amplias, hay paros no programados muy puntuales que han impactado fuertemente el indicador, por ejemplo, la falta de repuestos y la falta de diésel. Por otro lado, hay paros no programados muy recurrentes como lo es el ajuste en las bandas de ROT. Ahora bien, se debe poner especial atención al paro por concepto de materia prima contaminada, para este tipo de paro la propuesta debe ser integral en conjunto con el Departamento de Bodega. La falta de materia prima y falta de personal de igual manera deben ser profundamente analizados, ya que este tipo de paros no debería presentarse.

Figura 4.16. Gráfica de Pareto en elaboración



Fuente: Elaboración propia, 2025.

B. Cálculo de la OEE de la línea de empaque

Los resultados del indicador OEE para la línea de empaque se detallan en la tabla 4.12:

Tabla 4.12. Resultados de la OEE para empaque

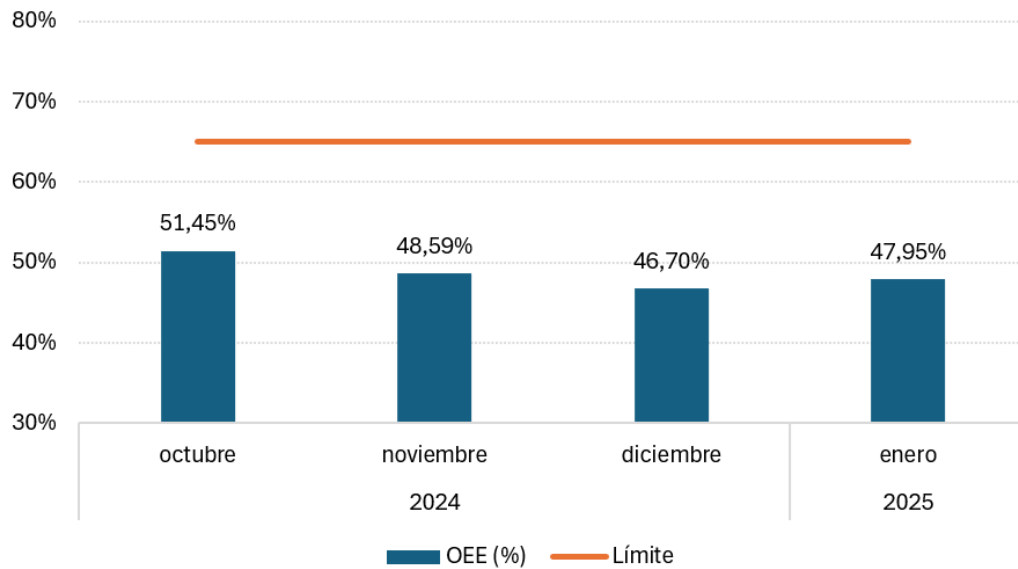
Periodo	Disponibilidad (%)	Rendimiento (%)	Calidad (%)	OEE (%)
2024	86,32 %	57,03 %	99,998 %	49,23 %
Octubre	92,97 %	55,36 %	99,96 %	51,45 %
42	92,42 %	53,75 %	99,77 %	49,56 %
43	89,44 %	53,15 %	99,70 %	47,40 %
44	96,67 %	60,02 %	99,58 %	57,77 %
Noviembre	84,54 %	57,48 %	99,99 %	48,59 %
44	37,14 %	60,00 %	96,14 %	21,42 %
45	89,75 %	62,00 %	99,83 %	55,55 %
46	74,85 %	59,40 %	99,78 %	44,36 %
47	87,52 %	54,90 %	99,97 %	48,03 %
48	91,83 %	54,00 %	99,94 %	49,56 %
Diciembre	80,11 %	58,40 %	99,81 %	46,70 %
49	81,52 %	62,42 %	98,09 %	49,91 %
50	84,85 %	57,22 %	98,84 %	47,99 %
51	70,48 %	55,00 %	97,85 %	37,93 %
2025	88,71 %	54,09 %	99,92 %	47,95 %
Enero	88,71 %	54,09 %	99,92 %	47,95 %
1	89,70 %	56,85 %	98,83 %	50,40 %
2	76,06 %	58,89 %	98,43 %	44,09 %
3	94,55 %	50,42 %	99,74 %	47,55 %
Gran total	86,66 %	56,65 %	99,998 %	49,09 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Al igual que en la línea de elaboración, estos resultados de empaque se obtienen de los 31 lotes muestreados y también se analizan con la herramienta de Excel para su cálculo.

En la figura 4.17 se aprecia de una manera visual el resultado de la OEE para la línea de empaque de galletas de 26 gramos:

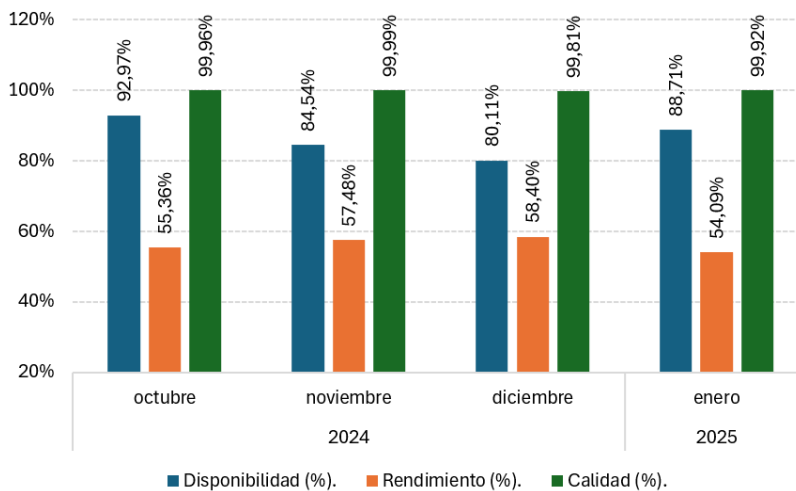
Figura 4.17. Porcentaje de OEE en la línea de empaque de galletas de 26 gramos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la gráfica anterior, el resultado del indicador de OEE para la línea de empaque se encuentra fuera de lo esperado, siendo diciembre el mes de mayor impacto con únicamente 46,7 % de resultado. En la figura 4.18 se muestra el resultado del indicador de OEE para la línea de empaque por factor:

Figura 4.18. Puntuación de OEE por tipo de factor en la línea de empaque

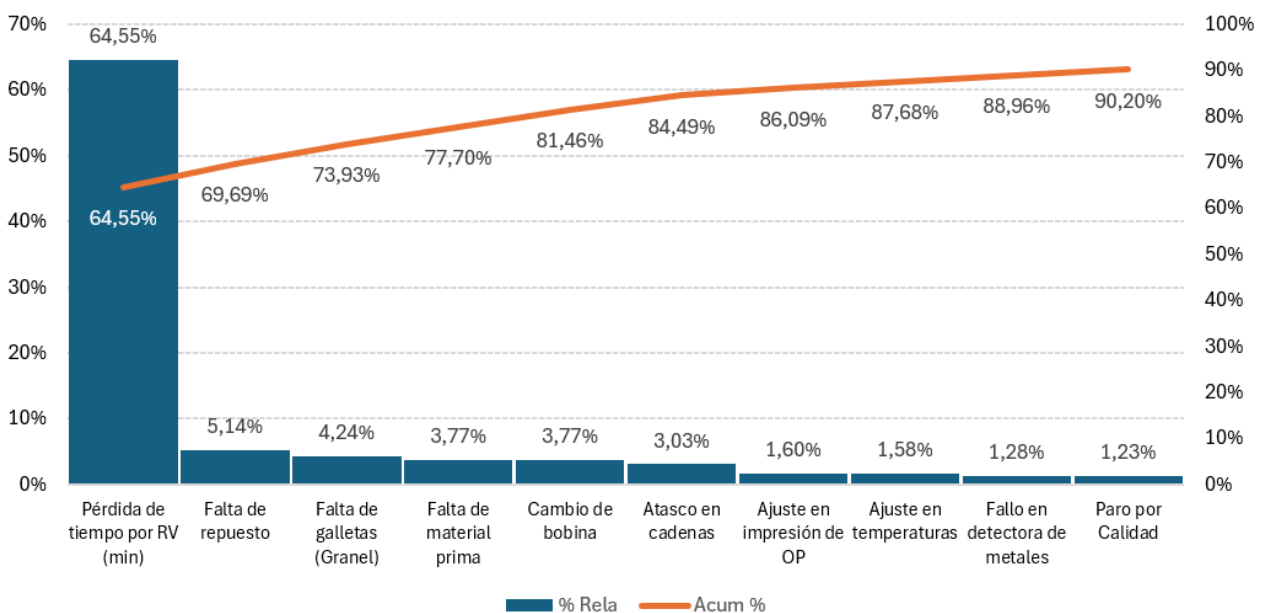


Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se aprecia que los factores de disponibilidad y calidad no son los responsables de que el indicador de OEE para la línea de empaque esté en un rango inaceptable. El problema se focaliza en el factor del rendimiento, pues el promedio de los 4 meses de estudio arroja un pobre resultado del 56,65 %.

Para profundizar en lo que afecta al indicador de OEE para la línea de empaque, en la figura 4.19 se ilustra un análisis Pareto. En cuanto a este, el factor del rendimiento dentro del cálculo general de OEE es impactado directamente por la “pérdida de tiempo por la velocidad reducida” con una participación del 64,55 % del total de paros identificados durante el muestreo de los 31 lotes de producción que contempla el estudio.

Figura 4.19. Diagrama de Pareto de las causas de paros de empaque



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La velocidad de diseño de la máquina de empaque de galletas de 26 gramos es de 90 paquetes/minuto, pero en la actualidad se opera dentro de un rango de 50 a 60 paquetes/minuto porque su alimentación no es automática, pues requiere de 2 personas que la alimentan de forma manual y no tienen la velocidad necesaria para alimentar la máquina a los 90 paquetes/minuto. De este modo, es un factor crítico que limita tener un aumento en la capacidad de producción y un mejor resultado en el indicador de OEE.

Siguiendo con el análisis, la “falta de repuesto” es el segundo tipo de paro no programado dentro de la lista con un total de 292 minutos, principalmente por fallos en las mordazas de temperatura y termocuplas. Por su parte, la “falta de galletas” se ubica en el tercer lugar, este tipo de paro sucede porque la línea de producción asigna 150 minutos no programados para tener listos los primeros lotes de galletas con el fin de ser empacados, sin embargo, en ocasiones no son suficientes (150 minutos) y el operador debe iniciar con la penalización del indicador.

En el cuarto lugar, se encuentra la “falta de materia prima”. Esta penalización al indicador ocurre cuando los materiales de empaque no están listos, debido a que por algún motivo la *planner* de producción no entrega la orden de producción de alisto de materiales a los bodegueros. Otro motivo es cuando algún material no se incluye dentro del ERP (Softland) o la orden de producción no se entrega al equipo de bodega. Por último, los “cambios de bobina” están en el quinto lugar con una pérdida de tiempo de 214 minutos y el tiempo promedio del cambio más el ajuste en la bobina es de 6,9 minutos, un tiempo que puede optimizarse.

C. Cálculo de la OEE en la línea de producción de galletas de 26 gramos

El cálculo general del indicador de OEE para la línea de producción de galletas de 26 gramos es el resultado de la multiplicación del resultado de la OEE de cada línea de producción: elaboración y empaque.

El valor obtenido de OEE tiene un significado y refleja un calificativo para la maquinaria, lo cual permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia. En general, este indicador se clasifica en cinco rangos, según Solís (2024), los cuales se aprecian en la siguiente figura 4.20:

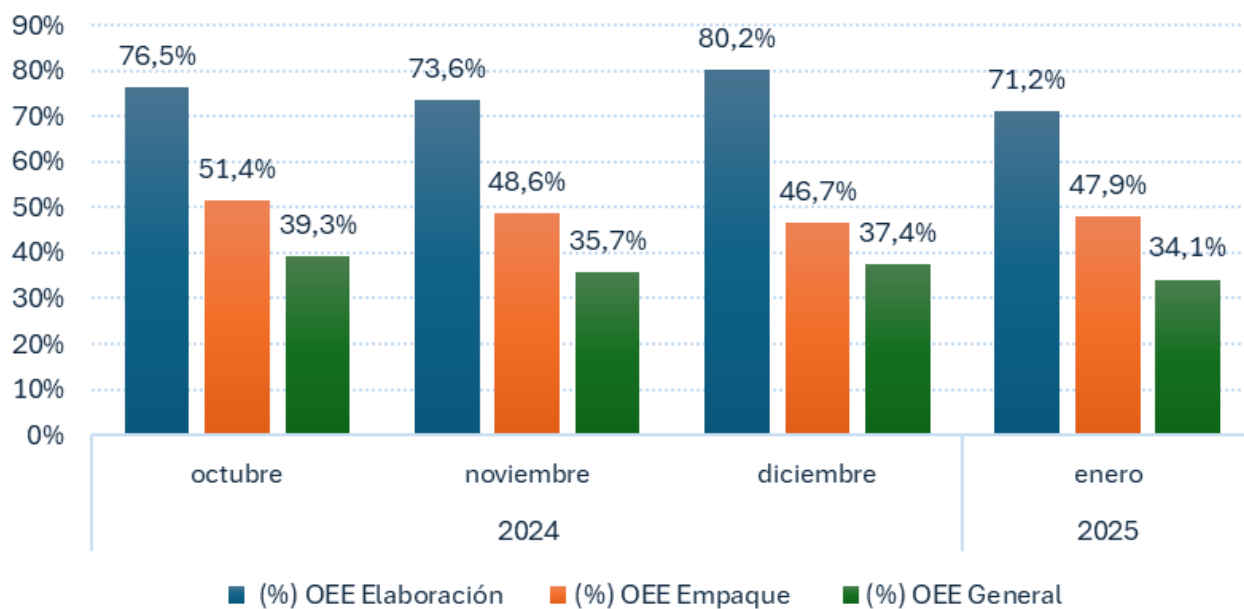
Figura 4.20. Clasificación de la OEE según su puntuación

Puntuación OEE	Calificativo	Características
< 65%	Inaceptable	Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Baja competitividad
75% < OEE < 85%	Aceptable	Continuar la mejora para superar el 85 %. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
85% < OEE < 95%	Buena competitividad	Buena competitividad
OEE > 95%	Excelencia	Valores <u>World Class</u> . Excelente competitividad

Fuente: Solís, 2024.

En la figura 4.21 se muestra de una manera visual el resultado final de OEE para la línea de producción de galletas de 26 gramos:

Figura 4.21. Resultado de la OEE general en la línea de galletas de 26 gramos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados de todos los meses bajo estudio se ubican con puntuaciones de OEE general en un rango de <65 %, lo cual coloca a la línea de producción de galletas de 26 gramos en un rango

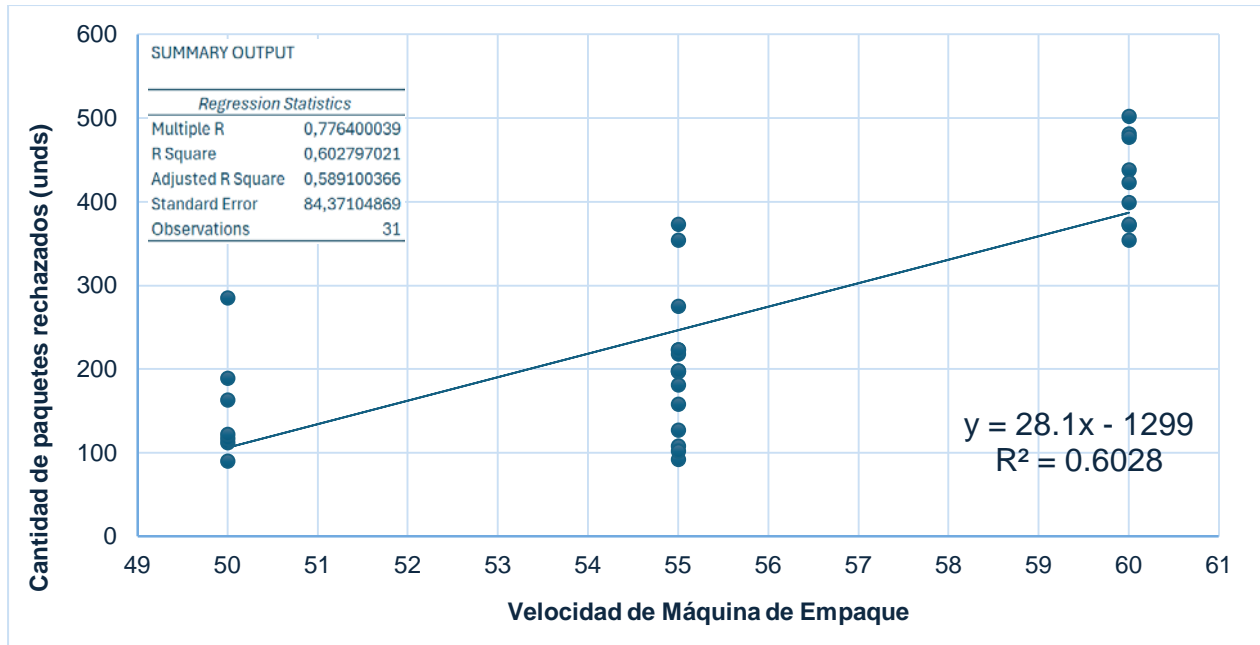
“inaceptable”, según la clasificación por puntuación, y con un margen de mejora significativo. Es evidente que el problema es la línea de empaque de galletas, ya que ningún mes supera el 65 %. Las mejoras y controles que se establezcan en el futuro deben orientarse principalmente a los resultados detallados en los gráficos de Pareto para elaboración y empaque.

4.2.5.2 Análisis del desperdicio en la línea de empaque

Durante el ejercicio de la toma de muestras para levantar la información necesaria con el propósito de ejecutar los distintos análisis, es visible que existe una relación en el aumento del desperdicio al trabajar la máquina de empaque a mayor velocidad manteniendo la alimentación manual. Para reforzar estos avistamientos, se realizan los siguientes análisis de regresión lineal:

A. Análisis de velocidad versus rechazo de calidad

Figura 4.22. Regresión lineal de velocidad vs. rechazo de calidad

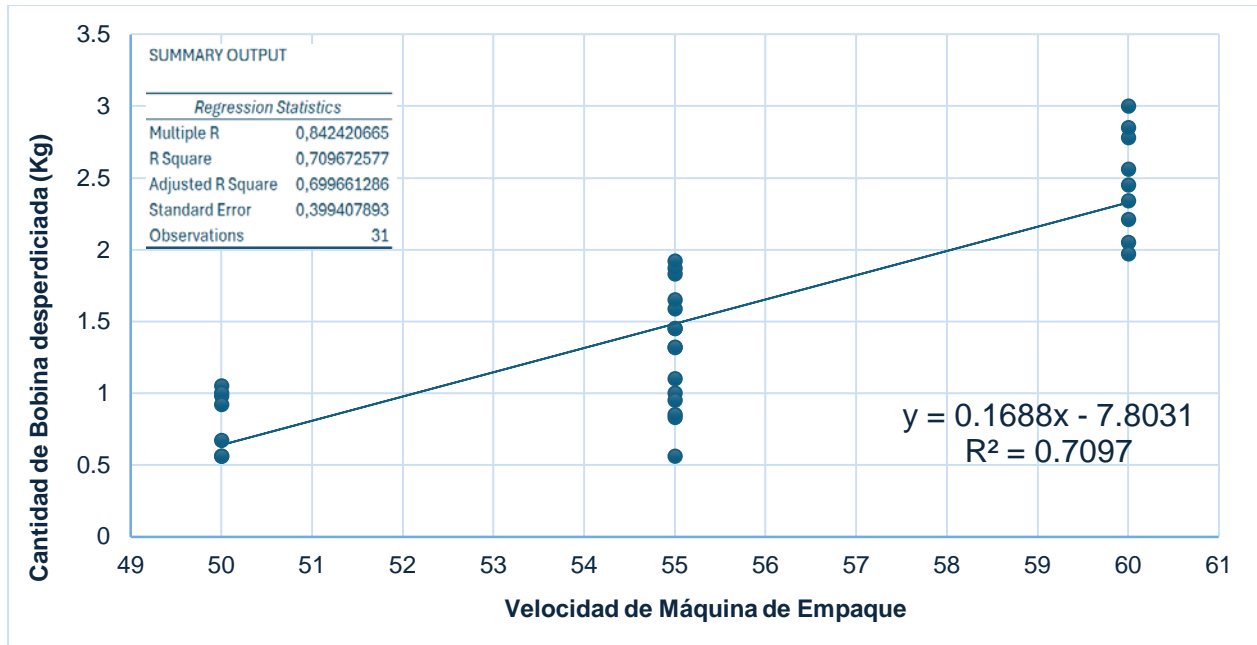


Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la figura 4.22 se aprecia que el aumento en la velocidad de 5 paquetes provoca el aumento en el rechazo de producto por temas de calidad en aproximadamente 28 paquetes. Este resultado posee una correlación del 77 % y un error estándar de 84 paquetes en función a la línea de tendencia.

B. Análisis de velocidad versus desperdicio de la bobina

Figura 4.23. Regresión lineal de velocidad vs. desperdicio de la bobina

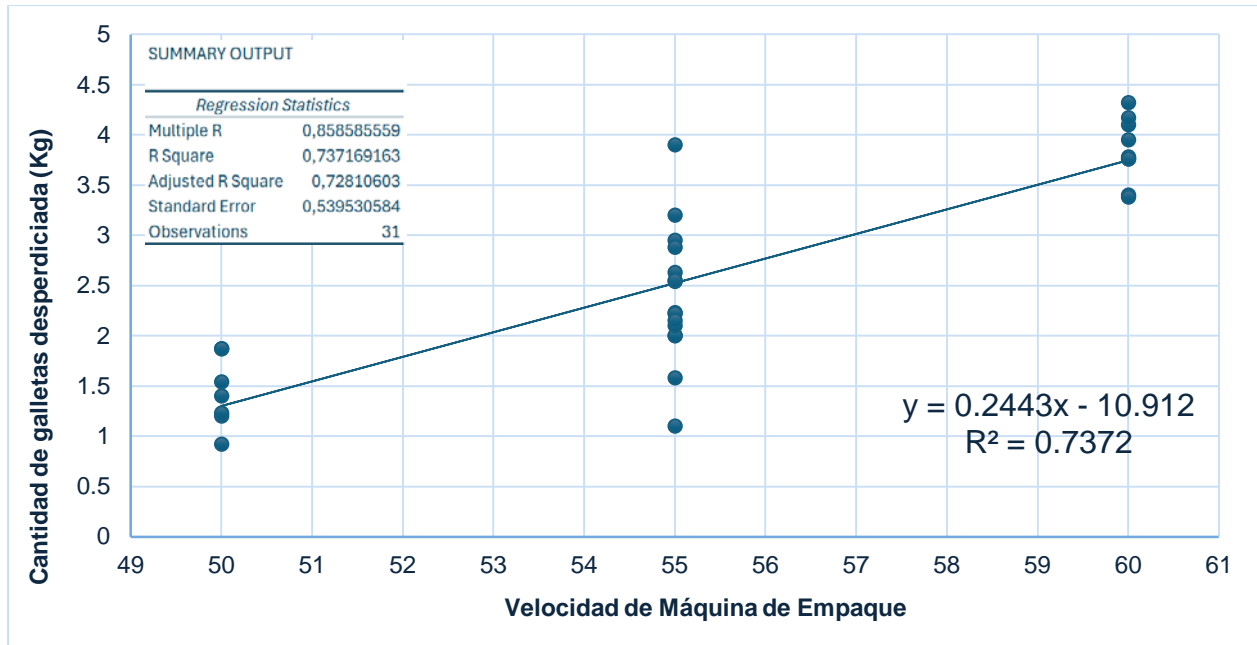


Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la figura 4.23 se denota que el aumento en 5 paquetes también tiene un efecto similar al gráfico anterior. En este caso, el incremento en los kilogramos de la bobina aumenta en 0,169 kg por cada 5 paquetes de aumento en la velocidad. Este resultado posee un 84 % de correlación entre las variables.

C. Análisis de velocidad versus desperdicio de galletas

Figura 4.24. Regresión lineal de velocidad vs. desperdicio de galletas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El resultado de este análisis, con una correlación del 85 %, expone igualmente que el aumento de 5 paquetes produce un incremento en el desperdicio de galleta en 0,244 kg. Con un error estándar de 0,539 kg en función a la línea de tendencia.

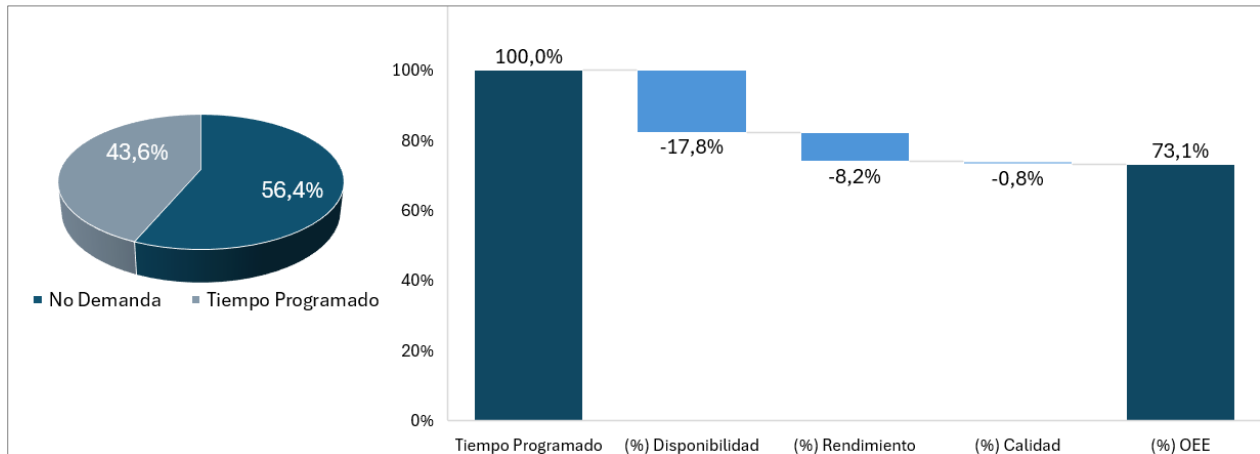
4.3 ANALIZAR

Siguiendo con la metodología DMAIC, en este apartado se analiza la problemática actual obtenida en las etapas previas de definir y medir.

Al respecto, el presente estudio se inicia con la idea de evaluar el proceso actual de fabricación de galletas de 26 gramos por medio de DMAIC y el indicador OEE, para definir factores críticos y plantear propuestas de mejora con el propósito de aumentar la capacidad de producción. Así, en las figuras 4.25 y 4.26 se muestran los tiempos efectivos de programación de elaboración y empaque y, a su vez, el impacto por cada factor al 100 % del tiempo programado, lo que sirve como base para realizar los planes de mejora que ayuden a minimizar o erradicar los paros “no

programados”, lo cual permitiría incrementar la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos.

Figura 4.25. Tiempo programado en la línea de elaboración

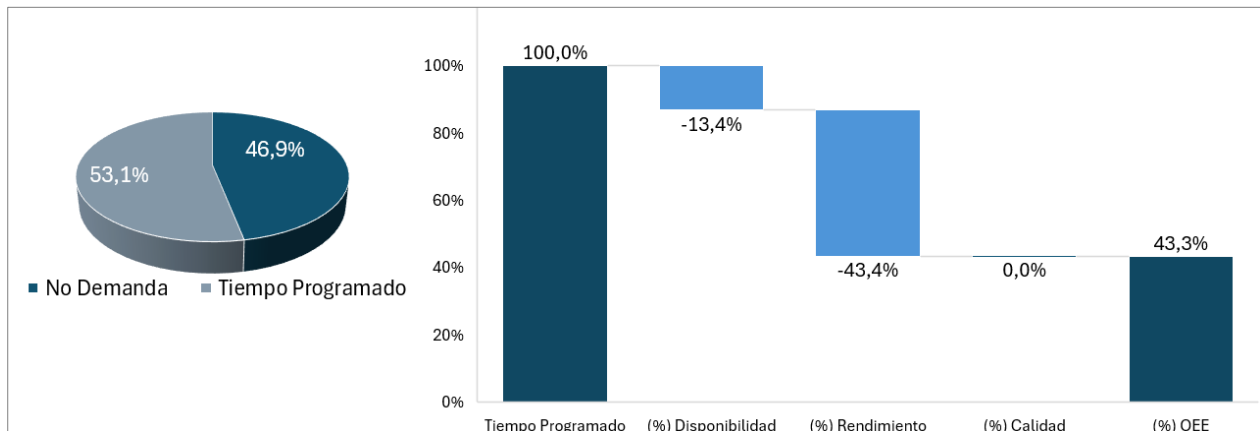


Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la figura 4.25 se aprecia que la línea de elaboración de galletas presenta un tiempo de programación del 56,4 % de la jornada laboral. Relacionado a esto, del 100 % del tiempo programado, se observa cómo disminuye en un 17,8 % por tiempos no programados en el factor de disponibilidad, en un 8,2 % por el factor de rendimiento y en un 0,8 % por el factor de calidad; por consiguiente, resulta en un indicador de OEE de un 73,1 %. Como se ha mencionado con anterioridad, la línea de elaboración no es el principal problema que resta eficiencia al indicador general de OEE para la línea de producción de galletas de 26 gramos, pero de igual modo tiene oportunidades de mejora.

En la figura 4.26, en la línea de empaque, el tiempo programado es de un 46,9 % del total de la jornada laboral. Referente a esto, del 100 % del tiempo programado, la disponibilidad resta al indicador un 13,4 %, el impacto mayor es del rendimiento con un 43,4 % y culmina con prácticamente un 0,03 % de impacto por concepto de calidad. Por lo tanto, el resultado final de OEE para la línea de empaque es de aproximadamente un 43,3 %.

Figura 4.26. Tiempo programado en la línea de empaque



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla 4.13, se adjunta la estadística de los tiempos de paros “no programados” en las líneas de elaboración y empaque con sus respectivos tiempos e impactos al indicador de OEE:

Tabla 4.13. Tiempo por tipo de pérdida en elaboración y empaque

Proceso	Código	Descripción del paro	Tipo de pérdida	Tiempo	Porcentaje relativo	Porcentaje acumulado	Frecuencia
Elaboración	PD-08	Falta de repuestos	Disponibilidad	209	11,82 %	11,82 %	Recurrente
Elaboración	PR-33	Ajuste en las bandas de ROT	Rendimiento	193	10,92 %	22,74 %	Recurrente
Elaboración	PD-27	Falta de diésel	Disponibilidad	183	10,35 %	33,09 %	Puntual
Elaboración	PD-16	Fallo en el motor-servomotor	Disponibilidad	182	10,29 %	43,38 %	Puntual
Elaboración	PD-29	Falta de materia prima contaminada	Disponibilidad	145	8,20 %	51,58 %	Recurrente
Elaboración	PD-28	Fallo en la máquina ROT	Disponibilidad	133	7,52 %	59,11 %	Recurrente
Elaboración	PR-28	Limpieza de la máquina preventiva/correctiva	Rendimiento	106	6,00 %	65,10 %	Recurrente
Elaboración	PD-17	Falta de materia prima	Disponibilidad	101	5,71 %	70,81 %	Recurrente
Elaboración	PD-20	Falta de una orden de producción (OP)	Disponibilidad	95	5,37 %	76,19 %	Recurrente
Elaboración	PD-22	Falta de agua	Disponibilidad	95	5,37 %	81,56 %	Puntual
Proceso	Código	Descripción del paro	Tipo de pérdida	Tiempo	Porcentaje relativo	Porcentaje acumulado	Frecuencia
Empaque	VD-01	Pérdida de tiempo por RV (min)	Rendimiento	3667	64,55 %	64,55 %	Recurrente
Empaque	PD-08	Falta de repuestos	Disponibilidad	292	5,14 %	69,69 %	Recurrente
Empaque	PD-18	Falta de galletas (granel)	Disponibilidad	241	4,24 %	73,93 %	Recurrente
Empaque	PD-17	Falta de materia prima	Disponibilidad	214	3,77 %	77,70 %	Recurrente
Empaque	PR-27	Cambio de bobina	Rendimiento	214	3,77 %	81,46 %	Recurrente

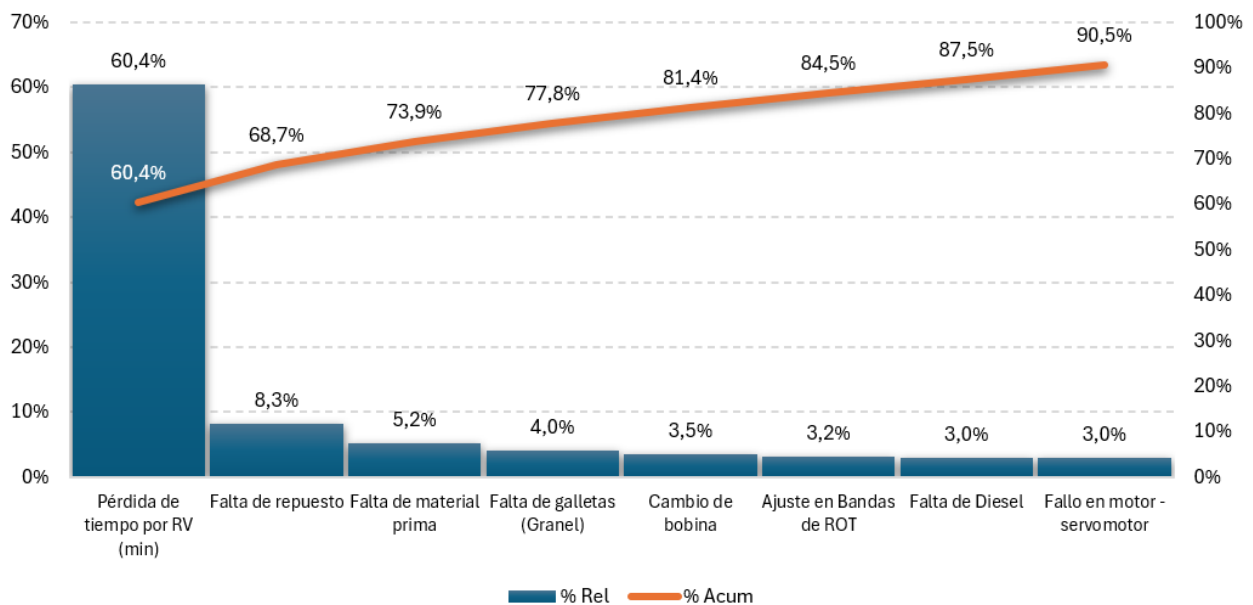
Fuente: Elaboración propia, 2025.

La tabla anterior muestra los mismos datos plasmados en las gráficas de Pareto 4.16 y 4.19 para elaboración y empaque respectivamente. Sin embargo, el propósito de la tabla 4.13 es juntar las principales causas de “paros no programados” para los procesos de elaboración y empaque con el objetivo de iniciar con los procesos de análisis por medio de herramientas ingenieriles, tales como: lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, multivoto y Pareto.

Cabe recalcar que los tiempos de paros no programados experimentados en ambas líneas de producción (elaboración y empaque) se conjuntan para diseñar un Pareto general y, así, priorizar los impactos en una base general.

En la figura 4.27 se aprecia el Pareto general de elaboración y empaque:

Figura 4.27. Pareto general de los paros no programados



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.3.1 Lluvia de ideas

Establecida, según el diagrama de Pareto, la criticidad de paros no programados para los procesos de elaboración y empaque, el siguiente paso es generar la lluvia de ideas mediante las técnicas focales o *focus group*.

Según se explica en el apartado de “Instrumentos”, la técnica focal es un grupo diverso de personas cuidadosamente seleccionadas para participar en un debate guiado sobre un determinado tema. En este caso se emplea este grupo de personas para analizar cada uno de los paros no

programados. De esta manera, la sesión se lleva a cabo con el 100 % del personal operativo, el técnico de calidad y Mantenimiento. El resultado de la lluvia de ideas se indica en la figura 4.28:

Figura 4.28. Lluvia de ideas para los paros no programados



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.3.2 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)

Una vez obtenida, mediante la lluvia de ideas, la información de las posibles causas que provocan la presencia de los paros no programados, la siguiente tarea es clasificar cada una de estas dentro de las 6M que conforman el diagrama de causa y efecto (Ishikawa).

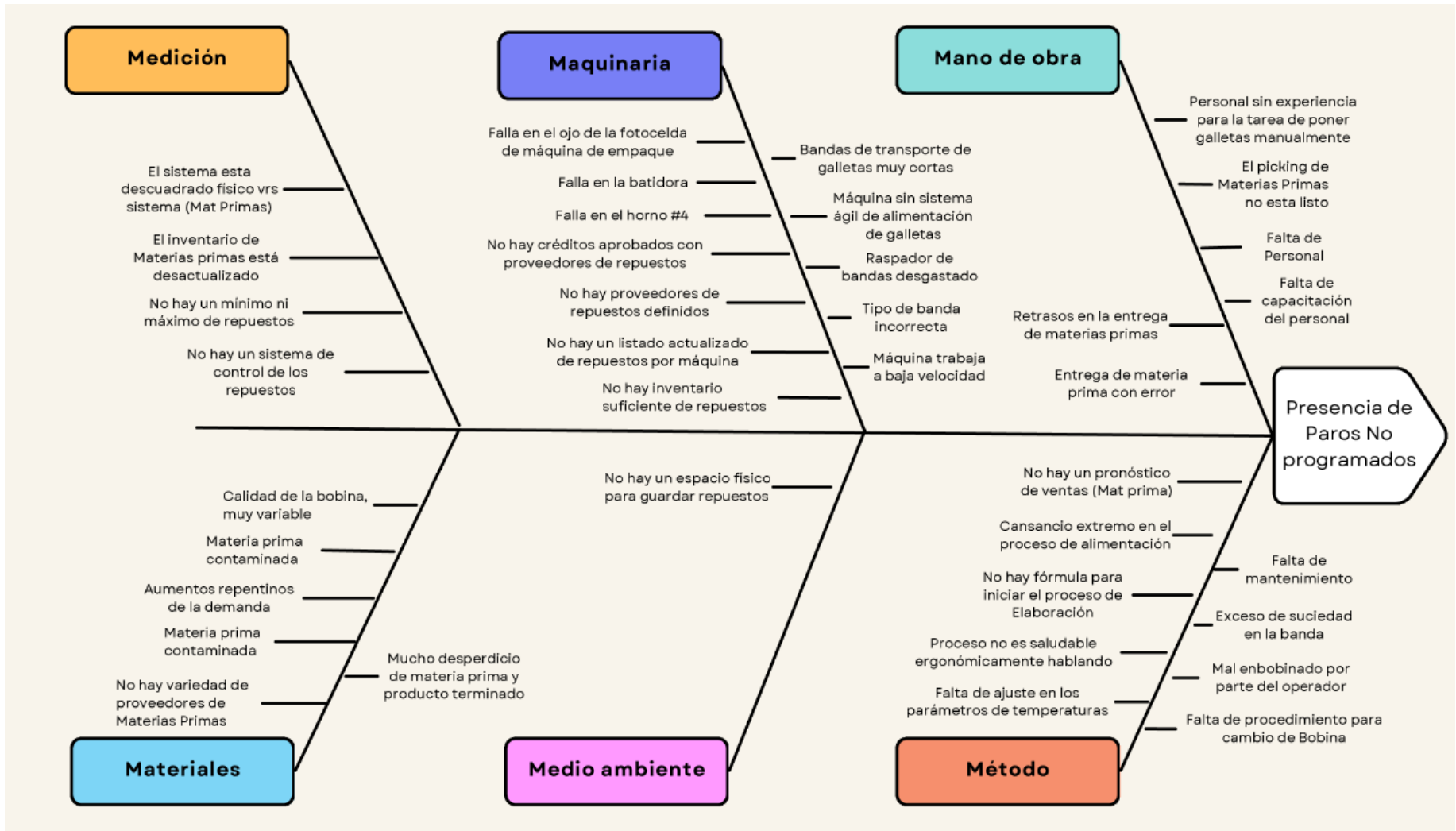
En la figura 4.29 se ilustra el diagrama de causa y efecto final después de ejecutar la técnica focal. Al respecto, del ejercicio resultan 38 ideas que ayudan a reducir los paros no programados y, por ende, a elevar la capacidad de producción en la línea de galletas de 26 gramos.

- **Mano de obra:** en esta clasificación, una de las ideas con mayor preponderancia es la falta de capacitación, que a su vez puede ser la responsable directa e indirecta de la presencia de retrasos en la entrega de materiales, los cuales en ocasiones también se entregan con errores. Adicional, un punto clave en este apartado es que en los últimos meses Sweetwell Zona Franca ha presentado una mediana rotación de personal, esto provoca que el equipo aún sea inexperto y experimente dificultades a la hora de colaborar con las tareas relacionadas a la operación de la línea de empaque, propiamente en la alimentación manual de galletas a la máquina de empaque.
- **Maquinaria:** es la categoría con mayor cantidad de aportes. Las tareas principales se centran en la falta de *stock* de repuestos y la carencia de un listado de repuestos críticos por máquina, lo que afecta a la hora de presentarse un fallo y no haber un repuesto disponible. Otra tarea adyacente a los repuestos es la falta de una lista de proveedores actualizada y, peor aún, no hay un crédito aprobado por ellos, esto provoca recurrir a prácticas fuera de lo normal para poder comprar el repuesto como, por ejemplo, comprarlo por caja chica, comprar el repuesto con dinero de colaboradores y después devolvérselos, etc. En la línea de elaboración hay un tema puntual con la máquina de moldeo de galletas, a saber, en la actualidad esta no utiliza la banda apropiada para desempeñar su trabajo eficientemente, lo que afecta la eficiencia de la línea de elaboración. Además, existen fallos puntuales en las batidoras y hornos que deben ponerse bajo control para mejorar su funcionamiento.
- **Materiales:** en cuanto a los materiales, se debe prestar especial atención a la disponibilidad de estos en bodega, al ser muy habitual posponer o cancelar producciones por falta de insumos. No menos importante es la evidente falta de control sobre las recepciones de los materiales enviados por los proveedores, porque se ha comprobado que estos últimos no

están cumpliendo con las normas del embalaje, esto provoca que por baja rotación los materiales se estén contaminando, en especial por polilla.

- Método: respecto al método, Sweetwell Zona Franca debe trabajar en la estandarización de los procesos mediante la elaboración de procedimientos y su divulgación por medio de la capacitación. También, se encuentran tareas que no son ergonómicas, las cuales ocasionan desgaste en los colaboradores.
- Medio ambiente: en esta categoría solo hay un hallazgo: no se cuenta con un espacio físico en donde colocar repuestos. Resolver esta situación ayudaría a responder con mayor rapidez a la hora de intervenir una máquina.
- Medición: en esta categoría se obtienen hallazgos que giran en torno a la falta de análisis y tareas que garantizan las existencias de materias primas y repuestos. Una de las tareas importantes es que el área de bodega debe trabajar para asegurar que sus existencias físicas concuerden con las existencias a nivel del sistema Softland (ERP). Dentro de este análisis, es necesario definir cantidades mínimas y máximas.

Figura 4.29. Diagrama de causa y efecto para paros no programados



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.3.3 Multivoto

Según Aiteco Consultores (2019), “la multivotación es un procedimiento sencillo y estructurado que se aplica para seleccionar, de entre una amplia lista de elementos, aquellos que son más significativos y merecen mayor consideración”.

Así, luego de finalizar con la sesión de trabajo (grupo focal) con el 100 % de los operadores de planta, se agenda una nueva sesión para ejecutar el análisis de multivoto. Al respecto, los pasos para llevarla a cabo son los siguientes:

- Se retira al personal de la planta y se le lleva a la sala de reuniones.
- Se brinda una charla o capacitación de la herramienta, su procedimiento de ejecución y objetivo final del análisis.
- Se entrega una cantidad de *post-it* a cada operador, el técnico de mantenimiento y Calidad.
- En la pantalla de la sala, se proyecta un Excel con todas las ideas levantadas durante la sesión del análisis de causa y efecto (Ishikawa).
- Una vez mostradas las ideas, se les solicita que puntúen cada una mediante una escala de 1 a 5, siendo 5 la mayor puntuación y 1 la menor, de acuerdo con su criterio de impacto en la reducción de los paros no programados.
- El siguiente paso es agrupar todas las ideas generadas por categoría, para reducir la lista y proponer mejoras integrales.
- Finalizado el ejercicio, se suman los resultados y se hacen los cálculos respectivos en Excel para obtener las frecuencias relativas y acumuladas, con el propósito de graficarlas en un Pareto.

En la tabla 4.14 se adjunta el recuadro final con los resultados de la votación:

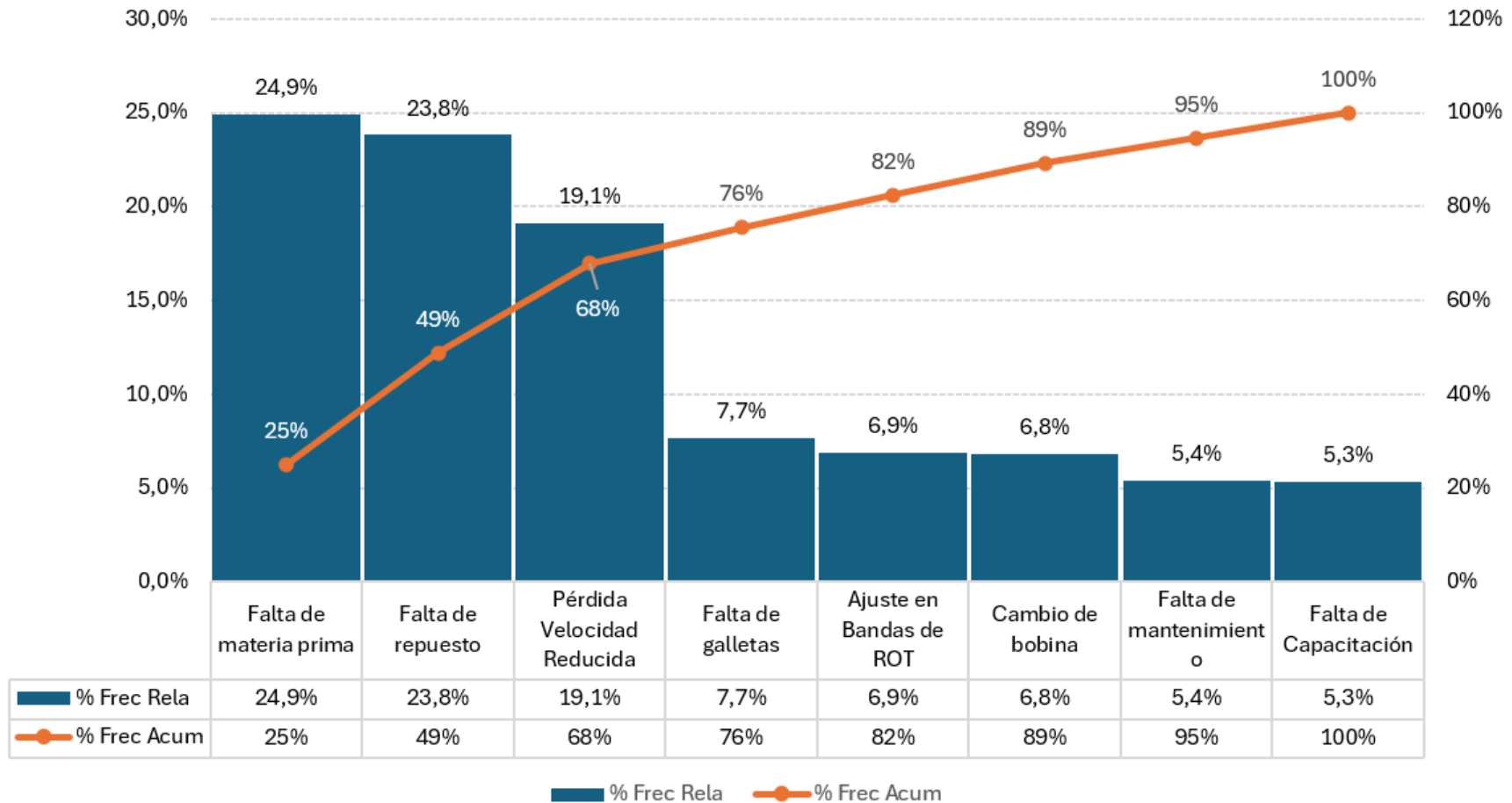
Tabla 4.14. Resultados del ejercicio del multivoto

# tarea	Descripción de idea	Categoría	Op 1	Op 2	Op 3	Op 4	Op 5	Op 6	Op 7	Op 8	Op 9	Op 10	Op 11	Op 12	Op 13	Op 14	Op 15	Op 16	S1	S2	G1	Total	% Rel	% Acum
1	Falta de capacitación del personal	Cambio de bobina	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	90	3,6%	3,6%
2	Máquina sin sistema ágil de alimentación de galletas	Pérdida velocidad reducida	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	3	90	3,6%	7,2%
3	Inventario insuficiente	Falta de repuesto	5	5	5	5	5	3	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	89	3,6%	10,8%
4	Materia prima contaminada, elaboración	Falta de materia prima	5	4	5	5	5	3	4	5	4	5	5	4	5	5	5	3	5	5	5	87	3,5%	14,2%
5	Materia prima contaminada, empaque	Falta de galletas	5	4	5	5	5	3	4	5	4	5	5	4	5	5	5	3	5	5	5	87	3,5%	17,7%
6	No hay un sistema de control de los repuestos	Falta de repuesto	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	87	3,5%	21,2%
7	Falta de mantenimiento	Ajuste en bandas de ROT	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	87	3,5%	24,7%
8	Personal sin experiencia para la tarea	Pérdida velocidad reducida	4	4	5	5	4	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	5	3	4	5	86	3,4%	28,1%
9	No hay un listado actualizado de repuestos por máquina	Falta de repuesto	5	4	4	3	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	85	3,4%	31,5%
10	Proceso no es saludable ergonómicamente hablando	Pérdida velocidad reducida	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	3	4	4	4	5	5	4	85	3,4%	34,9%
11	El inventario está desactualizado	Falta de materia prima	4	3	4	2	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	3	5	5	5	81	3,2%	38,1%
12	El sistema está descuadrado físico versus el sistema	Falta de materia prima	4	4	5	4	4	4	3	2	4	3	5	5	5	4	4	5	5	5	5	80	3,2%	41,3%
13	Cansancio extremo en el proceso de alimentación	Pérdida velocidad reducida	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	3	3	3	4	4	5	2	4	78	3,1%	44,4%
14	Máquina trabaja a baja velocidad	Pérdida velocidad reducida	5	3	3	5	5	5	5	5	3	5	4	3	3	4	3	2	5	2	5	75	3,0%	47,4%
15	Entrega de materia prima con error	Falta de galletas	4	4	5	3	5	4	3	5	2	3	3	3	5	5	5	2	3	5	5	74	3,0%	50,4%
16	Retrasos en la entrega de materias primas	Falta de materia prima	4	1	4	4	4	5	5	2	4	3	4	3	5	5	5	3	3	5	5	74	3,0%	53,4%
17	No hay un mínimo ni máximo de repuestos	Falta de repuesto	3	4	4	4	3	5	4	3	3	2	3	3	5	4	5	4	5	4	5	73	2,9%	56,3%
18	El <i>picking</i> no está listo	Falta de galletas	4	3	4	4	4	4	5	3	4	3	3	3	5	5	3	2	3	5	5	72	2,9%	59,2%
19	Falta de personal	Falta de galletas	3	4	3	5	4	4	5	3	4	3	4	5	5	3	3	4	3	4	2	71	2,8%	62,0%
20	No hay variedad de proveedores	Falta de materia prima	4	3	3	3	2	5	5	3	2	3	3	3	5	3	5	4	4	5	5	70	2,8%	64,8%
21	No hay proveedores definidos	Falta de repuesto	4	2	3	3	3	4	1	5	4	3	3	3	5	4	5	5	4	3	4	68	2,7%	67,5%
22	Tipo de banda incorrecta	Ajuste en bandas de ROT	2	5	5	4	2	3	5	2	2	5	5	4	1	2	4	3	5	3	4	66	2,6%	70,1%
23	Falta de procedimiento para cambio de bobina	Cambio de bobina	3	2	3	4	3	5	5	5	2	4	3	2	2	5	4	3	4	3	3	65	2,6%	72,7%
24	Falta de ajuste en los parámetros de	Cambio de bobina	4	3	3	5	2	3	3	3	3	5	4	3	2	5	4	3	4	3	3	65	2,6%	75,3%

Los resultados de la tabla anterior indican que un total de 38 ideas son votadas por 16 operadores más 3 administrativos.

En la figura 4.30, se detalla el resultado del ejercicio de multivoto con un análisis Pareto; de todos modos, después de la sensibilización se aprecia que hay una lista de 27 tareas categorizadas como importantes según Pareto, las cuales deben tomarse en cuenta a la hora de levantar las propuestas de mejora en el capítulo V.

Figura 4.30. Gráfico de Pareto de las causas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

5.1 MEJORAR

De acuerdo con el capítulo IV, los resultados del Pareto del indicador de OEE se pueden resumir de la siguiente forma:

- Pérdida de tiempo por RV (min) = 60,4 %.
- Falta de repuesto = 8,3 %.
- Falta de materia prima = 5,2 %.
- Falta de galletas (granel) = 4 %.
- Cambio de bobina = 3,5 %.
- Ajuste en bandas de ROT = 3,2 %.

Después de realizadas las sesiones de trabajo con el equipo interdisciplinario (operadores, técnico de calidad, técnico en mantenimiento y jefaturas), se obtienen los datos en la lluvia de ideas. Seguidamente, se caracterizan con el diagrama de Ishikawa y, por último, se priorizan las ideas con el multivoto. Los resultados finales de los ejercicios citados se resumen de la siguiente manera:

- Falta de materia prima = 24,9 %.
- Falta de repuesto = 23,8 %.
- Pérdida velocidad reducida = 19,1 %.
- Falta de galletas (granel) = 7,7 %.
- Ajuste en bandas de ROT = 6,9 %.
- Cambio de bobina = 6,8 %.

A partir de la comparación de ambos ejercicios, se concluye que el top 3 de paros “no programados” coinciden, lo cual refuerza que la percepción del equipo de trabajo se encuentra alineada con los resultados reales arrojados por el indicador de OEE. Motivo por el que las propuestas de mejora se centran en estos 3 tipos de paros “no programados”, pero a la vez son integrales de tal forma que puedan abarcar lo máximo posible en función de mejorar el indicador de OEE general.

5.1.1 Propuesta 1. Implementación de procedimientos de gestión de inventarios de materias primas en la bodega de Sweetwell Zona Franca

5.1.1.1 Situación actual

La propuesta tiene como objetivo reducir la falta de materia prima que impacta en un 5,2 % al factor de disponibilidad dentro del indicador de OEE. En cuanto a esto, es muy frecuente que la planta de producción experimente retrasos a la hora de iniciar la producción porque los *pickings* de materia prima no están listos, pero en otros casos ocurren a la hora de encontrar materias primas contaminadas, lo que provoca un retraso mayor porque se debe retirar la materia prima de la planta, asegurar la limpieza y desinfección de la zona y, por último, solicitar el reemplazo de la materia prima.

Los mayores paros para este rubro se presentan cuando, a la hora de alistar los *pickings*, el equipo de bodega se da cuenta de que no tiene materia prima. Este problema ocurre cuando el alisto del *picking* se hace el mismo día y no hay tiempo de respuesta, por ende, se debe esperar que la gerente de logística cambie el plan de producción y, después, iniciar de nuevo con un alisto del *picking*.

Con la intención de profundizar en este problema, se llevan a cabo sesiones de trabajo con el equipo de bodega para analizar más detenidamente las causas. Se toma como base la lluvia de ideas hecha por el equipo de producción durante el análisis de resultados. A continuación, se brinda la lista de ideas:

- No hay variedad de proveedores.
- El inventario está desactualizado.
- Materia prima contaminada.
- El sistema está descuadrado: físico versus sistema.
- No hay un pronóstico de ventas.
- Retrasos en la entrega de materias primas.
- Aumentos repentinos de la demanda.

Se realiza el ejercicio de multivoto con el equipo de bodega y se obtienen los resultados indicados en la tabla 5.1:

Tabla 5.1. Resultados de la puntuación del multivoto del equipo de bodega

Categoría: Falta de materias primas							
Descripción de la idea	Op. 1	Op. 2	Sup. 1	Cor. 1	Total	Frec. Rel. %	Frec. Acum. %
El sistema está descuadrado en materias primas: físico vs. sistema.	5	5	5	5	20	18,3 %	18,3 %
No hay variedad de proveedores para MP.	4	4	5	5	18	16,5 %	34,9 %
El inventario de materias primas (MP) está desactualizado.	4	5	4	4	17	15,6 %	50,5 %
Retrasos en la entrega de materias primas.	3	3	4	4	14	12,8 %	63,3 %
Entrega de materia prima con error.	1	1	3	3	8	7,3 %	70,6 %
No hay un pronóstico de ventas para comprar materiales.	1	1	2	3	7	6,4 %	77,1 %
Materia prima contaminada, elaboración.	1	2	3	2	8	7,3 %	84,4 %
Materia prima contaminada, empaque.	2	3	3	2	10	9,2 %	93,6 %
Aumentos repentinos de la demanda.	1	1	2	3	7	6,4 %	100,0 %
					109	100,0 %	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados de la tabla anterior muestran que las primeras 5 causas del análisis de falta de materiales son atribuibles a la falta de un método o estandarización. Para este ejercicio, participan los 2 bodegueros, el supervisor y el jefe, ambos también de bodega. El descuadre del sistema es la causa mayor votada dentro del ejercicio con un valor relativo del 18,3 %, seguido de la falta de variedad de proveedores con un 16,5 %.

5.1.1.2 Mejora propuesta

La mejora propuesta para disminuir el impacto por falta de materiales y aumentar la capacidad de producción en la línea de producción de galletas es implementar un procedimiento interno para el área de bodegas que permita gestionar eficientemente los recursos. Este procedimiento se nombra: Procedimiento de Gestión de Inventarios de Materias Primas y proyecta reducir un 10 % los paros no programados. A su vez, debe incluirse dentro del sistema de gestión actual de la compañía y de los planes de capacitación del personal de bodega lo antes posible.

Este objetivo del documento se aprecia en la figura 5.1: “Hacer uso eficiente y ordenado de las materias primas dentro de la bodega de materiales de Sweetwell, para el cumplimiento de la misión organizacional en materia de disponibilidad y calidad”.

Figura 5.1. Procedimiento de Gestión de Inventarios de Materias Primas en la bodega de Sweetwell Zona Franca

	<p style="text-align: center;">COD: AAAA</p> <p style="text-align: center;">Procedimiento de Gestión de Inventarios de Materias Primas en Bodega</p>	<p>Versión: 1</p> <p>Página 1 de 10</p> <p>Fecha emisión: XX/XX/2025</p>
---	---	--

1. OBJETIVO

Hacer uso eficiente y ordenado de las materias primas dentro de la bodega de materiales de Sweetwell para el cumplimiento de la misión organizacional en materia de disponibilidad y calidad.

Los objetivos del documento son:

- Establecer los conceptos asociados a la gestión de inventarios en materia de disponibilidad y calidad.
- Establecer la frecuencia de ejecución de procesos de inventario dentro de la bodega.
- Indicar las actividades y responsabilidades asociadas al proceso de gestión del inventario.

2. ALCANCE

El alcance de este procedimiento comprende desde el arribo de las materias primas, alisto y entrega al proceso de manufactura, y hasta la realización de tomas físicas calendarizadas de

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Este documento se elabora en conjunto con los colaboradores de bodega de Sweetwell Zona Franca en sesiones programadas para no afectar la productividad del departamento. El mismo documento comprende 4 áreas importantes: las generalidades dentro del área de bodegas, es decir, requerimientos mínimos que una bodega debe tener implementados; los procesos de recepción de materias primas; la preparación y entrega de materias primas a producción, y el control de inventarios y distribución adecuada de la bodega.

A. Generalidades del procedimiento

En este apartado, las recomendaciones van desde requerimientos mínimos tales como:

- Tener implementada una política de inventarios de materias primas y productos terminados, que defina mediante herramientas ingenieriles las existencias mínimas y máximas por material y producto.
- Incentivar la disponibilidad de varios proveedores por materia prima, como plan de contingencia para sustentar la demanda.

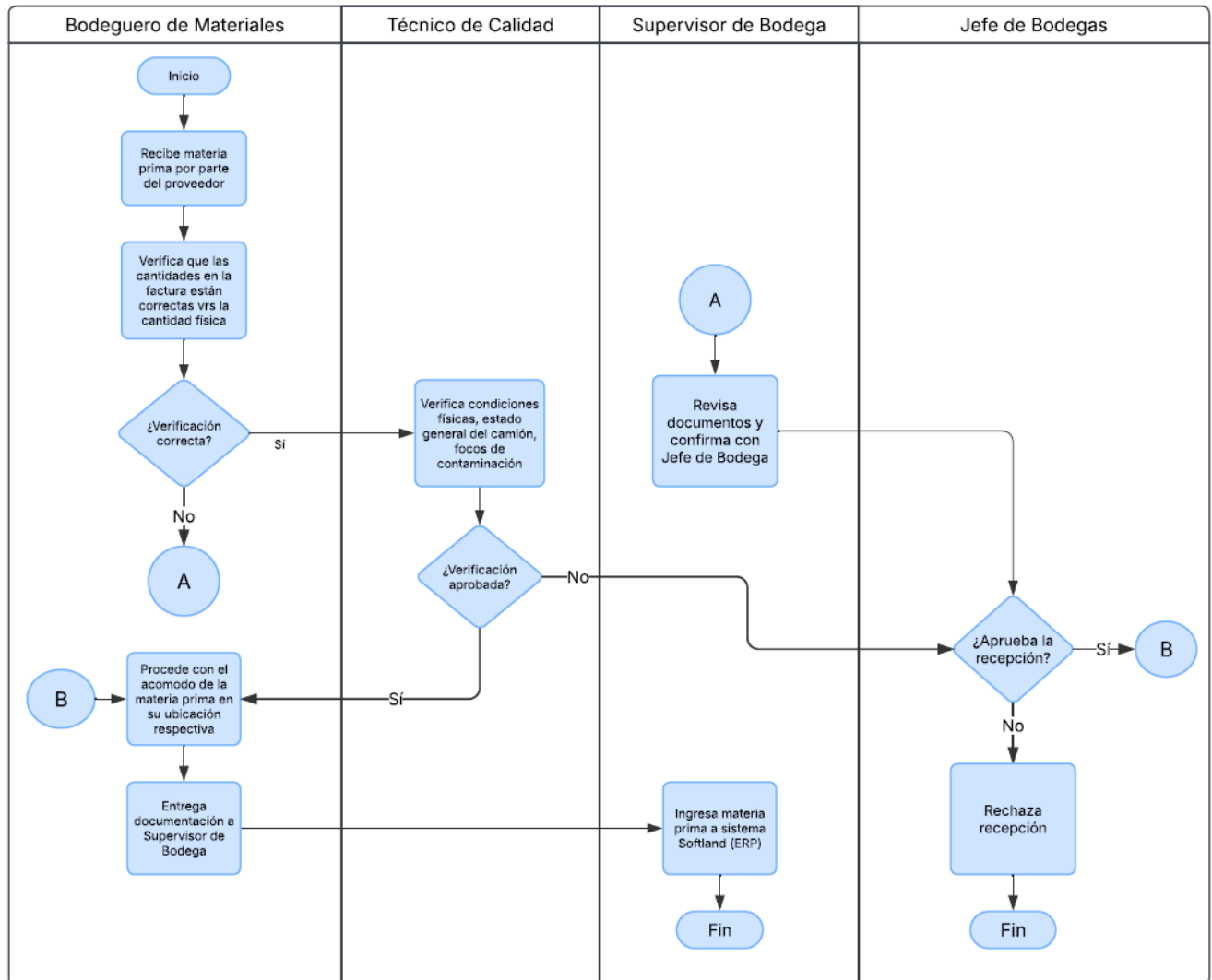
- Trabajar con metodologías PEPS, ABC, control de plagas y 5S.
- Mantener una distribución lógica para el correcto flujo de materiales y productos terminados; asimismo, zonas específicas para devoluciones del mercado, producto no conforme, entre otros.

B. Recepción de materias primas

En la descripción de este apartado hay aspectos claves que el equipo de bodega debe asegurar dentro de su operación normal de recepción de mercancías, principalmente en cuanto a las cantidades entregadas por el proveedor y la condición física de las materias primas, las cuales deben contar con una fecha de caducidad mayor a 6 meses y no presentar síntoma alguno que pueda sugerir que el producto está contaminado.

Para este caso, el colaborador de bodega debe obligatoriamente hacer un llamado al técnico de calidad cuando se reciban materias primas. En la figura 5.2, se aprecia el flujograma del procedimiento que resume el proceso de recepción de materias primas:

Figura 5.2. Recepción de materias primas en la bodega de Sweetwell Zona Franca



Fuente: Elaboración propia, 2025.

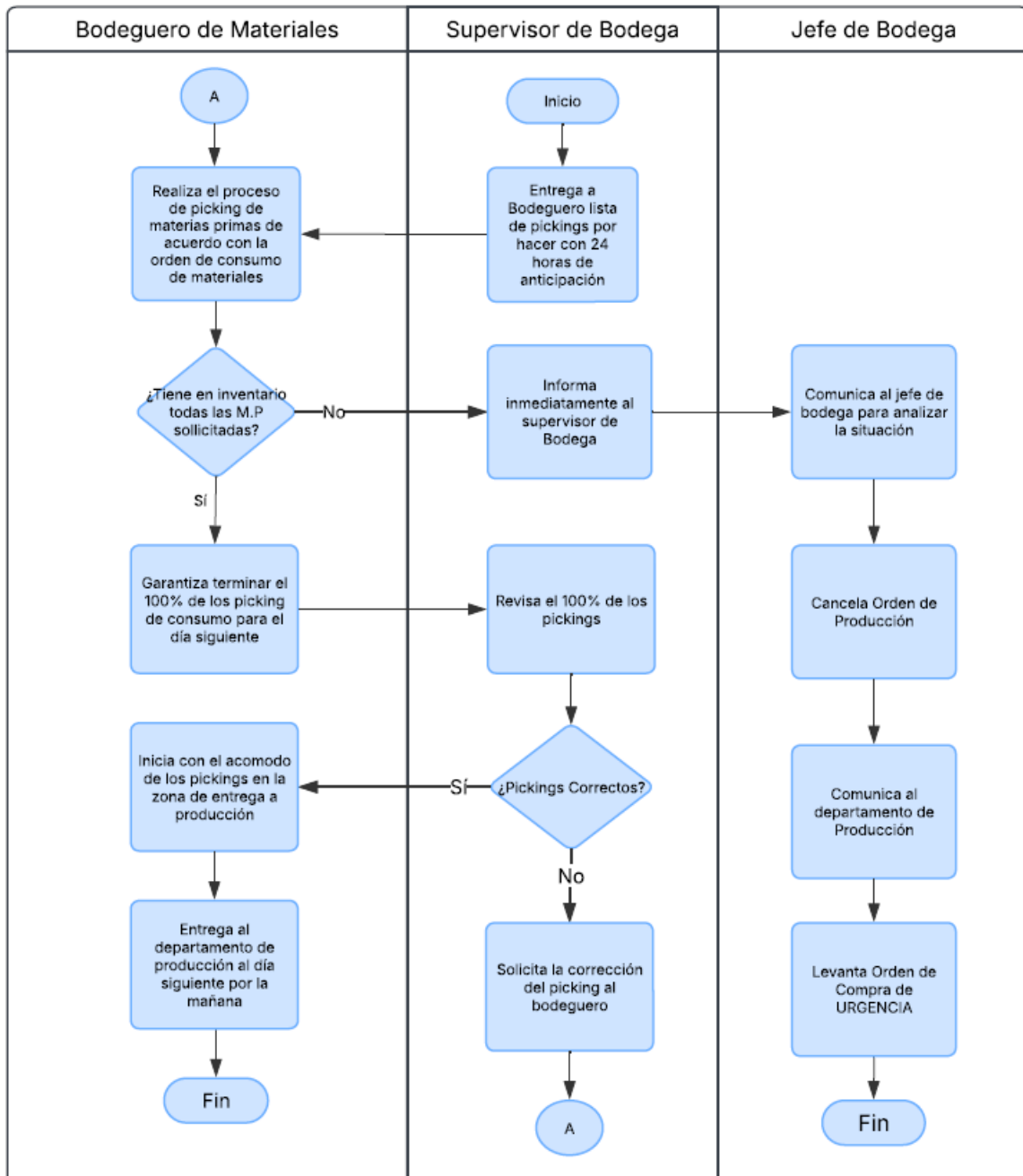
C. Preparación y entrega de materias primas a producción

Este apartado del procedimiento es de suma importancia porque la falta de materia prima representa un 5,2 % de los paros no programados en la línea de producción de galletas de 26 gramos.

Sin embargo, es un porcentaje que con facilidad se puede corregir al prestar atención a procesos simples como generar órdenes de producción con antelación, distribuir de manera adecuada las cargas de trabajo, asegurar que el ingreso de mercancías esté bajo control dentro del sistema Softland, no permitir el ingreso de producto contaminado y mantener el sistema ajustado mediante los ejercicios de conciliación calendarizados.

En la figura 5.3, se muestra el flujograma de Sweetwell Zona Franca que resume el proceso de preparación y entrega de materias primas al Departamento de Producción:

Figura 5.3. Preparación y entrega de materias primas a producción



Fuente: Elaboración propia, 2025.

D. Proceso de conciliación de inventarios

Este proceso es determinante dentro de la problemática actual. La conciliación de inventarios consiste en comprobar la precisión de los datos de los inventarios físicos versus el registro contable de inventario que posee la empresa dentro de su ERP (Softland).

El inventario debe administrarse eficientemente; al respecto, según Ehrhardt y Brigham (2007), este persigue dos objetivos fundamentales:

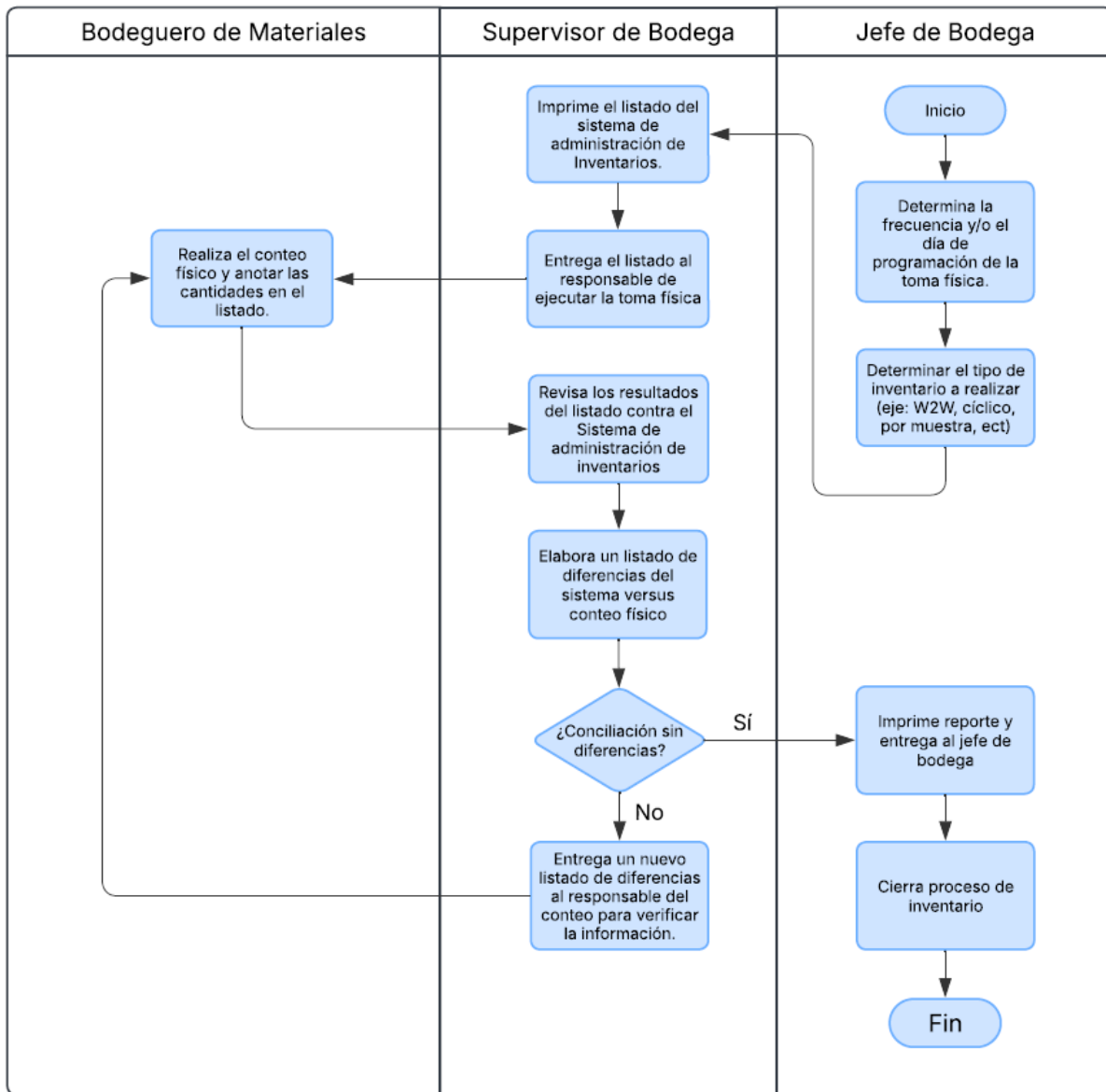
- Garantizar con el inventario disponible la operatividad de la empresa.
- Conservar niveles óptimos que permitan minimizar los costos totales (de pedido y de mantenimiento). Un inventario bajo hace aumentar los costos de pedido, mientras que los inventarios altos incrementan los costos de mantenimiento.

En la figura 5.4 se aprecia el flujograma construido para resumir el control de los inventarios dentro de la bodega de Sweetwell Zona Franca. Cabe recalcar que para iniciar bien este tipo de conciliaciones de inventario, la bodega debe tener implementada, preferiblemente antes, la metodología de inventarios ABC, orden y limpieza, y demarcación.

El resultado exitoso de este tipo de metodologías de conciliación de inventarios depende mucho de las frecuencias y tipo de ejercicios de control ejecutados. En cuanto a esto, es necesario definir con antelación las fechas de los ejercicios, el tipo de ejercicio y si es un muestreo cíclico o pared a pared (W2W). Adicional, se debe garantizar que las recepciones de materias primas y consumo de estas se encuentren ejecutadas por completo antes del ejercicio, así como asignar los recursos necesarios y asegurar que los integrantes estén capacitados para dicha tarea, desde los conteos hasta el análisis de las posibles diferencias.

Al finalizar el ejercicio de la toma física, los resultados esperados son: dejar ajustado el 100 % del inventario con las diferencias plenamente identificadas y aprobadas por las gerencias responsables. Además, crear planes de acción que mitiguen la ocurrencia de las diferencias de inventario.

Figura 5.4. Conciliación de los inventarios en las bodegas de Sweetwell Zona Franca



Fuente: Elaboración propia, 2025.

E. Distribución de planta en la bodega de materias primas y producto terminado

La distribución de planta actual para la bodega de materias primas y producto terminado de Sweetwell Zona Franca presenta mucha oportunidad de mejora. Relacionado a esto, en la figura 5.5 de la distribución actual se puede observar que las materias primas y productos terminados no tienen una secuencia lógica de almacenamiento. Asimismo, por la posición actual de materiales y productos, el recorrido que hacen los bodegueros a la hora de efectuar los *pickings* es ineficiente.

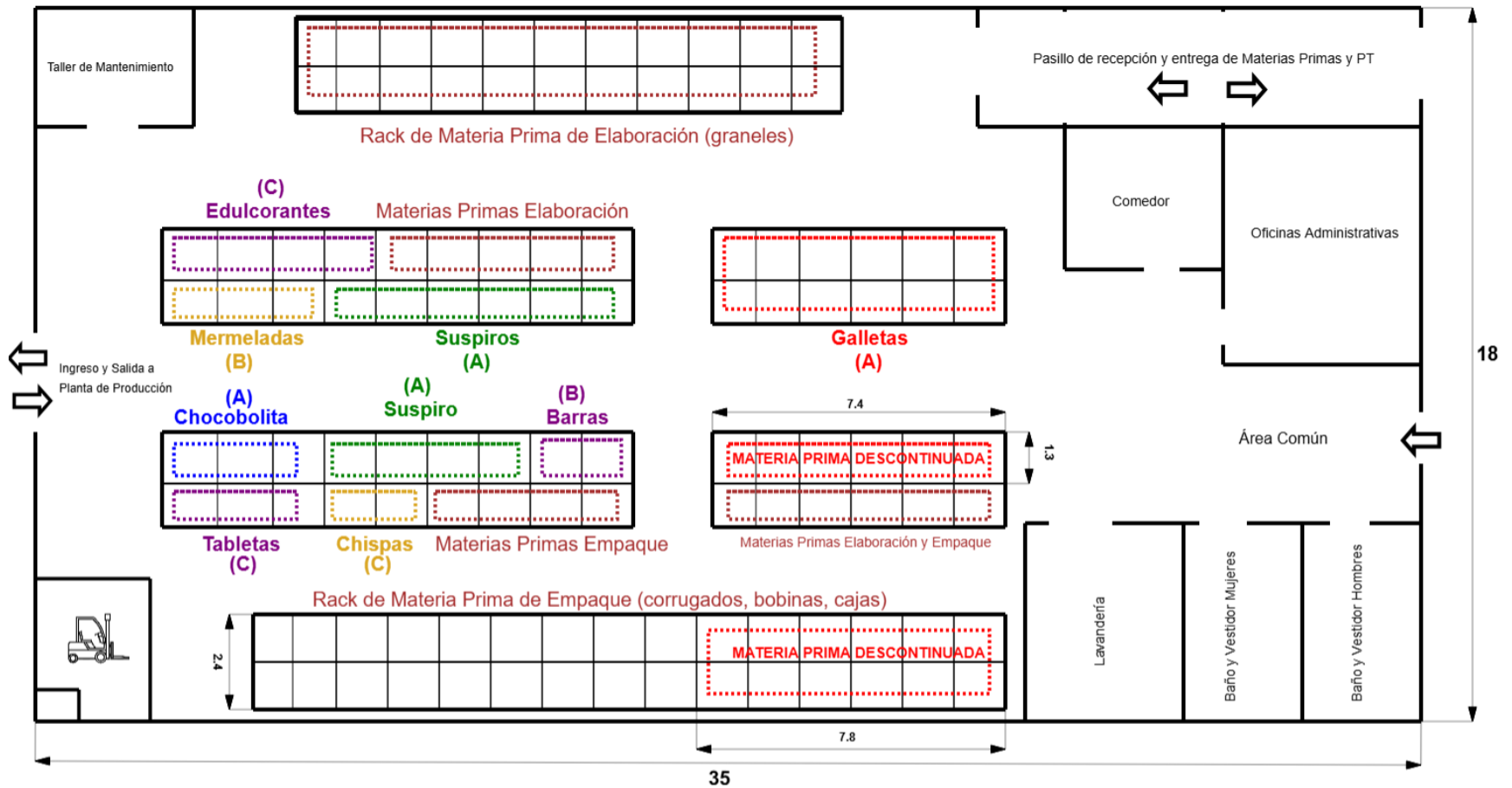
De este modo, con el propósito de reducir tiempos y movimientos es clave, en primer lugar, aplicar la metodología ABC para la rotación de inventarios. Al respecto, tal y como se declara en los alcances del proyecto, los costos de materia prima y producto terminado no son suministrados por la empresa. Por esto, con la intención de elaborar el análisis ABC para producto terminado, se utiliza el volumen en corrugados entregados por la empresa. Sin embargo, el análisis ABC para materias primas no puede realizarse.

Igualmente, dentro de la propuesta se formula la sugerencia de un acomodo lógico para que el jefe de bodega pueda almacenar después de ejecutar los análisis respectivos. Por lo tanto, para elaborar la propuesta de una mejor y más eficiente distribución de planta en la bodega de Sweetwell Zona Franca, se aplican ciertos criterios como:

- Optimizar al máximo el espacio disponible.
- Reducir el número de movimientos, distancias y tiempo dedicado a la manipulación de la carga.
- Facilitar el acceso a la mercancía.
- Facilitar el control de los inventarios.
- Permitir flexibilidad en el caso de que se deba realizar un cambio en la distribución de la mercancía almacenada.
- Delimitar áreas para procesos especiales.

En la figura 5.5 se aprecia la distribución actual de la bodega de materias primas y producto terminado de Sweetwell Zona Franca:

Figura 5.5. Distribución de la planta actual de la bodega de materias primas y PT en Sweetwell Zona Franca



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Después de analizar gráficamente la distribución actual, se concluye:

- La bodega de materias primas y producto terminado cuenta con un área de 630 m², incluyendo las oficinas administrativas, comedor, lavandería, baños y vestidores.
- Los ingresos de materias primas y despachos comparten el único andén de atención.
- No hay implementada una metodología ABC para el acomodo de producto terminado ni materias primas. Se observa como, por ejemplo, el área de galletas está muy lejos de donde inicia el proceso de *picking* de producto terminado.
- No hay implementada una metodología de orden y limpieza (5S).
- Existen materias primas colocadas en todos los *racks* dentro de la bodega.
- Ocupados por materias primas discontinuadas dentro de la bodega hay 28,3 m² de *racks* que se están desperdiciando. Si se sacan los 4 niveles de altura de los *racks* que maneja la bodega, se tienen 165,8 m³ sin valor agregado.

Para iniciar con la propuesta de mejora en la distribución de planta actual, se deben realizar los análisis con el fin de establecer la clasificación por rotación ABC de los productos terminados. En la tabla 5.2, se indica la clasificación ABC por demanda de los productos terminados, según el registro de ventas en Softland de la empresa:

Tabla 5.2. Clasificación ABC de los productos terminados en Sweetwell Zona Franca

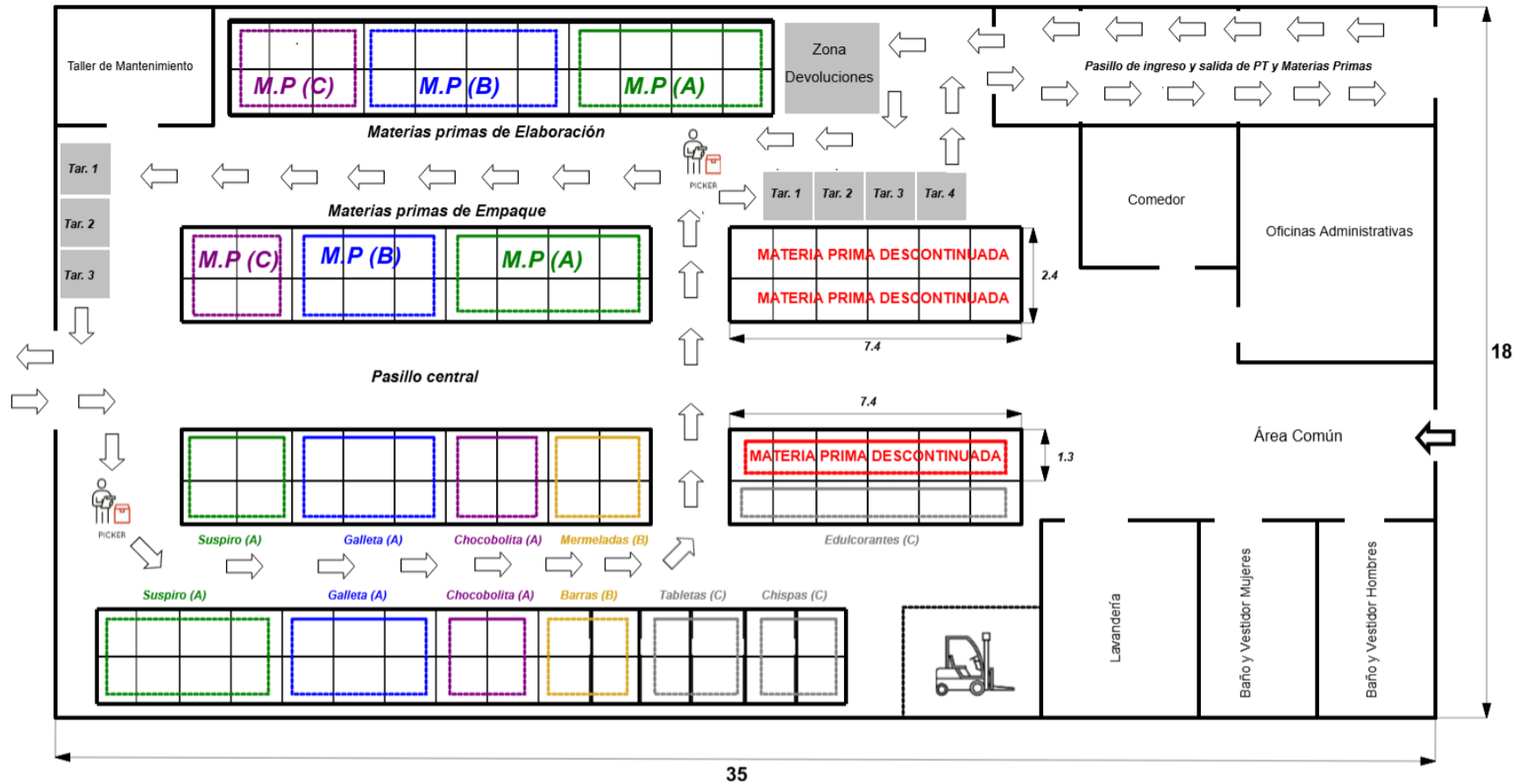
Producto	Q1	Q2	Q3	Q4	Total	Porcentaje relativo	Porcentaje acumulado	Tipo de inventario
Suspiro	3764	5798	10 687	6087	26 337	34,00 %	34,00 %	A
Galletas 26 g	2152	4949	4352	4827	16 279	21,00 %	55,00 %	A
Chocobolitas	2631	3073	3774	2448	11 925	15,40 %	70,40 %	A
Barras	2545	3240	2725	2651	11 161	14,40 %	84,80 %	B
Mermelada	1120	1123	1191	1530	4963	6,40 %	91,20 %	B
Tableta	713	1066	955	921	3655	4,70 %	95,90 %	C
Edulcorantes	588	760	573	565	2485	3,20 %	99,10 %	C
Chispa	129	169	197	148	643	0,80 %	99,90 %	C
Total	13 642	20 177	24 454	19 177	77 449	100,00 %		

Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

A partir de la tabla anterior, se concluye que los productos de rotación tipo A son: suspiros, galleta de 26 gramos y chocobolitas. Los productos de rotación tipo B son: barras y mermeladas, y los productos de rotación tipo C son: tabletas, edulcorantes y chispas.

Terminados los análisis de rotación ABC y tomados en cuenta los criterios expuestos como la optimización del espacio, la accesibilidad para las materias primas y el despacho de producto terminado, se propone la distribución de planta que se muestra en la figura 5.6 para la bodega de materias primas y PT en Sweetwell Zona Franca:

Figura 5.6. Distribución de planta propuesta para la bodega de materias primas y PT en Sweetwell Zona Franca



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La propuesta de mejora sobre la distribución de planta sugiere dividir en 2 hemisferios la bodega, como se puede observar en la figura 5.6: en la parte superior se propone almacenar las materias primas tanto de elaboración como las de empaque bajo la metodología ABC, para reducir las distancias de traslado, ya que quedan cerca del andén de recepción de materias primas. El objetivo de este acomodo es que el operador de bodega comience en el pasillo de materias primas y conforme realice el *picking* de alisto, se desplace de forma eficiente hacia la zona designada para colocar los *picking*, mientras se entregan al Departamento de Producción.

En la parte inferior de la distribución de planta, se propone colocar los productos terminados igualmente basándose en la metodología ABC, con el propósito de efectuar un proceso de *picking* eficiente en términos de desplazamiento hacia la zona de espera de *picking* de producto terminado.

De esta manera, se propone hacer la demarcación de las zonas correspondientes a recibo de devoluciones, alisto de *picking* de materias primas y alisto de *picking* de producto terminado. Adicional, para poder agrupar más eficientemente el producto terminado por “familia”, se propone mover la estación de carga del apilador de su ubicación anterior y colocarla contiguo a la lavandería.

Estas propuestas de mejora prácticamente solo requieren del reacomodo de las materias primas y productos terminados, por lo que la inversión es muy económica; no obstante, sí se contempla un gasto si el acomodo no puede hacerse dentro de la jornada normal y debe ser llevado a cabo en horas extraordinarias.

Un aspecto fundamental es que Sweetwell Zona Franca posee un alto inventario de materias primas discontinuadas del proceso de empaque debido a la pérdida de clientes en el exterior en años pasados. Este inventario tiene un costo elevadísimo que impide desecharlo. Por esto, en la actualidad la organización está buscando la mejor manera de tratar este inventario sin afectar los costos. Mientras se elige la mejor opción, todos los materiales discontinuados se agrupan en *racks* en la propuesta planteada. Cabe mencionar que el espacio utilizado para almacenar estos materiales se mantiene con respecto a la distribución actual, con 165,8 m³.

5.1.1.3 Beneficio económico y/o productivo de la mejora

La propuesta de implementar un Procedimiento de Gestión de Inventarios de Materias Primas dentro de la bodega de Sweetwell Zona Franca pretende reducir en un 10 % el impacto en la

disponibilidad dentro del indicador de OEE y, por consiguiente, incrementar la capacidad de producción.

Los beneficios económicos y/o productivos de esta implementación son tangibles dentro del indicador de OEE, como el ahorro en la mano de obra por la reducción de tiempo de paro no programado y se obtiene igualmente una mejora en la capacidad de almacenamiento en la bodega por el reacomodo lógico de materias primas y producto terminado.

En la tabla 5.3 se aprecia la mejora del indicador de OEE:

Tabla 5.3. Porcentaje de mejora en disponibilidad

Mejora proyectada	Línea	Porcentaje de disponibilidad	Porcentaje de rendimiento	Porcentaje de calidad	Porcentaje de OEE	Porcentaje de mejora
0 %	Empaque	86,66 %	56,65 %	98,37 %	48,29 %	0 %
	Elaboración	82,36 %	91,68 %	99,31 %	74,98 %	0 %
	General	71,37 %	51,94 %	97,69 %	36,21 %	0 %
5 %	Línea de empaque	87,32 %	56,65 %	98,37 %	48,66 %	0,37 %
	Línea de elaboración	83,24 %	91,68 %	99,31 %	75,79 %	0,80 %
	Línea de producción	72,69 %	51,94 %	97,69 %	36,88 %	0,67 %
10 %	Línea de empaque	87,99 %	56,65 %	98,37 %	49,03 %	0,74 %
	Línea de elaboración	84,12 %	91,68 %	99,31 %	76,59 %	1,61 %
	Línea de producción	74,02 %	51,94 %	97,69 %	37,55 %	1,35 %
15 %	Línea de empaque	88,66 %	56,65 %	98,37 %	49,41 %	1,12 %
	Línea de elaboración	85,00 %	91,68 %	99,31 %	77,39 %	2,41 %
	Línea de producción	75,36 %	51,94 %	97,69 %	38,24 %	2,03 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla anterior se observa que la mejora proyectada del 10 % es de 1,35 %, es decir, el indicador de OEE general pasa de 36,21 % a un 37,55 %.

De igual modo, los beneficios de reducir un 10 % de paros no programados en la disponibilidad trae un incremento en la utilización de la línea y un ahorro en la mano de obra por la disminución del tiempo improductivo en 265 minutos, equivalentes a ₡ 158 319 al mes, como se muestra en tabla 5.4:

Tabla 5.4. Monto de ahorro por la mejora de disponibilidad

Cant. operadores	Costo/min	Costo total/min	Porcentaje de mejora disponibilidad	Pérdida tiempo (min)	Reducción de pérdida (min)	Cantidad de producciones por mes	Monto de ahorro
5	₡ 29,92	₡ 149,58	0 %	2646,0	0	4	₡ -
5	₡ 29,92	₡ 149,58	5 %	2513,7	132,3	4	₡ 79 159,50
5	₡ 29,92	₡ 149,58	10 %	2381,4	264,6	4	₡ 158 319,00
5	₡ 29,92	₡ 149,58	15 %	2249,1	396,9	4	₡ 237 478,50

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Al beneficio económico y productivo obtenido, se le debe sumar el beneficio a nivel de aumento de la capacidad de almacenamiento en la bodega, simplemente por mejorar la distribución de los materiales. Ahora bien, en la tabla 5.5, se expone el detalle de la mejora en la capacidad de almacenamiento en la bodega de Sweetwell Zona Franca:

Tabla 5.5. Incremento en la capacidad de almacenaje en bodegas

Descripción del producto	Capacidad actual de almacenamiento en m ³	Capacidad de almacenamiento propuesta m ³	Porcentaje de incremento en m ³
Suspiro	92,2	110,6	17 %
Galletas 26 g	110,6	110,6	0 %
Chocobolitas	27,6	73,7	63 %
Barras	18,4	36,9	50 %
Mermelada	27,6	36,9	25 %
Tableta	27,6	36,9	25 %
Edulcorantes	36,9	55,3	33 %
Chispa	18,4	36,9	50 %
Materias primas	202,8	368,6	45 %
Materias primas descontinuadas	165,9	165,9	0 %
Total:	728,1	1032,2	29 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con la tabla anterior, todos los productos terminados aumentan su capacidad de almacenamiento a excepción de las galletas de 26 gramos y las materias primas descontinuadas. Ahora bien, la capacidad total de almacenamiento se proyecta incrementar en un 29 % después de hacer los cambios sugeridos.

5.1.1.4 Equipo responsable de la implementación

La lista de tareas claves y los responsables de la ejecución para garantizar el éxito de esta propuesta, se detalla en la tabla 5.6:

Tabla 5.6. Tareas y responsables de la ejecución de la propuesta 1

Número de tarea	Tarea claves	Responsable
1	Implementación de procedimientos de gestión de materias primas y producto terminado.	Jefe de producción
2	Inclusión de procedimientos al sistema de gestión y capacitación al equipo de bodega.	Jefe de producción
3	Implementar políticas de inventario para materias primas y productos terminados.	Jefe de bodegas
4	Análisis de proveedores actuales y apertura de nuevos proveedores de contingencia.	Jefe de bodega
5	Implementar las metodologías ABC, PEPS, control de plagas y 5S en bodega.	Supervisor de bodega
6	Reacomodo de materias primas y producto terminado sugerido dentro de la nueva distribución de planta de bodegas.	Supervisor de bodegas
7	Implementación de un proceso de conciliación de inventarios.	Jefe y supervisor de bodega

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.1.2 Propuesta 2. Implementación de un manual de gestión de mantenimiento de equipos en Sweetwell Zona Franca

5.1.2.1 Situación actual

El objetivo primordial de esta propuesta de mejora es diseñar un manual de gestión de mantenimiento que permita mejorar de forma integral las condiciones de funcionamiento actuales de los equipos de producción.

El manual incluye un plan de mantenimiento anual y abarca desde levantar un inventario de equipos, identificar los repuestos necesarios por equipos para cumplir con los planes de

mantenimiento preventivo hasta determinar las necesidades de capacitación de los operadores para que puedan desarrollar de mejor manera sus tareas a la hora de operar un equipo.

Dentro de este estudio, los fallos relacionados al mantenimiento restan un total del 19,6 % al indicador OEE y, por ende, capacidad de producción.

5.1.2.2 Mejora propuesta

“Toda empresa, independientemente de su tamaño, es una organización formal cuya función es producir un producto o prestar un servicio a satisfacción completa de los consumidores o usuarios, y al nivel más económico” (Prando, 1996), por lo cual la propuesta de mejora planteada consiste en implementar un manual de mantenimiento de equipos que permita mitigar los impactos a nivel del entorno de mantenimiento en un 10 %.

Ahora bien, García (2003) expone que una adecuada gestión del mantenimiento debe comprender lo siguiente:

- Plan de mantenimiento.
- Gestión de los distintos tipos de mantenimiento.
- Gestión de los repuestos y materiales.
- Gestión del recurso humano.
- Gestión de la calidad.
- Gestión de la seguridad.
- Gestión de la información (indicadores).
- Gestión del cambio.

Todos los rubros anteriores se toman en cuenta para desarrollar el manual de mantenimiento de equipos, documento elaborado en conjunto con el técnico de mantenimiento de Sweetwell Zona Franca, quien muestra mucho agrado en dar este primer paso para estandarizar el proceso de mantenimiento. En la figura 5.7, se indica un extracto del manual elaborado:

Figura 5.7. Manual de mantenimiento de equipos

	<p>COD: BBBB Manual de Mantenimiento de equipos</p>	<p>Versión: 1 Página 1 de 4 Fecha emisión: XX/XX/2025</p>
---	---	---

1. OBJETIVO

Establecer un procedimiento paso a paso que permita elaborar un plan de mantenimiento de los equipos y sus requerimientos, así como de la infraestructura de Sweetwell para garantizar la continuidad del negocio.

2. ALCANCE

Los lineamientos descritos en este documento incluyen todas las operaciones que involucren el mantenimiento de equipos e infraestructura, repuestos y capacitaciones de personal en el uso correcto de los equipos que garanticen la seguridad y calidad del mantenimiento.

3. RESPONSABLES

- El encargado de mantenimiento es el responsable de cumplir los procedimientos que involucren el mantenimiento preventivo o correctivo del equipo e infraestructura.
- Es responsabilidad del personal de cada área velar por el uso adecuado de los equipos y que los operarios de máquinas realicen las actividades en las máquinas de acuerdo con lo establecido en los manuales y procedimientos de mantenimiento autónomo.

4. Definiciones

Concepto	Definición
Avería	Todo defecto en máquina que detiene por completo su funcionamiento o cause defectos de calidad en el producto

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Seguidamente, se hace un repaso de las tareas claves abordadas durante la creación del manual de mantenimiento.

A. Plan de mantenimiento

Para realizar el plan de mantenimiento de una manera integral, se desarrolla una serie de reuniones con el técnico de mantenimiento en las cuales no solo se hace énfasis en los equipos relacionados con la producción de galletas de 26 gramos, sino que se aprovecha el ejercicio y se identifica el 100 % de los equipos de la planta de producción de Sweetwell Zona Franca. Una vez terminada esta actividad, se determina la frecuencia de la atención a los equipos. En la siguiente tabla 5.7, se aprecia el resultado del inventario de equipos en Sweetwell Zona Franca y la frecuencia establecida:

Tabla 5.7. Frecuencia de mantenimiento de los equipos en Sweetwell Zona Franca

Área de producción	Equipos de producción de Sweetwell Zona Franca	Frecuencia de mantenimiento
Chocolates	Bombo grajeado # 1	Semestral
	Bombo grajeado # 2	Semestral
	Tanque de chocolate con leche (Mold d'Art) 500 kg	Semestral
	Túnel de enfriamiento	Semestral
	Temperadora Selmi	Semestral
	Temperadora # 3 (Mold d'Art 50 kg)	Semestral
	Tanque de chocolate amargo 500 kg	Semestral
	Batidora # 4 (chocolate)	Trimestral
	Cortadora de barras	Trimestral
	Banda decoración chocolates	Semestral
Empaque	Empacadora horizontal 1 (chocolates)	Trimestral
	Empacadora horizontal 2 (chococremas)	Trimestral
	Cremadora horizontal (chococremas)	Trimestral
	Empacadora vertical # 1 (pequeña)	Trimestral
	Empacadora vertical # 2 (grande) ** Desinstalada	Por definir
	Pecera hermeticidad	Bimensual
	Deshumidificadores Gudbrand	Bimensual
	Deshumidificadores pequeños	Bimensual
Polvos (edulcorantes)	Máquina Sachet	Bimensual
	Mezclador de polvos	Bimensual
Elaboración (cocina)	Horno # 1	Semestral
	Horno # 2	Semestral
	Horno # 3	Semestral
	Horno # 4	Semestral
	Batidora # 1 (cocina)	Trimestral
	Batidora # 2 (cocina)	Trimestral
	Batidora # 3 (barras)	Trimestral
	Batidora # 4 (laboratorio)	Semestral
	Batidora # 5 (laboratorio)	Semestral
	Depositadora # 1	Trimestral
	Depositadora # 2	Trimestral
	Rotativa (Rot) # 1	Trimestral
	Coches	Semestral
	Procesador	Semestral
Mermeladas	Marmitas	Semestral
	Llenadora (envasadora)	Semestral
Equipos auxiliares	Caldera	Semestral
	Compresor	Semestral
	Selladoras de bandas 1, 2 y 3	Semestral
	Carretillas (perras)	Semestral
	Filtros de agua	Trimestral
	Quemador de amaranto y extractor	Semestral
	Selladora manual (polvos)	Trimestral
	Detector de metales: motor, caja reductora, banda y estructura	Semestral
Ventiladores 1, 2, 3 y 4	Semestral	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

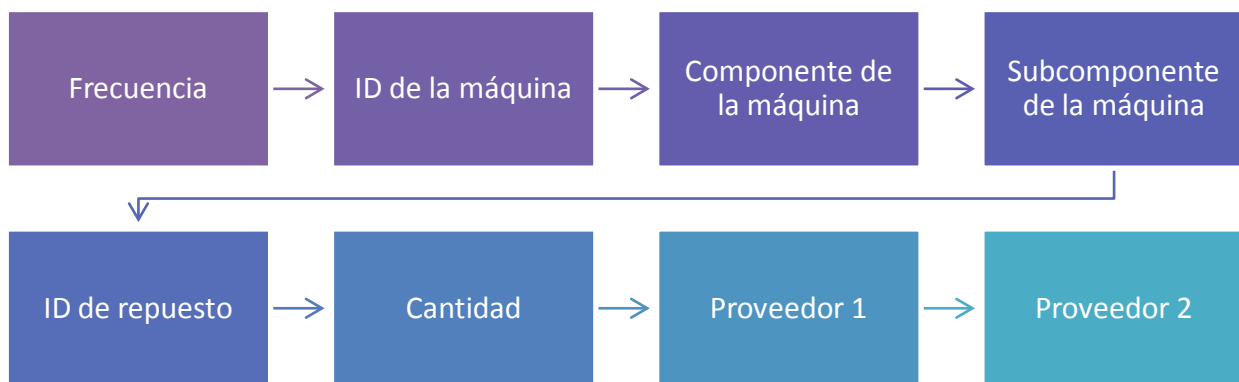
En el apéndice 1 se adjunta el cronograma oficial de mantenimientos para los equipos de Sweetwell Zona Franca.

B. Tipo de mantenimiento y gestión de repuestos

Identificados los equipos dentro de Sweetwell Zona Franca, el siguiente paso es crear un formato de “ficha técnica” para establecer las partes y repuestos por máquina, con el objetivo de levantar el inventario de los repuestos requeridos para el correcto funcionamiento y asegurar el éxito de los futuros mantenimientos preventivos.

En la figura 5.8, se detalla la información necesaria para poder llenar la ficha técnica elaborada:

Figura 5.8. Información de la ficha técnica

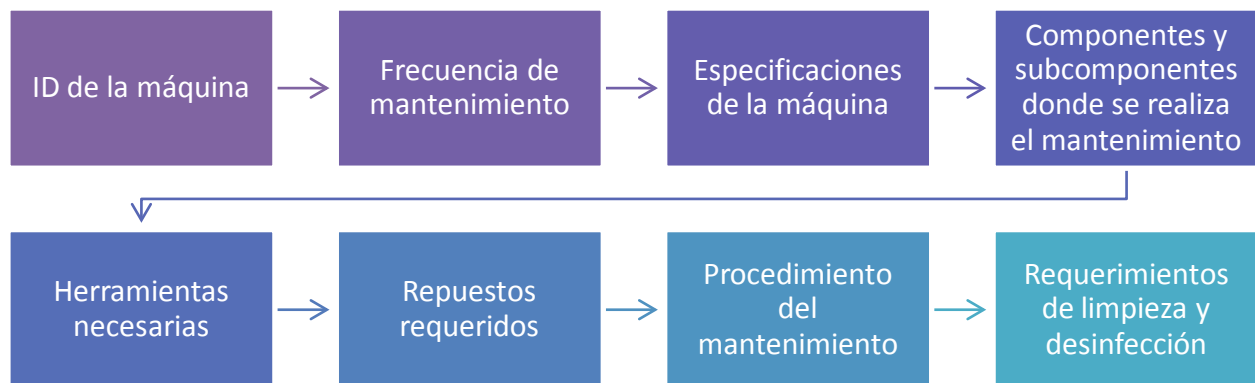


Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el apéndice 2 se adjunta un ejemplo de la ficha técnica desarrollada para los equipos de Sweetwell Zona Franca.

El siguiente paso es desarrollar el instructivo de mantenimiento preventivo. Al igual que el levantamiento del inventario de los equipos y confección de la ficha técnica, este instructivo se elabora en conjunto con el técnico de mantenimiento. Ahora bien, en cuanto a este instructivo, se detallan las tareas claves para realizar el mantenimiento por equipo, las cuales se pueden enumerar en la figura 5.9:

Figura 5.9. Pasos del instructivo de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el apéndice 3 se adjunta un ejemplo del instructivo de mantenimiento preventivo de los equipos de Sweetwell Zona Franca.

C. Gestión del recurso humano

Otro de los aspectos fundamentales aparte de tener en óptimas condiciones los equipos y contar con un *stock* de repuestos adecuado, es que el equipo esté capacitado. Los programas de capacitación deben ser permanentes, independientemente de la posición y el nivel educativo (Prando, 1996). Dentro de los objetivos de la capacitación, se deben de incluir:

- Facilidad de ejecutar con más eficiencia las tareas específicas.
- Introducir nuevas tecnologías y/o equipos.
- Introducir conceptos básicos de seguridad e higiene industrial.
- Adiestrar en el control preventivo y correctivo.

La propuesta para la gestión del recurso humano consiste en desarrollar una matriz de capacitación por empleado que le permita desarrollar sus funciones de la manera más eficiente. De esta forma, se reducen los impactos de tiempo que afectan tanto al rendimiento como a la disponibilidad de las máquinas. A efectos de este estudio, se refiere a minimizar los paros no programados en la línea de producción de galletas de 26 gramos para incrementar la capacidad de producción.

En relación con los temas de capacitación propuestos para entrenar al equipo de producción y el técnico de mantenimiento, se encuentran los siguientes:

- Mantenimiento productivo total, TPM por su abreviatura en inglés (*total productive maintenace*).
- Mantenimiento autónomo.
- Indicador OEE.
- Cinco eses (5S).
- Calidad total.
- El candado y etiquetado LOTO (*lockout/tagout*).
- Limpieza y desinfección.

En la tabla 5.8 se muestra la matriz de capacitación diseñada para capacitar al equipo de producción de Sweetwell Zona Franca. Esta se entrega al gerente de recursos humanos para su seguimiento:

Tabla 5.8. Cronograma de capacitación para los colaboradores en Sweetwell Zona Franca

Generalidades de la capacitación							Cronograma de capacitación				
No.	Nombre de la capacitación	Objetivo de la capacitación	Área	Total de personas	Personal presente	Porcentaje de asistencia	Fecha de capacitación	Fecha realizada	Instructor	Horas de capacitación	Evaluación de la capacitación
1	TPM	El objetivo principal del mantenimiento productivo total (TPM) es aumentar la productividad de los activos de una empresa.	Producción, Mantenimiento, Bodega y Calidad.	23	0	0 %					
2	Mantenimiento autónomo	Mejorar la disponibilidad de las máquinas, reducir los costos de mantenimiento y evitar accidentes.	Producción, Mantenimiento, Bodega y Calidad.	23	0	0 %					
3	Indicador OEE	Medir y mejorar la eficiencia y el rendimiento de los equipos.	Producción, Mantenimiento, Bodega y Calidad.	23	0	0 %					
4	Cinco eses (5S)	Crear un ambiente de trabajo ordenado, limpio, seguro y eficiente.	Producción, Mantenimiento, Bodega y Calidad.	23	0	0 %					
5	Calidad total	Satisfacer las expectativas de los clientes y de todos los grupos de interés de una organización.	Producción, Mantenimiento, Bodega y Calidad.	23	0	0 %					
6	LOTO	Proteger a los trabajadores de la energía peligrosa de las máquinas y equipos.	Producción, Mantenimiento, Bodega y Calidad.	23	0	0 %					
7	Limpieza y desinfección	Eliminar la suciedad y reducir la carga microbiana para garantizar inocuidad.	Producción, Mantenimiento, Bodega y Calidad.	23	0	0 %					

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el cronograma anterior, se detalla el plan de capacitación levantado para el equipo de producción, en total son 7 temas relacionados al mantenimiento. Adicional, la tabla contiene información para determinar la estadística de participación, detalla las fechas y horas, quién capacita, y finaliza con una breve evaluación de la capacitación que tiene como nota mínima de aprobación un 70 %.

5.1.2.3 Beneficio económico y/o productivo de la mejora

Implementar un manual de gestión de mantenimiento de equipos dentro de la bodega de Sweetwell Zona Franca pretende reducir en un 10 % el impacto en la disponibilidad y rendimiento dentro del indicador de OEE e incrementar la capacidad de producción.

Los beneficios económicos y/o productivos de esta implementación no solo son visibles en el indicador de OEE, también los costos de operación se benefician por la reducción de tiempos del paro no programado.

A nivel del indicador de OEE, se encuentra la siguiente tabla 5.9, en la que se aprecia la mejora del indicador según sea la mejora proyectada:

Tabla 5.9. Mejora proyectada en el indicador OEE por mejoras en el mantenimiento

Mejora proyectada	Línea	Porcentaje de disponibilidad	Porcentaje de rendimiento	Porcentaje de calidad	Porcentaje de OEE	Porcentaje de mejora
0 %	Empaque	86,66 %	56,65 %	98,37 %	48,29 %	0 %
	Elaboración	82,36 %	91,68 %	99,31 %	74,98 %	0 %
	General	71,37 %	51,94 %	97,69 %	36,21 %	0 %
5 %	Línea de empaque	87,12 %	56,72 %	98,37 %	48,61 %	0,32 %
	Línea de elaboración	82,97 %	91,75 %	99,31 %	75,61 %	0,63 %
	Línea de producción	72,29 %	52,05 %	97,69 %	36,76 %	0,55 %
10 %	Línea de empaque	87,59 %	56,80 %	98,37 %	48,94 %	0,65 %
	Línea de elaboración	83,59 %	91,83 %	99,31 %	76,24 %	1,25 %
	Línea de producción	73,22 %	52,16 %	97,70 %	37,31 %	1,10 %
15 %	Línea de empaque	88,06 %	56,87 %	98,37 %	49,26 %	0,97 %
	Línea de elaboración	84,21 %	91,91 %	99,31 %	76,87 %	1,88 %
	Línea de producción	74,15 %	52,27 %	97,70 %	37,87 %	1,66 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se establece un 10 % como objetivo de mejora en la propuesta; así, como se aprecia en la tabla anterior, el porcentaje de OEE pasa de un 36,21 % a un 37,31 %, mejorando en un 1,1 %.

Los costos de operación también se benefician, ya que con esta mejora se pueden reducir los tiempos de inactividad de la máquina en 219 minutos. Estos minutos equivalen a un ahorro de ¢ 131 214,50, como se muestra en la tabla 5.10:

Tabla 5.10. Mejora proyectada en el indicador OEE por mejoras en el mantenimiento

Cant. operadores	Costo/min	Costo total/min	Porcentaje de mejora disponibilidad y rendimiento	Pérdida de tiempo (min)	Reducción de pérdida (min)	Cantidad de producciones por mes	Monto de ahorro
5	¢ 29,92	¢ 149,58	0 %	3782,0	0	4	¢ -
5	¢ 29,92	¢ 149,58	5 %	3672,4	109,65	4	¢ 65 607,25
5	¢ 29,92	¢ 149,58	10 %	3562,7	219,3	4	¢ 131 214,50
5	¢ 29,92	¢ 149,58	15 %	3453,0	329,0	4	¢ 196 851,67

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.1.2.4 Equipo responsable de la implementación

Con el propósito de garantizar el éxito de esta propuesta, se detalla la lista de tareas claves y responsables de la ejecución en la tabla 5.11:

Tabla 5.11. Tareas y responsables de la ejecución de la propuesta 2

Número de tarea	Tarea claves	Responsable
1	Implementación del manual de mantenimiento de equipos.	Jefe de producción
2	Inclusión del cronograma de mantenimiento de equipos en el sistema de gestión.	Jefe de producción
3	Ejecución del cronograma de mantenimiento.	Técnico de mantenimiento
4	Levantamiento de las fichas técnicas de los equipos de producción.	Técnico de mantenimiento
5	Actualización de las fichas técnicas en el sistema de gestión.	Jefe de producción
6	Desarrollo de los instructivos de mantenimiento por equipos.	Jefe de producción y técnico en mantenimiento
7	Incluir el plan de capacitación de mantenimiento dentro del sistema de gestión.	Gerente de recursos humanos
8	Seguimiento del plan de capacitación.	Jefe de producción

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.1.3 Propuesta 3. Fabricación de 2 piezas de transición para los cargadores de galletas a la máquina de empaque horizontal

5.1.3.1 Situación actual

El objetivo de la propuesta de mejora es reducir la pérdida de rendimiento por la reducción de velocidad en la máquina horizontal de empaque de galletas de 26 gramos en un 20,1 %. En la actualidad la velocidad reducida representa el 60,4 % de las pérdidas que afectan al indicador OEE y la capacidad de producción de la línea, según los análisis de Pareto hechos en el capítulo IV.

En la actualidad la velocidad de empaque en la que se programa la máquina de galletas es de 55 paquetes por minuto de los 90 paquetes por minuto que está en facultad de entregar. La problemática radica en que la máquina no cuenta con un sistema de alimentación automática o semiautomática, el cual permita incrementar la velocidad sin afectar la seguridad de los operarios y mantener o disminuir el desperdicio. Al respecto, en la actualidad se requieren 2 operarios para alimentar la máquina. En la figura 5.10 se aprecia el método de carga actual:

Figura 5.10. Alimentación manual de las galletas de 26 gramos



Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

Cuando se aumenta la velocidad de la máquina, comienza a incrementarse el desperdicio por paquetes incompletos y lo que los operadores denominan paquetes majados. En la figura 5.11 se observa el paquete majado:

Figura 5.11. Ejemplo de un paquete majado



Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

En el apartado 4.2.5.2, “Análisis de desperdicio en la línea de empaque”, se realizan varios análisis de regresión que sustentan esta aseveración. Los resultados indican que al incrementar la velocidad de empaque, también aumentan los desperdicios y los problemas de calidad.

5.1.3.2 Mejora propuesta

La mejora propuesta para disminuir el impacto por la velocidad reducida contempla pasar de una alimentación manual a una semiautomática al aprovechar que Sweetwell Zona Franca tiene 2 cargadores de galletas sin uso dentro de sus equipos de producción. Estos cargadores se utilizaban para colocar una variante de galletas que la empresa discontinuó. Por lo tanto, estos equipos en la actualidad no agregan nada de valor al departamento, más bien quitan espacio y provocan suciedad por acumulación de polvo.

Los cargadores en este momento no pueden aprovecharse porque no se posee una transición que permita colocar la galleta en la banda de alimentación de la máquina horizontal de empaque, como se aprecia en la figura 5.12:

Figura 5.12. Cargadores de galletas en desuso



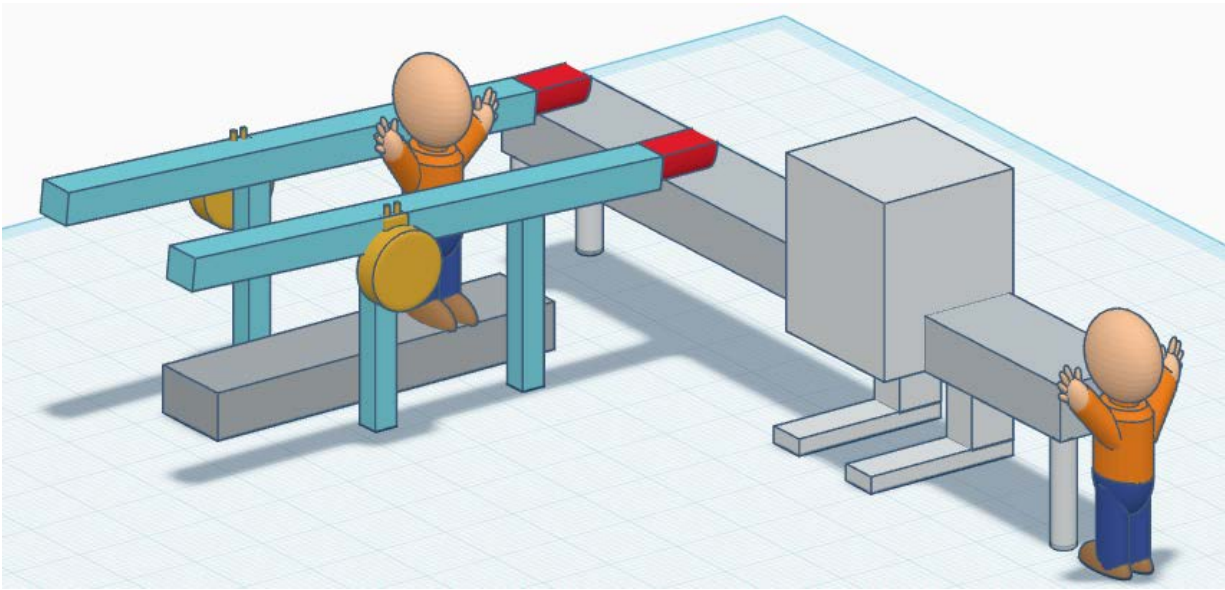
Fuente: Sweetwell Zona Franca, 2025.

Por consiguiente, la propuesta de fabricar 2 transiciones que permitan alimentar la galleta desde los cargadores a la banda es 100 % factible.

El proceso de visita por parte del proveedor MP ENGINEERING, S. A. para la toma de medidas y otros criterios técnicos se lleva a cabo durante el mes de setiembre del 2024. La cotización número 103 ya está generada por parte del proveedor y tiene un costo de ₡ 736 000 y ₡ 368 000 por cada cargador.

En el anexo 1 se aprecia la cotización suministrada. En la figura 5.13 se adjunta la propuesta de instalación de los cargadores con las transiciones:

Figura 5.13. Mejora propuesta para la alimentación de galletas en la máquina



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la figura anterior se ilustran en celeste los 2 cargadores en desuso actual y cuál sería su nuevo uso. Por otro lado, las transiciones propuestas se resaltan en color rojo.

5.1.3.3 Beneficio económico y/o productivo de la mejora

Los beneficios obtenidos una vez ejecutada esta propuesta de mejora se dividen en beneficios de utilización de la máquina, que también son visibles dentro del indicador de OEE, y beneficios a nivel económico.

En la tabla 5.12 se detalla el incremento a nivel de utilización de la máquina según sea el factor de la velocidad:

Tabla 5.12. Utilización de la máquina por velocidad

Velocidad teórica	Velocidad meta	Porcentaje de utilización	Porcentaje de mejora
90	55	61,11 %	0 %
90	60	66,67 %	5,56 %
90	65	72,22 %	11,11 %
90	70	77,78 %	16,67 %
90	75	83,33 %	22,22 %
90	80	88,89 %	27,78 %
90	85	94,44 %	33,33 %
90	90	100,00 %	38,89 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La velocidad meta establecida para este estudio es de 75 paquetes por minuto, por lo cual se obtiene una mejora del 22,22 % en la utilización de la máquina. Las mejoras proyectadas para el indicador OEE en el área de empaque en cuanto al factor de rendimiento se establecen igualmente con una velocidad de trabajo de 75 paquetes por minuto.

En la tabla 5.13 se muestra la proyección de la mejora del indicador de rendimiento por cada aumento en la velocidad:

Tabla 5.13. Mejora en el porcentaje de OEE por aumento de la velocidad

Velocidad	Porcentaje de rendimiento	Porcentaje de mejora rendimiento	Porcentaje de disponibilidad	Porcentaje de calidad	Porcentaje de OEE	Porcentaje de mejora
55	56,65 %	0 %	86,66 %	98,37 %	48,29 %	0 %
60	61,44 %	4,79 %	86,66 %	98,37 %	52,38 %	4,08 %
65	66,56 %	9,91 %	86,66 %	98,37 %	56,74 %	8,45 %
70	71,68 %	15,03 %	86,66 %	98,37 %	61,10 %	12,81 %
75	76,81 %	20,15 %	86,66 %	98,37 %	65,47 %	17,18 %
80	81,93 %	25,27 %	86,66 %	98,37 %	69,83 %	21,54 %
85	87,05 %	30,39 %	86,66 %	98,37 %	74,20 %	25,91 %
90	92,17 %	35,51 %	86,66 %	98,37 %	78,56 %	30,27 %

Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con la tabla anterior, la mejora del indicador de rendimiento, al pasar de 55 paquetes por minuto a 75 paquetes por minuto, es de un 20,15 %, lo que a su vez mejora el porcentaje de

OEE de un 48,29 % a un 65,47 %; o sea, la mejora es de un 17,18 % para la línea de empaque de galletas de 26 gramos.

A nivel del beneficio económico, el efecto de mejora se mantiene, como se aprecia en la tabla 5.14:

Tabla 5.14. Mejora económica de la propuesta

Cant. operadores	Costo/min	Costo total/min	Porcentaje rendimiento OEE	Porcentaje de mejora rendimiento OEE	Tiempo improductivo (min)	Cant. de producciones por mes	Total	Monto de mejora
6	₡ 29,92	₡ 179,50	56,65 %	0,00 %	1350	4	₡ 969 300,00	₡ -
4	₡ 29,92	₡ 119,67	56,65 %	0,00 %	1350	4	₡ 646 200,00	₡ 323 100,00
4	₡ 29,92	₡ 119,67	76,81 %	20,15 %	1078	4	₡ 516 002,67	₡ 453 297,33

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla 5.14 de la mejora económica, se identifican 2 variables por analizar. La primera es que en la actualidad la línea de empaque de galletas de 26 gramos opera con una cantidad de 6 colaboradores. Al implementar la propuesta de mejora, el objetivo es reducir esta cantidad a 4 operadores, por ende, el costo de operación disminuiría en ₡ 323 100 mensuales.

La segunda variable es que después de la implementación de la propuesta, el tiempo improductivo de la línea disminuiría de 1350 minutos a 1078 minutos, una reducción de 272 minutos, equivalentes a 20,15 % de mejora. Sumando ambas variables, se concluye que el monto de mejora al reducir 2 plazas más la mejora del rendimiento es de ₡ 453 297 mensuales.

5.1.3.4 Equipo responsable de la implementación

El equipo responsable de llevar a cabo la implementación de esta propuesta de mejora número 2 se aprecia en la tabla 5.15:

Tabla 5.15. Tareas y responsables de la ejecución de la propuesta 3

Número de tarea	Tarea claves	Responsable
1	Búsqueda de talleres de precisión interesados en cotizar el trabajo de mejora.	Técnico de mantenimiento
2	Coordinación de visita a talleres de precisión.	Técnico de mantenimiento
3	Recepción de las cotizaciones, análisis y selección del proveedor.	Jefe de producción
4	Búsqueda de la aprobación de compra de las transiciones de los cargadores.	Jefe de producción
5	Realizar la orden de compra.	Jefe de bodega
6	Recepción e implementación de la mejora mecánica en los cargadores.	Técnico de mantenimiento
7	Revisión y análisis de los resultados de la mejora implementada.	Jefe de producción, técnico de mantenimiento y Calidad

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.2 CONTROLAR

Para mantener bajo control el proyecto de mejora del aumento de la capacidad de producción en las galletas de 26 gramos, se propone utilizar las siguientes herramientas de control:

- Indicador OEE (*overall equipment effectiveness*).
- Reporte de cumplimiento del cronograma de mantenimiento.
- Diagrama de Gantt.

5.2.1 Indicador OEE

Con el propósito de dar seguimiento al desempeño de la eficiencia y capacidad productiva en la línea de producción de galletas de 26 gramos, se desarrolla el reporte del indicador OEE y se diseña una herramienta en Excel como primer paso. El objetivo es que los datos almacenados en este archivo sirvan para cargar en un corto plazo un reporte de Power BI, con la intención de hacer más visible e interactiva la información. Este queda como un pendiente de seguimiento del proyecto y está dentro de las herramientas de control.

En la actualidad, con la herramienta en Excel, se calcula el indicador de OEE que sirve como insumo para realizar los análisis del capítulo IV y elaborar las propuestas dentro de este mismo capítulo V. Mediante esta herramienta se les da seguimiento a los factores que componen la OEE de forma individual; así, se tiene información acerca de la disponibilidad, rendimiento y calidad para el área de elaboración y empaque de galletas de 26 gramos.

En cuanto a este control, en primera instancia se implementa un levantamiento de los paros que afectan durante la producción, después se clasifican como “paros programados” y “no programados”, y este último se clasifica por tipo de pérdida, por ejemplo: averías-paradas no planeadas, *setup* y ajustes y paradas menores, etc. Esta actividad se finaliza con la creación del listado de control de paros, tanto para el área de elaboración como para el área de empaque de galletas, que se encuentra en los apéndices 4 y 5 respectivamente.

Este listado de control de paros es el insumo vital para que los operadores del proceso puedan llenar el registro de producción–elaboración y el registro de producción–máquina horizontal-galletas de 26 gramos. Estos documentos son llenados por los operadores de producción en el transcurso de la operación para identificar los paros que se presenten durante la producción de la galleta de 26 gramos. Aquí los operadores colocan la información necesaria para poder calcular el indicador de OEE. Estos documentos se pueden observar en los apéndices 6 y 7 respectivamente. Al finalizar la jornada de trabajo, los operadores deben colocar el documento dentro de la oficina de producción. Después, el supervisor de producción es el responsable de procesar la información al día siguiente introduciéndola en el archivo de cálculo diseñado para obtener el resultado del indicador de OEE. En la figura 5.14 se aprecia parte del archivo de cálculo donde se introduce la información:

Figura 5.14. Archivo de registro de los paros de elaboración y empaque

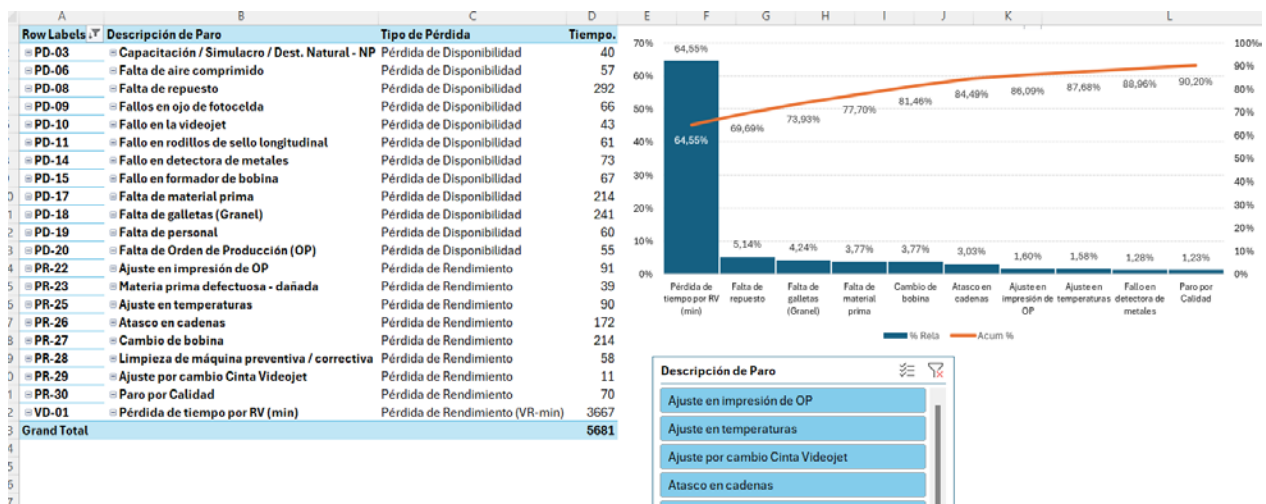
Orden Producción	Fecha	# Semana	Día	Mes	Tiempo Máximo Producción	Código	Descripción de Paro	Tiempo
OP00014549	13/1/2025	3	lunes	enero	600	VD-03	Cantidad Granel Planeado	150
OP00014549	13/1/2025	3	lunes	enero	600	VD-04	Cantidad Granel Producido	150
OP00014549	13/1/2025	3	lunes	enero	600	ND-03	Recepción & Inspección Materia Prima	25
OP00014549	13/1/2025	3	lunes	enero	600	ND	No Demanda	180
OP00014549	13/1/2025	3	lunes	enero	600	PR-28	Limpieza de máquina preventiva / correcti	10
OP00014549	13/1/2025	3	lunes	enero	600	PR-30	Paro por Calidad	5
OP00014549	13/1/2025	3	lunes	enero	600	PC-35	Cantidad de desperdicio-Mezcla	0,4
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	ND-01	Limpieza de máquina (pre / pos-operativo)	60
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	ND-02	Tiempo de almuerzo y/o café	60
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	VD-02	Tiempo Programado	275
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	VD-03	Cantidad Granel Planeado	200
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	VD-04	Cantidad Granel Producido	200
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	ND-03	Recepción & Inspección Materia Prima	25
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	ND	No Demanda	180
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	PD-17	Falta de material prima	8
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	PD-29	Falta de material prima Contaminada	37
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	PR-30	Paro por Calidad	8
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	PR-33	Ajuste en Bandas de ROT	8
OP00014555	14/1/2025	3	martes	enero	baqui 600	PC-35	Cantidad de desperdicio-Mezcla	1,23

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Este archivo aplica tanto para el proceso de elaboración como de empaque. Al respecto, se observa que el archivo contiene información como la orden de producción, la fecha de producción y el tiempo máximo de producción según el día de la semana. También, se encuentra el código de paro y su descripción y, por último, el tiempo del paro como tal.

Terminado este proceso, el paso siguiente es refrescar varias tablas pivote para obtener los resultados de Pareto que ayudan a identificar los principales fallos para su análisis y seguimiento. En la figura 5.15 se muestra parte del reporte en el cual se aprecia el Pareto por tipo de fallo:

Figura 5.15. Reporte del Pareto por tipo de fallo



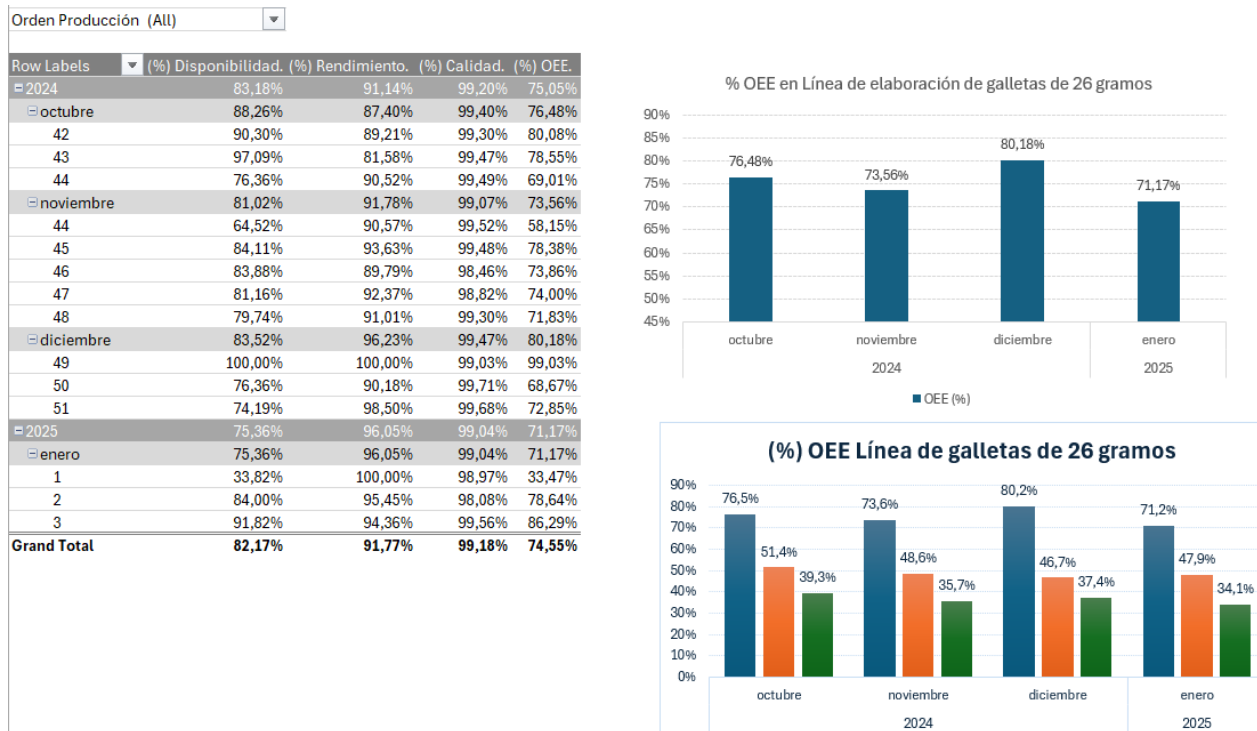
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Cabe resaltar que estos tipos de análisis de Pareto están disponibles para los procesos de elaboración y empaque.

Finalmente, se vuelve a refrescar otra tabla pivote con la intención de obtener el resultado final de OEE para la línea de producción y el resultado de OEE general para la línea de producción de galletas de 26 gramos.

En la figura 5.16 se encuentra el reporte con el resultado final para el indicador de OEE:

Figura 5.16. Reporte general de OEE



Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.2.2 Indicador de cumplimiento de la gestión de mantenimiento

De acuerdo con el capítulo IV, los paros no programados por concepto de mantenimiento impactan en un 16,6 % al indicador de OEE. Ahora bien, para medir la efectividad del cronograma planteado, se elabora un reporte de seguimiento al cumplimiento del plan de mantenimiento.

Este reporte es muy sencillo, toma como base el mismo cronograma con las fechas estipuladas para el mantenimiento del equipo y se le incluye una casilla en la cual se coloca una “x” si el plan de mantenimiento se ejecuta en la fecha planeada. En la figura 5.17 se aprecia una imagen recortada del plan y el reporte de cumplimiento del plan de mantenimiento:

Figura 5.17. Cronograma del cumplimiento del plan de mantenimiento



Plan Mantenimiento Preventivo Fecha emisión: XX / XX / 2025

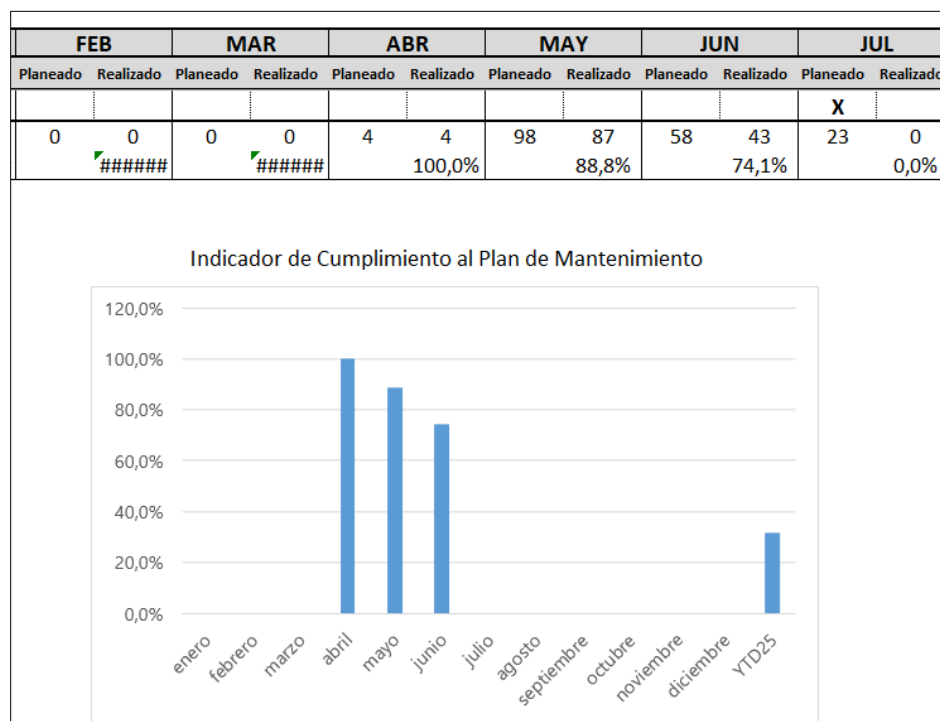
Mes Equipos	Área de Chocolates	Frecuencia	MAY		JUN		JUL	
			Planeado	Realizado	Planeado	Realizado	Planeado	Realizado
Bombo Grajeado #1	Mecánico	Semestral	X					
	Eléctrico		X					
	Pintura/Estado físico		X					
	Lubricación		X					
Bombo Grajeado #2	Mecánico	Semestral	X					
	Eléctrico		X					
	Pintura/Estado físico		X					
	Lubricación		X					
Tanque de Chocolate con Leche (Mold d`Art) 500kg	Mecánico	Semestral			X			
	Eléctrico				X			
	Pintura/Estado físico				X			
	Lubricación				X			
Túnel de Enfriamiento	Mecánico	Semestral					X	
	Eléctrico						X	
	Pintura/Estado físico						X	
	Lubricación					X		
	Limpieza profunda	Trimestral					X	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Según la figura anterior, la primera columna detalla el equipo de producción por intervenir, en la segunda columna se observa el tipo de mantenimiento por ejecutar y en la tercera columna se encuentra la frecuencia de realización del mantenimiento. El resto de las columnas hacia la derecha establecen el mes de calendarización de los mantenimientos. Además, en cada mes hay dos casillas, la primera establece el mes de programación y la otra casilla confirma la ejecución del mantenimiento.

En la parte inferior del reporte se observa una pequeña métrica con su gráfico respectivo del avance en el cumplimiento del cronograma de mantenimiento. En la figura 5.18 se expone el resultado del indicador de cumplimiento por mes:

Figura 5.18. Reporte del cumplimiento del plan de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El método de cálculo es muy simple:

$$\text{Cumplimiento plan de mantenimiento} = \frac{\text{Cantidad de mantenimientos realizados}}{\text{Cantidad de mantenimientos planeados}} \times 100$$

5.2.3 Diagrama de Gantt del proyecto

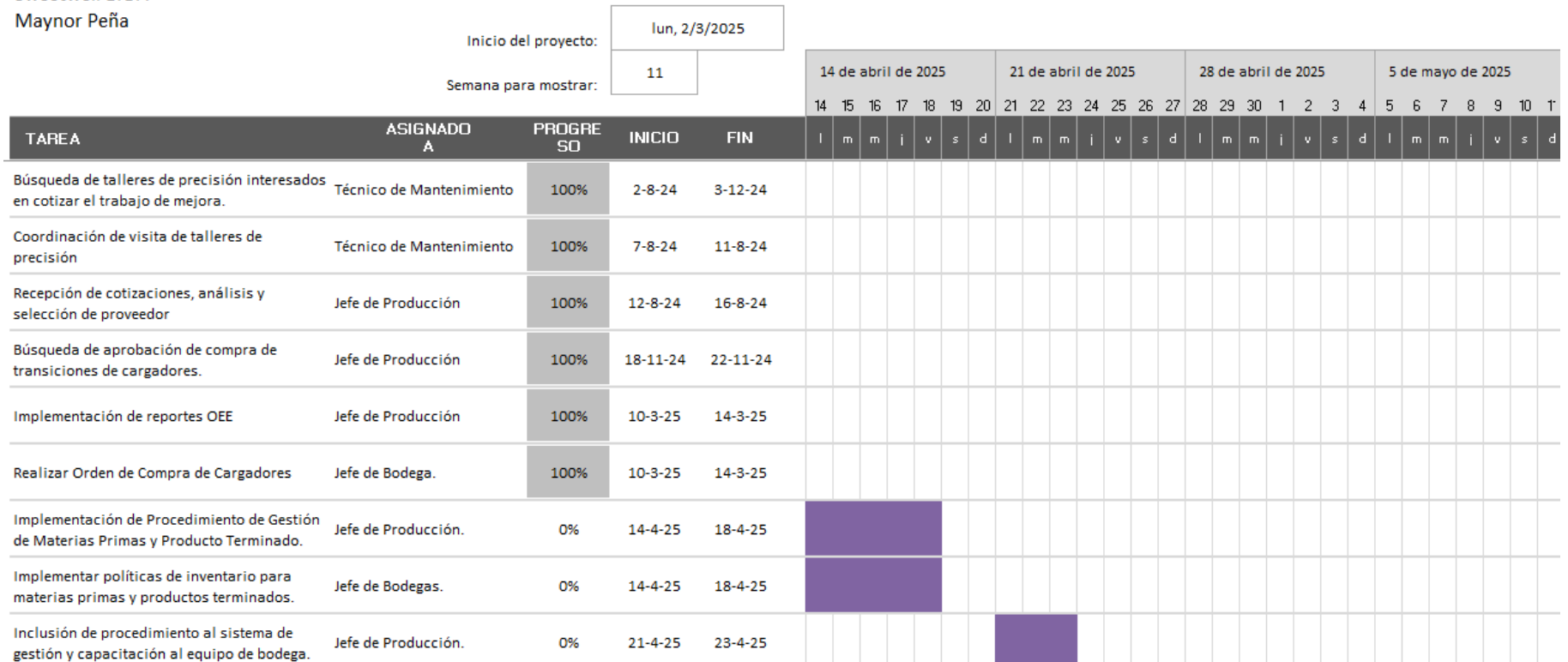
Mediante esta herramienta de gestión de proyectos, se recoge la planificación de la implementación de estas propuestas, con la finalidad de establecer un orden de prioridad para la aplicación, ejecución, control y seguimiento de las mismas.

En las figuras 5.19, 5.20 y 5.21 se observan los diagramas de Gantt de las actividades a las cuales se les debe dar seguimiento para la implementación exitosa del presente estudio:

Figura 5.19. Diagrama de Gantt del proyecto, parte 1

Aumento en Capacidad de producción en Línea de Galletas 26 g

Sweetwell LTDA
Maynor Peña

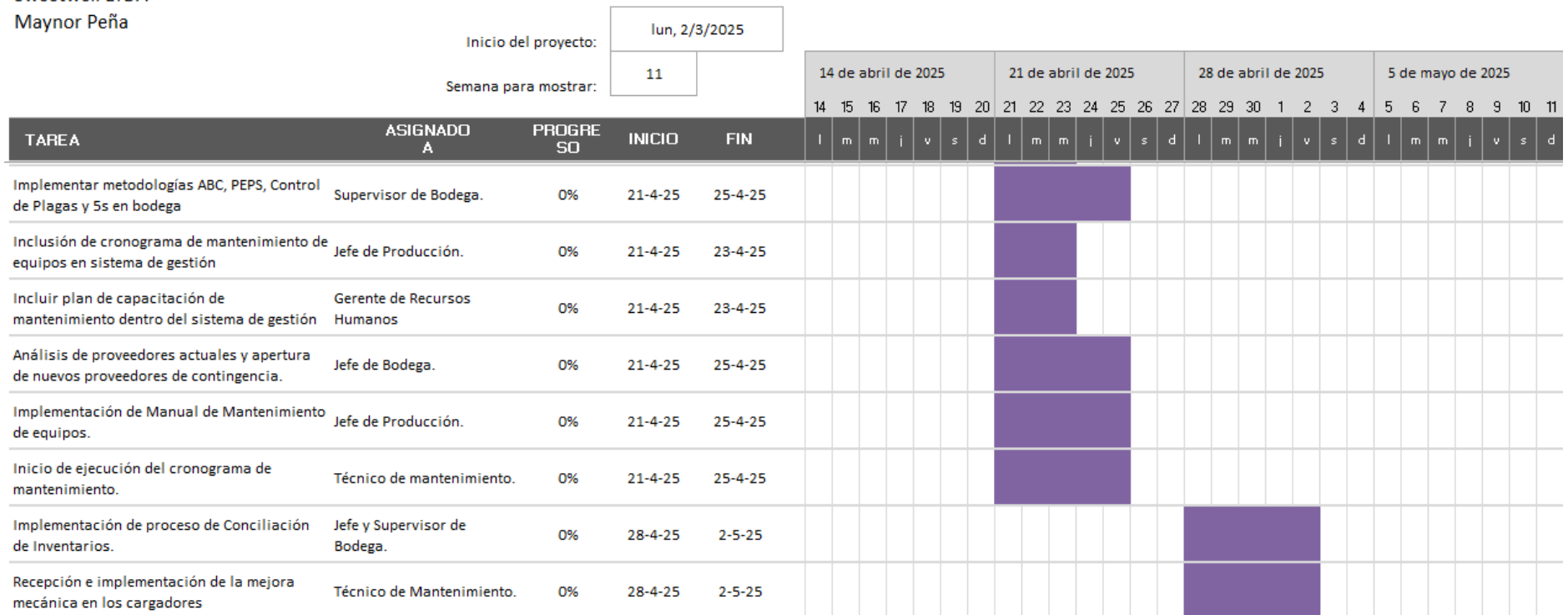


Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 5.20. Diagrama de Gantt del proyecto, parte 2

Aumento en Capacidad de producción en Línea de Galletas 26 g

Sweetwell LTDA
Maynor Peña



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con el diagrama de Gantt, las actividades a las que se les debe dar seguimiento son las relacionadas a las propuestas de mejora. Estas fechas se definen en varias sesiones, en una de estas participa el jefe y la supervisora de bodega, aquí se definen las fechas para llevar a cabo lo vinculado a la propuesta de implementación del Procedimiento de Gestión de Inventarios de Materias Primas en la bodega de Sweetwell Zona Franca.

En otra sesión, en conjunto con la supervisora de producción y el técnico de mantenimiento, se definen las fechas para todo lo asociado con la propuesta de implementación del manual de gestión de mantenimiento de equipos en Sweetwell Zona Franca.

Otra sesión relevante es definir con la gerencia la aprobación de la compra de las transiciones de los cargadores a la máquina de empaque de galletas. Para esta actividad, ya se cuenta con una cotización y se requiere solo la aprobación del monto para iniciar con la confección de las transiciones y con la mejora proyectada para recibir los réditos esperados.

5.2.4 Retorno de la inversión (ROI)

Westreicher (2020) define el retorno de la inversión (ROI) como un indicador que permite evaluar la rentabilidad de una inversión con base en el capital destinado y el beneficio obtenido. La fórmula del ROI es la siguiente:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Costos de Implementación}}{\text{Ahorros Obtenidos}}$$

En la tabla 5.16 se aprecia el cálculo del ROI y su resultado:

Tabla 5.16. Cálculo del retorno de la inversión (ROI)

Costo de la implementación		
Propuesta de mejora	Descripción de la actividad	Monto
3	Fabricación de las transiciones para los cargadores de galletas de 26 gramos.	₪ 736 000,00
Monto de ahorros obtenidos		
Propuesta de mejora	Descripción de la actividad	Monto
1	Monto de ahorro por la mejora de disponibilidad.	₪ 158 319,00
2	Mejora proyectada en el indicador OEE por mejoras en el mantenimiento.	₪ 131 214,50
3	Mejora en el rendimiento por la disminución de la velocidad reducida en la máquina de empaque.	₪ 453 297,00
	Total:	₪ 742 830,50
	Costo de implementación/ahorros obtenidos (meses)	0,99

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como se observa en la tabla anterior, el resultado de dividir los costos de implementación entre los ahorros presupuestados es de 0,99 meses, es decir, el proyecto es 100 % factible porque en 1 mes de trabajo los ahorros recuperarían los costos de implementación. De ahí en adelante Sweetwell Zona Franca se beneficiaría de la capacidad de producción de las galletas de 26 gramos.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio en la línea de producción de galletas de 26 gramos en la empresa Sweetwell Zona Franca.

Conclusiones

- El haber seleccionado la metodología DMAIC para realizar el estudio fue una estrategia acertada porque brindó métodos organizados y sistemáticos para determinar los factores que afectan la capacidad de producción en la línea de producción de galletas de 26 gramos.
- Después de llevar a cabo los análisis FODA y la matriz de estrategias, se concluyó que la visión de la alta gerencia para mejorar la situación actual comparte hallazgos e ideas que propusieron los colaboradores durante los ejercicios para los análisis de resultados. Al respecto, proporcionar espacios para las capacitaciones técnicas y operativas es clave de éxito. Disminuir al máximo los tiempos improductivos por ineficiencias en la gestión de compra de materiales y procesos específicos de la gestión de bodega debe ser mandatorio. Asimismo, modernizar la planta de producción al eliminar gradualmente procesos manuales es una estrategia que Sweetwell Zona Franca debe impulsar; sobre esto, en los estudios se demostró que mejorando este apartado los resultados de la capacidad de producción y la OEE aumentaron en 36,4 % y 10,98 % respectivamente.
- Los resultados del análisis del indicador OEE arrojaron tres puntos que están afectando fuertemente la eficiencia de la línea: pérdida de tiempo por la velocidad reducida (60,4 %), falta de repuestos (8,3 %) y falta de materias primas (5,2 %).
- La principal causa de la pérdida de eficiencia por la velocidad reducida se debe a que la máquina de empaque horizontal de galletas de 26 gramos se alimenta de forma manual; en cuanto a esto, hay 2 colaboradores que deben estar colocando las galletas y, con el fin de que no se presenten problemas de seguridad ni de calidad, la máquina se programa para trabajar en 55 paquetes por minuto. La capacidad efectiva de la máquina es de 90 paquetes por minuto, por lo tanto, se pierden 35 paquetes por minuto, lo que afecta la eficiencia de la máquina de empaque y provoca una restricción.
- Se encontraron deficiencias en la gestión del mantenimiento, desde ausencia de repuestos, falta de mantenimiento de los equipos de producción hasta ausencia de instructivos y

manuales de los equipos. La falta de capacitación de los operadores y hasta del mismo técnico de mantenimiento fue evidente, por lo cual se formuló la propuesta de capacitación para el equipo en aspectos claves del mantenimiento.

- Dentro de los análisis, la falta de materia prima aportó un 5,2 %. Relacionado a esto, una revisión más profunda del entorno de la bodega permitió identificar que no hay procedimientos establecidos durante la recepción de materiales. Simultáneamente, en la misma tarea se comprobó que no hay revisiones de calidad, esto maximiza los focos de infestación; este problema no estuvo dentro del top de hallazgos, pero sí obtuvo un 2,4 % de participación. De igual modo, las diferencias de inventario fueron causas de paros no programados. Referente a esto, durante las revisiones se logró determinar que no hay un método establecido de conciliación de inventarios, lo que genera atrasos a la hora de girar las órdenes de producción y percatarse de que no existe materia prima.
- El estudio arrojó que al enfocarse en mejorar el factor de rendimiento dentro del indicador OEE, específicamente en la velocidad reducida, la proyección de mejora en la utilización subió en un 36,4 % y la OEE en un 10,98 %, así como la OEE general pasó de 36,21 % a 47,19 %, todavía un resultado por debajo de las empresas regulares; este efecto sucedió al ser una multiplicación de 2 factores porcentuales. Para poder superar el 64 %, ambos procesos de elaboración y empaque deben superar el 80 % de OEE individual.

Recomendaciones

- Mediante el análisis FODA y la matriz de estrategias, aparte de las tareas vinculadas a mejorar la eficiencia y utilización de la máquina, surgieron varias estrategias con un enfoque más comercial, por ejemplo: desarrollar productos innovadores, además de fortalecer y mejorar la relación con los socios comerciales. Se recomienda a la alta gerencia tomarlas en consideración y elaborar planes de trabajo para cosechar mayores réditos, uno de ellos es incrementar el volumen de ventas dentro de la organización.
- Identificar los equipos de proceso y materias primas en desuso y proceder con el inicio de su venta o destrucción para optimizar el espacio dentro de la empresa, y mejorar aspectos como el flujos de procesos y 5S.

- Buscar otro sitio de almacenaje para los 2 hornos que no se encuentran trabajando, este espacio sería de gran utilidad para mejorar el flujo de proceso y recorrido de las galletas de 26 gramos, como se mostró en el diagrama de recorrido.
- Una vez depurado y cerrado el indicador OEE para la línea de producción de galletas de 26 gramos, se sugiere implementar de forma gradual el indicador en el resto de las líneas de producción de la empresa, con el propósito de lograr obtener en un corto y mediano plazo un indicador de OEE para toda la planta de producción de Sweetwell Zona Franca.
- No programar galletas de 26 gramos los viernes sin antes hacer las mejoras propuestas. Este día cuenta con 120 minutos menos que la jornada normal de lunes a jueves y, por el tiempo de inactividad actual, procesar galletas los viernes no es eficiente.
- Elaborar indicadores complementarios al indicador OEE y el cronograma de mantenimiento, por ejemplo: “el indicador de calidad”; en cuanto a esto, el responsable del cálculo y propuestas de mejora debe ser el técnico de calidad y contempla aspectos como calidad en la recepción de materias primas y calidad final en los productos terminados. Adicional, implementar “indicadores de desperdicio y cumplimiento del plan de producción”, que estén bajo responsabilidad del equipo de supervisión de producción; al respecto, estos indicadores son importantes para medir la eficiencia de la planta y tener bajo control los costos de operación por temas relacionados al desperdicio de materias primas y productos terminados. Todos estos KPI deben revisarse en conjunto con los equipos de producción, calidad, mantenimiento y bodegas. Por último, deben ser aprobados por la Gerencia General para iniciar su distribución.
- Dentro de la matriz de estrategias, una de las estrategias defensivas es salvaguardar la integridad del régimen de zona franca, por lo cual se recomienda retomar y mantener los aspectos mínimos del cumplimiento mediante auditorías internas.
- Verificar las condiciones físicas de la materia prima durante la recepción, tal y como se describe en el paso número 3 del apartado 6.1, “Recepción de materias primas”, del Procedimiento de Gestión de Inventarios de Materias Primas, diseñado para este proyecto de mejora.
- Generar un registro de control diario para garantizar la disponibilidad del combustible diésel durante las operaciones.

- A la compañía, realizar un estudio de seguridad industrial y ergonomía para garantizar el confort de los colaboradores.

REFERENCIAS

Libros

- Barrantes, R. (2002). *Investigación: un camino al conocimiento un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. EUNED.
- Bello, D., Murrieta, F., Peralta, A., Ceballos, A. y León, J. (2022). *Aplicación del indicador OEE en una máquina despulpadora de café*. Grupo de Ediciones y Publicaciones Xalapa.
- Chiavenato, A. (2015). *Administración de recursos humanos*. McGraw Hill.
- Dessler, G. (2015). *Administración de recursos humanos*. Editorial Pearson.
- Durán, F. (2007). *Globalización: técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarias*. Universidad de Guayaquil.
- Ehrhardt, M. y Brigham, E. (2007). *Finanzas corporativas*. (2° ed.). Editorial Thomson.
- García, S. (2003). *Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial*. Ediciones Díaz de Santos.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (1991). *Metodologías de la investigación*. (6° ed.). McGraw Hill.
- Holguín, M., Escobar, A. y Buitrago, D. (2024). *Introducción al control de la calidad y seis sigma*. Editorial UTP.
- Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. (12° ed.). McGraw Hill.
- Orozco, C. H. (2007). *Análisis administrativo: técnicas y métodos*. EUNED.
- Prando, R. (1996). *Manual gestión de mantenimiento a la medida*. Editorial Piedra Santa.

Project Management Institute [PMI]. (2004). *Guía del PMBOK®. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. (3° ed.). PMI.

Tawfik, L y Chauvel, A. (1992). *Administración de la producción*. McGraw Hill.

Wayne, M. y Robert, N. (2005). *Administración de recursos humanos*. Editorial Pearson.

Proyectos de investigación

Aignerren, M. (2002). La técnica de recolección de información mediante grupos focales. *La Sociología en sus Escenarios*, (6).
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/1611>

Chanto, E. (2022). *Programa de ergonomía e iluminación para la prevención y control de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores del área de producción de Sweetwell Zona Franca LTDA*. [Proyecto de graduación de Licenciatura en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, Instituto Tecnológico de Costa Rica].
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14224>

Chaves, D. (2016). *Propuesta de plan de gestión de proyecto para la implementación del sistema OEE Toolkit en GSK, 2016*. [Proyecto de graduación de Maestría en Gerencia de Proyectos, Instituto Tecnológico de Costa Rica].
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6543/Propuesta_implementacion_sistema_oeo_toolkit_gsk.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M. y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Metodología de Investigación en Educación Médica*, 2(7), 162-167.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n7/v2n7a9.pdf>

Leitón, M. (2015). *Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de equipos (OEE) para los equipos más críticos de la planta FAS*. [Proyecto de graduación de

Licenciatura en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica].
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6107>

Rodríguez, J. (2021). *Implementación y Ventajas de un sistema de OEE para la industria de manufactura*. [Trabajo de Maestría en Sistemas de Información, EDP University of Puerto Rico]. Repositorio de la EDP University of Puerto Rico.

Rojas, B. (2011). *Elaboración de un manual descriptivo de procedimientos para las áreas de bodega y taller de la empresa Ganafloor*. [Trabajo de Bachillerato en Administración de Empresas, Instituto Tecnológico de Costa Rica].
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2834/Elaboraci%20de%20un%20Manual%20Descriptivo%20de%20Procedimientos%20para%20las%20%20reas%20de%20Bodega%20y%20Taller%20de%20la%20Empresa%20Ganafloor%20S.A.%20TOMO%20I.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Serrano, I. (2007). *Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos*. [Tesis de Doctorado, Universitat de Girona].
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7957/tibl.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Solís, E. (2024). *Implementación eficiencia global del equipo (OEE) en líneas de producción de una planta textil*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Soto, M. (2006). *Estudio de tiempos muertos y evaluación de la eficiencia del proceso de moldeo convencional de plástico por medio de la eficiencia global del equipo (OEE) en la empresa Hospira Holdings LTDA*. [Proyecto de Licenciatura en Ingeniería de los Materiales con énfasis en Procesos Industriales, Instituto Tecnológico de Costa Rica].
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/622/Informe%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ucelo, A. (2008). *Diseño e implementación del sistema de eficiencia global de los equipos (OEE) en una línea de producción de pañales desechables e investigación de propuesta viable para la degradación de estos productos no reciclables en la empresa Altavesa*. [Trabajo de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1980_IN.pdf

Uvidia, L. (2020). *Implementación de un sistema para mejorar la eficiencia productiva de las máquinas de alta capacidad de una industria del plástico mediante el indicador de eficiencia general de los equipos (OEE) y metodología kaizen*. [Proyecto de Magíster en Logística y Transporte con Mención en Modelos de Optimización, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51719/1/T-110171.pdf>

Fuentes de Internet

Acisclo, M. (2025a). *Mejora tu OEE: claves para calcular el rendimiento*. <https://www.sistemasoe.com/mejora-oe-claves-calcular-rendimiento/>

Acisclo, M. (2025b). *Mejora tu OEE: claves para calcular la calidad*. <https://www.sistemasoe.com/mejora-oe-claves-calcular-calidad/>

Acisclo, M. (2025c). *Mejora tu OEE: claves para calcular la disponibilidad*. <https://www.sistemasoe.com/mejora-oe-claves-calcular-disponibilidad/>

Aiteco Consultores. (2019). *Multivotación: instrumento para seleccionar las mejores ideas*. <https://www.aiteco.com/multivotacion-seleccionando-las-mejores-ideas/>

Berganzo, J. (2025). *OEE: la guía completa y definitiva sobre el indicador industrial por excelencia*. <https://www.sistemasoe.com/oe-guia-completa/>

Borreguero, M. (2025). *Gráfico análisis matriz FODA DAFO corporativo multicolor simple*.
https://www.canva.com/es_es/plantillas/EAFf6B0QdvY-grafico-analisis-matriz-foda-dafo-corporativo-multicolor-simple/

Diario del Exportador. (2017). *Análisis FODA: definición y estrategias*.
<https://www.diariodelexportador.com/2017/08/analisis-foda-definicion-y-estrategias.html>

enAlimentos. (2022). *Se prevé que mercado global de snacks saludables alcance los 34 950 mdd en 2028*. <https://www.enalimentos.lat/noticias/5640-se-preve-que-mercado-global-de-snacks-saludables-alcance-los-34-950-mdd-en-2028.html#:~:text=Se%20prev%C3%A9%20que%20mercado%20global%20de%20snacks,Noruega%20para%20crecer%20industrias>

Equipo Editorial de IONOS. (2023). *Brainstorming: ¿qué es y cómo funciona?*
<https://www.ionos.es/startupguide/productividad/brainstorming-o-lluvia-de-ideas/>

García, T. y Cano, M. (2013). *El FODA: una técnica para el análisis de problemas en el contexto de la planeación en las organizaciones*.
<https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24783w/FODApraneacionorganizacionesS10.pdf>

Grupo Vargas. (21-23 de abril de 2021). *Industria 4.0 gestionando una fábrica inteligente por medio de la mejora en el OEE*. VIII Foro de Lean & Six Sigma. Costa Rica.
<https://cicr.com/wp-content/uploads/2021/05/CE-GrupoVargas.pdf>

Gutiérrez, T. (12 de diciembre de 2018). Industriales premian mejora continua de Zollner Costa Rica. *La República*. <https://www.larepublica.net/noticia/industriales-premian-mejora-continua-de-zollner-costa-rica>

Instituto de Productividad Empresarial Aplicada. (2025). *VSM, el mapa de la cadena de valor*.
<https://www.ipeaformacion.com/herramientas-lean/vsm-mapa-la-cadena-valor/>

Kumar, S. (2007). *SIPOC*. <http://discover6sigma.org/post/2007/06/sipoc/>

Lucidchart. (2025). *¿Qué es un diagrama de flujo?* <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>

Medina, G. (2022). *¿Qué es un gemba walk?* <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/qu%C3%A9-es-un-gemba-walk#:~:text=Gerardo%20J.,Medina%20C.&text=Un%20Gemba%20Walk%20es%20el,pueden%20eliminarse%20en%20el%20proceso>

Miro. (2025). *Análisis de causa raíz*. <https://miro.com/es/analisis-causa-raiz/que-es-analisis-causa-raiz/>

New York State Archives. (2025). *Registros históricos*. https://www-archives-nysed-gov.translate.google.com/records/topic-historical-records?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Historical%20records%2C%20also%20called%20archival,be%20old%20to%20be%20archival

OPEX MENTOR. (2024). *Guía para la Certificación Lean Six Sigma Green Belt*. <https://ucreanop.com/wp-content/uploads/2022/08/Opex-Mentor-Lean-Six-Sigma-Green-Belt.pdf>

Pérez, A. (2019). *Indicadores de productividad: algunos ejemplos*. <https://www.obsbusiness.school/blog/indicadores-de-productividad-algunos-ejemplos>

PMO Team. (2024). *Cómo redactar una carta de proyecto (con ejemplos)*. <https://clickup.com/es-ES/blog/11811/ejemplo-de-carta-del-proyecto>

PROCOMER. (2022). *Snacks saludables, los más buscados por el consumidor*. https://www.procomer.com/alertas_comerciales/comprador-internacional-alerta/snacks-saludables-los-mas-buscados-por-el-consumidor/

Salazar, B. (2019). *Mantenimiento productivo total (TPM)*,
<https://ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

Salesforce LATAM. (2021). *Pronóstico de ventas: ¿qué es y cómo hacerlo?*
<https://www.salesforce.com/mx/blog/pronostico-de-ventas/#:~:text=Proyecci%C3%B3n%20sobre%20margen%20de%20contribuci%C3%B3n,fase%20de%20contenci%C3%B3n%20de%20gastos>

Sejzer, R. (2016). *¿Qué es el OEE y cómo se calcula?* <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/07/que-es-la-oee-y-como-se-calcula-ejemplo.html>

Sistemas OEE. (2025). *10 ventajas del OEE que harán de tu fábrica un centro de alto rendimiento.* <https://www.sistemasoe.com/10-ventajas-del-oee/>

Socconini, L. (2023). *Explicación de la metodología DMAIC de lean six sigma*,
<https://leansixsigma.institute.org/es/explicacion-de-la-metodologia-dmaic-de-lean-six-sigma/>

Team Asana. (2025). *¿Qué es VSM y cómo se hace un value stream mapping?*
<https://asana.com/es/resources/value-stream-mapping>

Torres, K. (2011). *Formato de project charter*.
https://www.academia.edu/13455224/Formato_de_Project_Charter

Westreicher, G. (2020). *Retorno de la inversión (ROI)*.
<https://economipedia.com/definiciones/retorno-de-la-inversion-roi.html>

Wikipedia. (2025). *DMAIC*. <https://en.wikipedia.org/wiki/DMAIC>

Zuluaga, E. (2022). *Estrategia empresarial: análisis FODA, stakeholders y análisis CAME. Tácticas y operatividad.* <https://es.linkedin.com/pulse/estrategia-an%C3%A1lisis-foda-stakeholders-y-came-t%C3%A1cticas-zuluaga>

APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE 1: Plan de Mantenimiento Preventivo, año 2025, para Sweetwell




Plan Mantenimiento Preventivo 2025.

Versión 1 - Fecha emisión: XX / XX/2025

Mes	Equipos	Área de Chocolates	Frecuencia	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SET		OCT		NOV		DIC		
				Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado	Realizado	Planado
Bombo Grajeado #1		Mecánico	Semestral									X													X			
		Eléctrico											X													X		
		Pintura/Estado físico											X													X		
		Lubricación											X													X		
Bombo Grajeado #2		Mecánico	Semestral									X													X			
		Eléctrico										X													X			
		Pintura/Estado físico										X														X		
		Lubricación										X														X		
Tanque de Chocolate con Leche (Mold d'Art) 500kg		Mecánico	Semestral										X													X		
		Eléctrico											X													X		
		Pintura/Estado físico											X													X		
		Lubricación											X													X		
Túnel de Enfriamiento		Mecánico	Semestral												X													
		Eléctrico												X														
		Pintura/Estado físico													X													
		Lubricación													X													
Temperadora Selmi		Mecánico	Semestral															X										
		Eléctrico																X										
		Pintura/Estado físico																X										
		Lubricación																X										
Temperadora #3 (Mold d'Art 50kg)		Mecánico	Semestral															X										
		Eléctrico																X										
		Pintura/Estado físico																X										
		Lubricación																X										
Tanque de Chocolate Amargo 500 kg		Mecánico	Semestral							X															X			
		Eléctrico									X														X			
		Pintura/Estado físico									X														X			
		Lubricación									X														X			
Batidora #4 (Chocolate)		Mecánico	Trimestral									X						X								X		
		Eléctrico											X					X								X		
		Pintura/Estado físico											X					X								X		
		Lubricación											X					X								X		
Cortadora de barras		Mecánico	Trimestral							X							X							X				
		Eléctrico								X							X							X				
		Pintura/Estado físico								X							X							X				
		Lubricación								X							X							X				
Banda decoración chocolates		Mecánico	Semestral							X														X				
		Eléctrico								X														X				
		Pintura/Estado físico								X														X				
		Lubricación								X														X				
Banda decoración chocolates		Limpieza profunda	Trimestral							X							X						X					


Fuente: Elaboración propia, 2025.

APÉNDICE 2: Ficha técnica de equipos y desgloses de partes para su mantenimiento

		Instructivo de Mantenimiento Preventivo				Versión: 1	
						Páginas	
		Batidora				Fecha emisión: XX/XX/2025	
Ficha Técnica de equipos y desgloses de partes para mantenimiento							
Empaque							
Frecuencia	Maquina	Componente	Sub componente	Repuestos	Cantidad	Proveedor 1	Proveedor 2
Trimestral	Empacadora #1 (Chocolates)	Alimentacion	Cadena alimentacion	Cadena hueca paso 40	1		
			Piñón entrada	Piñón 19 dientes paso 40	1	Rolinsa S.A	
		Sistema de embobinado	Piñón salida	Piñón 19 dientes paso 40	1	Rolinsa S.A	
			Rodillos de transporte material	Rodamiento SKF6200	6	Rolinsa S.A	
			Rodillos de transporte material	Rodamientos SKF50098	4	Rolinsa S.A	
			Portabobinas	Rodamiento SKF 6203 2RS	1	Rolinsa S.A	
		Sistema de sellado	Mordazas	Mordaza KSB-1	2	Indelsa	
			Ejes mordaza	Rodamientos 6206	4	Indelsa	
			Cuchillas	Cuchilla de 2 pasos	1	Indelsa	
			Contra cuchilla	Cuchilla de 2 pasos	1	Indelsa	
			Resistencia Mordaza	Resistencia de sellado	1	Indelsa	
			Termocupla	Termocupla HSB-11	1	Indelsa	
			Sellos longitudinal	Rodamiento SKF3800	2	Rolinsa S.A	
			Resistencia longitudinal	Resistencia de sellado		Indelsa	
			Tracción	Termocupla		1	Elyon
		Motor 220V 50HZ 1,43A 250w				Proelec S.A	
		Fajas		HTD 550-5M	1	Maz Industrial	
				HTD 950-5M	2	Maz Industrial	
		Motor 380V 50HZ 1,8A 0,55w				Proelec S.A	
		Piñones		Piñones 15 dientes paso #3	3	Rolinsa S.A	
Rodamientos 6901	3		Rolinsa S.A				
Muñoneras	Muñonera pie PH 204	2	Rolinsa S.A				


Fuente: Elaboración propia, 2025.

APÉNDICE 3: Instructivo de mantenimiento preventivo de los equipos de Sweetwell

	Instructivo de Mantenimiento Preventivo	Versión: 1
		Páginas
	Batidora	Fecha emisión: XX/XX/2025


A. Identificación de Máquina Código: Nombre: Batidora #2 Ubicación Área de Elaboración Trimestral	D. Componentes Caja de Velocidades Eje de Batido y soporte de Globos Pedestal Motor Eléctrico
B. Frecuencia Trimestral	E. Herramientas Caja de Herramientas Estándar Juego de llaves Allen Juego de Cubos Mazo ligero Tester Brocha Anteojos de Seguridad
C. Especificaciones Potencia: 373W Voltaje: 280V Corriente: 16A Altura: 74cm Ancho: 42cm Profundidad 58cm Peso: 97kg	F. Repuestos requeridos XXX

G. Procedimiento del mantenimiento

Paso	Descripción de Tarea	Imagen de ayuda
1	Antes de iniciar el procedimiento de mantenimiento, asegúrese de contar con los implementos de seguridad necesarios, como guantes y anteojos de seguridad	
2	Asegúrese de desconectar el equipo a las fuentes eléctricas	
5		
6		


Fuente: Elaboración propia, 2025.

APÉNDICE 4: Listado de control de paros de elaboración (cocina)

Código: XX-XX		Versión:		
Registro de Producción - Elaboración		Página:		
		F. Emisión:		
Listado de Control de Paros ELABORACIÓN (Cocina)				
Código	Descripción de paro.	Tipo de Pérdida	Factor OEE	
ND	No Demanda	No Demanda	No Demanda	
ND-03	Recepción & Inspección Materia Prima	Paros Programados	No Demanda	
ND-01	Limpieza de máquina (pre / pos-operativo)	Paros Programados	No Demanda	
ND-02	Tiempo de almuerzo y/o café	Paros Programados	No Demanda	
PD-03	Capacitación / Simulacro / Dest. Natural - NP	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-04	Pruebas y/o prototipos - NP	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-05	Actividades Depart. Recursos Humanos - NP	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-06	Falta de aire comprimido	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-07	Falta de energía eléctrica	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-08	Falta de repuesto	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-22	Falta de agua	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-23	Falla en hornos	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-24	Falla en batidora	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-25	Falta y/o daño en balanzas	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-26	Falta de Receta	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-27	Falta de Diesel	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-28	Fallo en máquina ROT	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-16	Fallo en motor - servomotor	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-17	Falta de material prima	Setup & Ajsutes. Paradas Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-29	Falta de material prima Contaminada	Setup & Ajsutes. Paradas Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-19	Falta de personal	Setup & Ajsutes. Paradas Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-20	Falta de Orden de Producción (OP)	Setup & Ajsutes. Paradas Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PD-21	Cambio de Producto / Marca	Setup & Ajsutes. Paradas Planeadas	Pérdida de Disponibilidad	
PR-32	Falta de bandejas	Paradas menores	Pérdida de Rendimiento	
PR-23	Materia prima defectuosa - dañada	Paradas menores	Pérdida de Rendimiento	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

APÉNDICE 5: Listado de control de paros de empaque

Código: XX-XX		Versión:	
Registro de Producción - Máquina Horizontal - Galletas 26 g		Página:	
		F. Emisión:	
Listado de Control de Paros EMPAQUE			
Código	Descripción de paro.	Tipo de Pérdida	Factor OEE
ND	No Demanda	No Demanda	No Demanda
ND-00	Falta de galletas - Arranque Elaboración	Paros Programados	No Demanda
ND-01	Limpieza de máquina (pre / pos-operativo)	Paros Programados	No Demanda
ND-02	Tiempo de almuerzo y/o café	Paros Programados	No Demanda
PD-03	Capacitación / Simulacro / Dest. Natural - NP	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-04	Pruebas y/o prototipos - NP	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-05	Actividades Depart. Recursos Humanos - NP	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-06	Falta de aire comprimido	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-07	Falta de energía eléctrica	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-08	Falta de repuesto	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-09	Fallos en ojo de fotocelda	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-10	Fallo en la videojet	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-11	Fallo en rodillos de sello longitudinal	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-12	Fallo en mordazas de sello horizontal	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-13	Daño en cadena de alimentación	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-14	Fallo en detectora de metales	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-15	Fallo en formador de bobina	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-16	Fallo en motor - servomotor	Averías - Paradas No Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-17	Falta de material prima	Setup & Ajsutes. Paradas Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-18	Falta de galletas (Granel)	Setup & Ajsutes. Paradas Planeadas	Pérdida de Disponibilidad
PD-19	Falta de personal	Setup & Ajsutes. Paradas Planeadas	Pérdida de Disponibilidad

Fuente: Elaboración propia, 2025.

ANEXO 1: Cotización de la construcción de cargadores



MP ENGINEERING, S.A.

Calle Sosa ,Barva ,Heredia
 Email: administrativo@mp-precision.com
 Telefono: (506) 22631271
www.mp-precision.com
 Cédula Juridica:3101853049

RS-P-01-01
 Revisión: 01

COTIZACION

Nro. **103**

Fecha **10/09/2024**

Cliente:

SWEETWELL ZONA FRANCA LIMITADA

88272603

maynor.pena@sweetwellsnacks.com

Atención: MAYNOR PEÑA

CorreoAT:

Código1213

Cedula: 3102715669

Enviar: Entrega

Términos: 15 Días

Código producto	Descripción del producto	Cantidad	Precio Unit. CR¢	Subtotal CR¢
OTR002	REPARACION	2.00	368,000.00	736,000.00

Modificar alimentador de galletas

* Camiar posición del brazo de anclaje

* Cortar bajante de inox a 40cm

* Colocarle aletas guias en la parte superior del bigote

* Colocarle un ajuste para diametro de galleta

Comentarios:

15 Días por Fact.

2.00 Subtotal 736,000.00

TOTAL CR¢ 736,000.00

Cuentas bancarias para tranferencias:

BANCO MONEDA CUENTA CUENTA

BNCR ¢ CTA 100-01123-001159-0- IBAN

BNCR \$ CTA 100-02-123-600388-9 IBAN

Fuente: PM ENGINEERING, S. A., 2024.