

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Rediseño del cálculo del OEE de la línea de etiquetado de una compañía
de conservas y enlatados

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Dayana Belén Masache Torres

Mike Emilio Valarezo Salazar

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres quienes han sido guía y apoyo fundamental.

A mi hermana Marian por su cariño, gracias por ser luz.

Mis logros os los debo a vosotros, incluyendo este.

Dayana Masache Torres

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su apoyo incondicional, paciencia y aliento en el camino.

A mi compañero Mike, por haber hecho de este proyecto una grata experiencia.

A todos los docentes que formaron parte de mi formación académica, en especial a nuestra tutora MSc. María Fernanda López por su guía en la realización del proyecto.

Al equipo de trabajo en la empresa que nos dio apertura y soporte para la realización exitosa del proyecto.

Dayana Masache Torres

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación y cada uno de mis logros se los dedico a mis padres Cecilia y Gustavo quienes siempre estuvieron presentes en mi camino y me brindaron todo su amor y apoyo para lograr crecer como persona y como profesional.

A mi hermano gemelo Brayann que siempre estuvo a mi lado durante todo este trayecto y me brindó lo mejor de él y su aliento en cada etapa de mi carrera, sin duda también se lo dedico a mis hermanos Douglas y Lesly que a pesar de la distancia siempre me animaron a continuar con mis metas.

Mike Valarezo Salazar

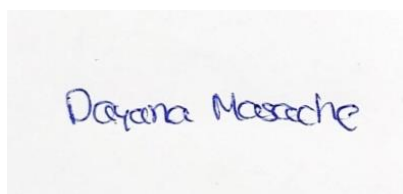
AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por cuidar de mi durante todo este proceso de titulación y permitirme culminarlo con éxito. A mi familia, por su cariño, apoyo incondicional y por siempre estar presentes. A Dayana, que sin duda ha sido parte fundamental para la elaboración de este proyecto. A mis profesores que contribuyeron en mi formación y brindaron sus conocimientos para poder realizar este proyecto exitosamente. A nuestra tutora de proyecto M. Sc. María Fernanda López, por su paciencia y las recomendaciones e ideas impartidas durante todo este proceso haciendo que el proyecto se realice con éxito. A mis amigos, que siempre estuvieron presentes brindándome aliento y pendientes en cada etapa de mi carrera.

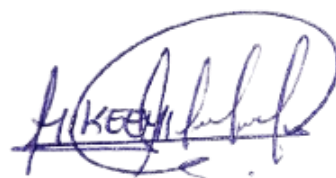
Mike Valarezo Salazar

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Dayana Belén Masache Torres* y *Mike Emilio Valarezo Salazar* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”.

A photograph of a piece of white paper with the handwritten name "Dayana Masache" in blue ink.

**Dayana Belén
Masache Torres**

A photograph of a handwritten signature in blue ink, which appears to be "Mike Emilio Valarezo Salazar", written over a horizontal line.

**Mike Emilio Valarezo
Salazar**

EVALUADORES

María Fernanda López Sarzosa, M.Sc
PROFESORA DE LA MATERIA
TUTORA

RESUMEN

El presente proyecto se lo realizó en una empresa productora y comercializadora de productos enlatados y conservas, en la cual se identificó un error en el cálculo del indicador de OEE donde el 11.84% del histórico de datos reflejaban valores superiores al 100%. El objetivo principal de este proyecto es rediseñar el proceso de cálculo de este indicador de tal manera que se reduzca esta inconformidad y se brinde un indicador que refleje la situación real de la planta. Para la realización de este proyecto se utilizó la metodología de diseño para mejora la continua el cual consistió en 5 etapas que son: Definir la oportunidad de mejora, Medir, Analizar, Diseñar y por último Prototipar/Implementar.

Las mejoras implementadas en la realización de este proyecto fueron enfocadas en el uso de los recursos internos de la planta de tal forma que se optimice el aspecto económico y se potencialice el trabajo de las personas involucradas en el proceso de recolección, ingreso y análisis de datos para el cálculo del indicador. Es por esto que se diseñaron formatos que sean amigables para el usuario, capacitaciones al personal y rediseño de la hoja de cálculo para el análisis del indicador.

Con las mejoras implementadas se logró realizar una recolección de datos del 100% en formatos estandarizados, se redujo el error de tabulación de la información a menos del 5% y ya no se identificaron valores de OEE superiores al 100%. Por último, la empresa obtuvo un indicador que refleja la situación actual de su operación, y el compromiso para la recolección de datos por parte de los colaboradores aumentó significativamente, lo cual fue uno de los requerimientos solicitados por el cliente.

Palabras Clave: Eficiencia general de los equipos, conservas y enlatados, máquina etiquetadora.

ABSTRACT

This project was developed in a company that produces and markets canned and preserved products, in which an error was identified in the calculation of the OEE indicator where 11.84% of the historical data reflected values higher than 100 %. The main objective of this project is to redesign the calculation process for this indicator in such a way as to reduce this disagreement and provide an indicator that reflects the actual situation of the plant. To carry out this project, the design methodology for continuous improvement was used, which consisted of 5 stages that are: Define the opportunity for improvement, Measure, Analyze, Design and finally Prototype/Implement.

The improvements implemented in the realization of this project were focused on the use of the internal resources of the plant in such a way that economic resources are optimized, and the work of the people involved in the data collection, entry and analysis process is enhanced. For this reason, user-friendly formats were designed, staff training was performed and redesign of the spreadsheet for the indicator analysis.

With the implemented improvements, 100% data collection was performed in standardized formats, the information tabulation error was reduced to less than 5% and OEE values greater than 100% were no longer identified. Finally, the company obtained an indicator that reflects the current situation of its operation, and the commitment to data collection by the collaborators increased significantly, which was one of the requirements requested by the client.

Keywords: Overall equipment efficiency, preserves and canning, labeling machine.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Marco teórico	4
1.4.1 Definición.....	4
1.4.2 Medición	4
1.4.3 Análisis	4
1.4.4 Diseño	5
1.4.5 Prototipo	5
CAPÍTULO 2.....	8
2. Metodología.....	8
2.1 Definición	8
2.1.1 Herramientas de calidad.....	8

2.1.2	Objetivos de diseño	12
2.1.3	Alcance del proyecto	12
2.1.4	Restricciones.....	13
2.2	Recolección de datos	13
2.2.1	Mapeo del proceso de elaboración del OEE	13
2.2.2	Estratificación de declaración de oportunidad.	14
2.2.3	Plan de recolección de datos	16
2.2.4	Verificación de datos	18
2.3	Análisis.....	24
2.3.1	Lluvia de ideas de soluciones.....	24
2.3.2	Descripción de opciones de diseño.....	25
2.3.3	Análisis de opciones conforme a las restricciones de diseño	27
2.3.4	Análisis de opciones conforme a las necesidades del cliente	28
2.4	Diseño	28
2.4.1	Rediseñar el proceso de recolección de datos.....	29
2.4.2	Rediseño de la hoja de cálculo	33
2.4.3	Rediseño del proceso de análisis de datos	34
2.4.4	Capacitación al personal involucrado en el cálculo del indicador	35
CAPÍTULO 3.....		37
3.	Resultados y análisis	37
3.1	Evaluación del nuevo proceso de recolección de datos	37
3.2	Evaluación del nuevo proceso de tabulación	37
3.3	Evaluación del nuevo proceso de análisis.....	39
CAPÍTULO 4.....		42
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	42
4.1	Conclusiones.....	42

4.2 Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFIA	
APÉNDICES	

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
OEE	Overall Equipment Effectiveness
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Client
VOC	Voice of Customer
CTQ	Critical to Quality
AV	Agrega valor
NAV	No agrega valor
NAVN	No agrega valor, pero es necesaria

SIMBOLOGÍA

kg	Kilogramo
h	Hora
ton	Tonelada

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 QFD.....	11
Figura 2.2 SIPOC del proceso de producción de conservas y enlatados.....	12
Figura 2.3 Diagrama de flujo de registro y análisis de OEE	14
Figura 2.4 Unidades etiquetadas en las líneas 1, 2, 3 y 4.....	15
Figura 2.5 Proceso de etiquetado de latas.....	15
Figura 2.6 Identificación del cuello de botella del proceso de etiquetado.....	16
Figura 2.7 Distribución física de las líneas 1 y 2 de etiquetado	19
Figura 2.8 Fórmulas usadas para el cálculo de disponibilidad, eficiencia y calidad...	20
Figura 2.9 Detalle de indicador de calidad	21
Figura 2.10 Registro estandarizado (izquierda) y no estandarizado (derecha) de calidad	21
Figura 2.11 Formatos estandarizados de registro paradas	22
Figura 2.12 Prueba de diferencia de medias	23
Figura 2.13 Registro no estandarizado de paradas.....	24
Figura 2.14 Formato para la recolección de información de tiempos	30
Figura 2.15 Formato para la recolección de información de scrap	31
Figura 2.16 Formato para la recolección de información de producto reprocesado ..	32
Figura 2.17 Distribución de los puntos de uso de formatos	33
Figura 2.18 Programa para la tabulación de los datos en la hoja de cálculo	34
Figura 2.19 Dashboard para el análisis del indicador OEE de la línea de etiquetado	35
Figura 2.20 Capacitación al personal involucrado en el cálculo del indicador.....	36
Figura 2.21 Plan de implementación de los puntos diseños	36
Figura 3.1 Error en la tabulación de la información	38
Figura 3.2 Correcta tabulación de la información	38
Figura 3.3 Comparación del cálculo de OEE de la forma anterior vs la actual	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Necesidades del cliente.....	9
Tabla 2.2 Características críticas para la calidad	10
Tabla 2.3 Plan de recolección de datos	17
Tabla 2.4 Supuestos verificados.....	18
Tabla 2.5 Costos asociados a la instalación y adquisición de equipos.....	26
Tabla 2.6 Costos extras por números de licencias y membresía.....	26
Tabla 2.7 Costos asociados a la implementación del rediseño manual	27
Tabla 2.8 Pugh's técnica de selección por restricciones y necesidades de diseño ...	27
Tabla 2.9 Estandarización de tipos de paradas más frecuentes.....	29
Tabla 3.1 Análisis de comparación del costo de oportunidad con % OEE Anterior vs % OEE actual entre el 19 y 25 de enero del 2021.....	40

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La compañía donde se realizó el presente proyecto se dedica a la producción, distribución y ventas de productos enlatados y de conservas tanto a nivel nacional como internacional, siendo Estados Unidos y Centro América el mercado más grande de exportación al que distribuye la planta. La empresa opera durante todo el año, pero los meses de mayor producción son desde septiembre hasta enero, cuando ocurre la zafra del gandul, el producto más producido.

La cadena de suministro está conformada por la fábrica, situada en Babahoyo, y por su centro de distribución. Sus productos se comercializan mediante dos canales de distribución, exportaciones y centros de distribución, a mayoristas, instituciones y tiendas minoristas.

La empresa cuenta con sus procesos estandarizados para la comercialización de un portafolio de productos tales como gandul, frejol, alverja, mermelada, maíz etc. Estos procesos son: recepción de materia prima, transportación, transformación y llenado de latas, almacenaje, etiquetado, empaque y por último despacho.

1.1 Descripción del problema

Con la finalidad de que la empresa aproveche al máximo la efectividad de sus equipos nace la necesidad de este proyecto. Se analizaron los datos históricos de OEE desde enero hasta septiembre del 2020. Sin embargo, pese a tener un porcentaje de OEE superior al 85%, establecido como clase mundial, se han registrado datos que muestran valores superiores al 100%, así como lo muestra la tabla 1.1, y significando posibles errores en el cálculo de este indicador.

Tabla 1.1 - Porcentaje promedio semanal de OEE en 2020 de la línea de etiquetado.

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

SEMANA	%OEE	SEMANA	%OEE	SEMANA	%OEE	SEMANA	%OEE
1	77,97%	12	81,78%	23	91,45%	40	92,47%
2	78,27%	13	67,49%	24	87,95%	41	63,83%
3	71,59%	14	84,69%	25	92,74%	42	85,39%
4	78,66%	15	83,00%	26	80,95%	43	87,46%
5	80,58%	16	75,77%	33	76,32%	44	81,56%
6	79,69%	17	78,96%	34	73,59%		
7	71,73%	18	84,39%	35	516,49%		
8	67,43%	19	78,78%	36	67,36%		
9	79,40%	20	78,67%	37	101,47%		
10	79,36%	21	91,73%	38	91,69%		
11	84,56%	22	84,39%	39	106,51%		

Se tabuló el OEE semanal de la línea de etiquetado con los datos históricos que proporcionó la compañía y estos corresponden a la media de porcentaje de OEE de todos los productos etiquetados durante la respectiva semana, tabla muestra que entre la semana 27 y 32 la data histórica no presenta datos debido a que la persona encargada del indicador ya no trabajaba en la planta. Se procedió también a graficar la serie de tiempo que se muestra en la Figura 1.1.

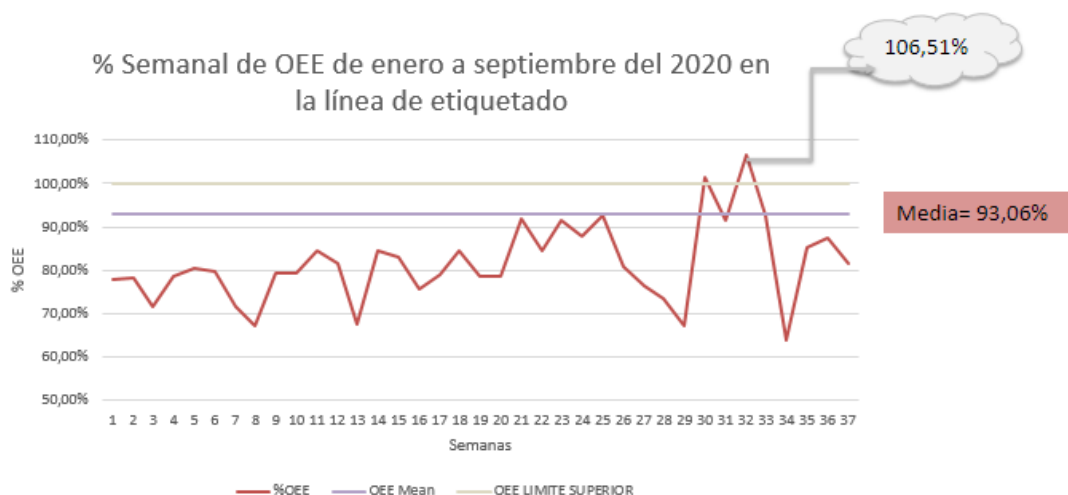


Figura 1.1 Serie de tiempo de % semanal de OEE

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

Con la información proporcionada se estableció como declaración de oportunidad:

“La gerencia requiere el diseño del proceso de cálculo de OEE en la línea de etiquetado de la fábrica de Babahoyo identificando un error en su cálculo, dado que el 11,84% de los datos históricos del porcentaje semanal de la OEE de enero a septiembre de 2020 tienen valores superiores al 100%”.

1.2 Justificación del problema

Las empresas en la actualidad están optando por la implementación de metodologías de mejora continua con la finalidad de mejorar sus procesos en sus plantas de producción, por esto es necesario que las compañías cuenten con datos confiables que representen la situación real de su empresa. Por lo tanto, al presentar datos como muestra la figura 1.1 se crean indicios de que los datos registrados por la empresa no son los correctos y dificulta la detección de problemas e implementación de mejoras.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Rediseñar el proceso de cálculo de OEE para proporcionar un indicador confiable que refleje la situación actual de la empresa.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Verificar el sistema de cálculo, la recolección de información y la forma en que se ingresan los datos.
- Validar el sistema de cálculo, la recolección de información y la forma en que se ingresan los datos.
- Analizar diferentes propuestas de rediseño y validar su viabilidad.
- Rediseñar el proceso del cálculo de OEE.
- Implementar el nuevo diseño propuesto para el cálculo del OEE.

1.4 Marco teórico

En esta sección se detallarán cada una de las etapas que se ejecutaron para la resolución de este proyecto y cada una de las herramientas que se utilizaron en cada etapa.

1.4.1 Definición

Una vez que se ha decidido realizar un proyecto de diseño, lo primero que se debe hacer es definir la declaración de oportunidad con claridad de esta manera será posible precisar cuál va a ser el alcance del proyecto y los objetivos del mismo a través de la identificación clara de las necesidades del cliente, para lo cual se utilizan herramientas como:

- Voice of the customer (VOC)
- SIPOC (Supplier, Input, Process, Outputs, Customer)
- Quality function deployment (QFD)

1.4.2 Medición

Teniendo claro el alcance del proyecto y cuáles son los objetivos que se requieren conseguir en esta etapa se realiza la recolección minuciosa de datos de las variables de interés las que posteriormente deben ser verificadas y validadas correctamente para el análisis adecuado, lo que permitirá enfocar el proyecto para esto se hace uso de herramientas como:

- Mapeo del proceso
- Gemba walk
- Plan de recolección de datos

1.4.3 Análisis

Para proponer las mejoras que generen mayor impacto al problema planteado es fundamental realizar un análisis riguroso de los datos para así poder plantear las opciones de rediseño y establecer la viabilidad de cada una de las propuestas, para esto se utilizan herramientas como:

- Luvia de ideas

1.4.4 Diseño

A lo largo de esta etapa se realiza el diseño en detalle del proceso. En el presente proyecto se hacen uso de los siguientes conceptos:

- Plan de diseño

1.4.5 Prototipo

Esta etapa se enfoca en la implementación del diseño propuesto en la fase anterior de tal forma que se puedan verificar que se cumplan los objetivos planteados de acuerdo a las necesidades del cliente.

- Plan de implementación

El OEE eficiencia general de los equipos por sus siglas en inglés es un indicador que mide la capacidad de producción siendo este uno de los elementos disponibles de Total Mantenimiento Productivo. (R.Almeanazel, 2010) Frecuentemente el OEE es utilizado para medir el rendimiento de una máquina o un equipo con la finalidad de diseñar un sistema de mantenimiento que pueda controlar la disponibilidad de la máquina, la eficiencia de su producción y la calidad con la que está produciendo este equipo este indicador se lo calcula por el producto entre la disponibilidad, eficiencia y calidad del equipo como lo muestra la ecuación 1.1.

$$OEE = Disponibilidad \times Eficiencia \times Calidad \quad (1.1)$$

Eficiencia

La eficiencia o rendimiento del equipo se lo puede definir como el tiempo planificado para producir entre la capacidad de producción la máquina y esto como lo muestra la ecuación 1.2, por esto que es de gran importancia controlar cuales son los paros programados y no programados que podrían afectar a estos indicadores, así mismo, mantener las condiciones óptimas de los equipos

para que estos trabajen a su máxima capacidad y su rendimiento se el esperado.

$$\textbf{Eficiencia} = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad productiva}} \quad (1.2)$$

Disponibilidad

La disponibilidad de un equipo se ve afectado directamente por todos los paros que se realicen durante la jornada de trabajo sean estos paros que se planificaron previamente como la preparación de los equipos, mantenimiento de la máquina o no planificados como tiempos muertos por falta de materia prima, fallos de máquina y otros. (Piran, 2020)

Es por esto que se debe evitar incurrir en pérdidas de tiempos innecesarias que es considerado como uno de los grandes desperdicios de la producción, este indicador se lo puede calcular realizando ratio entre el tiempo de operación real del equipo entre el tiempo de operación que fue panificado para la máquina como se muestra en la ecuación 1.3.

$$\textbf{Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo productivo}}{\textit{Tiempo disponible}} \quad (1.3)$$

Calidad

El indicador de calidad mide cuántos productos se encuentran defectuosos después de haber sido procesado por el equipo el cual hará que se incurra en otra de las grandes pérdidas que es el reproceso disminuyendo la productividad final del equipo y este indicador se lo puede calcular como la ratio de los productos buenos entre los productos defectuosos como se muestra en la ecuación 1.4. (D.Phanindra Kshatra, 2020)

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{Producción real} - \text{Unidades defectuosas})}{\text{Producción total}} \quad (1.4)$$

OEE

El OEE o eficiencia general de los equipos permite medir el desempeño de las máquinas para que estos estén destinados a funcionar y a alcanzar los objetivos de producción requeridos por la empresa y más aún los objetivos para los cuales ha sido fabricado el equipo. (Kshatr, September 2020) Es por esto el propósito de este proyecto es rediseñar y analizar la mejor manera para poder calcular un indicador confiable y que refleje la situación actual de la empresa para así poder tomar las mejores decisiones en busca de la mejora continua de los procesos y de la empresa en general.

El OEE es uno de los KPI más importantes y populares en las industrias de manufactura y es considerado así desde su introducción a finales de los años chenta por un proveedor de Toyota convirtiéndose así en uno de los pilares fundamentales para la estrategia de mejora continua de los sistemas de producción. (Varisco, 2020)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Durante la resolución de este proyecto se utilizó la metodología de “Diseño para mejora continua”, la cual se encuentra dividida en 5 etapas, definición, recolección de datos, análisis, diseño y prototipo. Considerando que en el capítulo 1 se definió el propósito del proyecto y los alcances del mismo en este capítulo se continuará con la segunda etapa correspondiente a la recolección de los datos donde se detalle y se valide la información proporcionada por la empresa para así tomar las acciones que permitan mejorar el cálculo del OEE de la línea de etiquetado de la planta.

2.1 Definición

En la primera etapa se identificaron las necesidades del cliente y como el problema que fue descrito en el capítulo 1 afecta a los interesados en el cálculo del OEE, con la finalidad de establecer el alcance del proyecto, las restricciones y las especificaciones bajo las cuales se realizará el proyecto.

Por lo tanto, lo primero que se realizó fue tener una reunión con el gerente de la planta, para establecer a los involucrados del proyecto.

- Jefe de producción.
- Supervisora de producción.

2.1.1 Herramientas de calidad

Una vez identificado el problema y con el uso de herramientas como el Voice of customer (VOC), se realizaron entrevistas a las partes interesadas del proyecto, se recolectó información de las necesidades de los clientes y se procedió a la ponderación de dichas necesidades.

Tabla 2.1 Necesidades del cliente

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Necesidad	Aspecto a trabajar	Características críticas para la calidad	Necesidad del cliente	Importancia para el cliente
Rediseñar el proceso de cálculo de OEE para proporcionar un indicador confiable que refleje la situación actual de la empresa.	Rediseño del proceso de toma de datos	Tasa de uso de los formatos	100%	5
		Tiempo dedicado a la recolección de datos	20 min	3
		Utilización de los recursos existentes de la planta (OP, MQ)	ALTA	4
		Cantidad de papel usado en la recolección	< 5 FORMATOS	3
		Error en la recolección de datos	No existen Valores de OEE >100%	5
		Escalabilidad	ALTA	4
	Rediseño del Excel de toma de datos	Tasa de error en ingreso datos	< 5%	5
		Distancia recorrida para recolección de reportes	BAJA	2
		Tiempo dedicado al tratamiento de datos	5 minutos diarios	4
	Diseño de instructivos de capacitación	Resistencia al cambio	Al menos se capacite al 50% del staff de etiquetado	4
		Rapidez con la que se ingresan los datos	ALTA	2
	Diseño de un dashboard para el análisis de los datos	Tiempo dedicado al análisis de datos	30 minutos por semana	3

A continuación, se trasladaron las necesidades a características críticas de la calidad, separándolas de acuerdo al aspecto del rediseño del proceso al cual están vinculadas, se estableció el objetivo para cada característica, así como su importancia para el cliente.

Tabla 2.2 Características críticas para la calidad

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Necesidades (QUE)	Importancia
Definir correctamente los conceptos	4
Claridad en la estandarización de las razones de las paradas	2
Sencillez en los formatos estandarizados	3
Correcta tabulación de los datos	5
Registro de los todos los paros programados	5
Registro de los todos los paros no programados	5
Corto tiempo de análisis de los datos	2

Una vez identificadas las especificaciones de diseño, se utilizó la herramienta Quality Function Deplyment (QFD) para su priorización, basadas en las necesidades del cliente, y así conocer como satisfacer dichas necesidades. En la figura 2.1 se observa que las especificaciones más importantes para el cliente son la alta tasa de uso de los formatos, el bajo error en la recolección de datos y el bajo tiempo dedicado al análisis de los resultados.

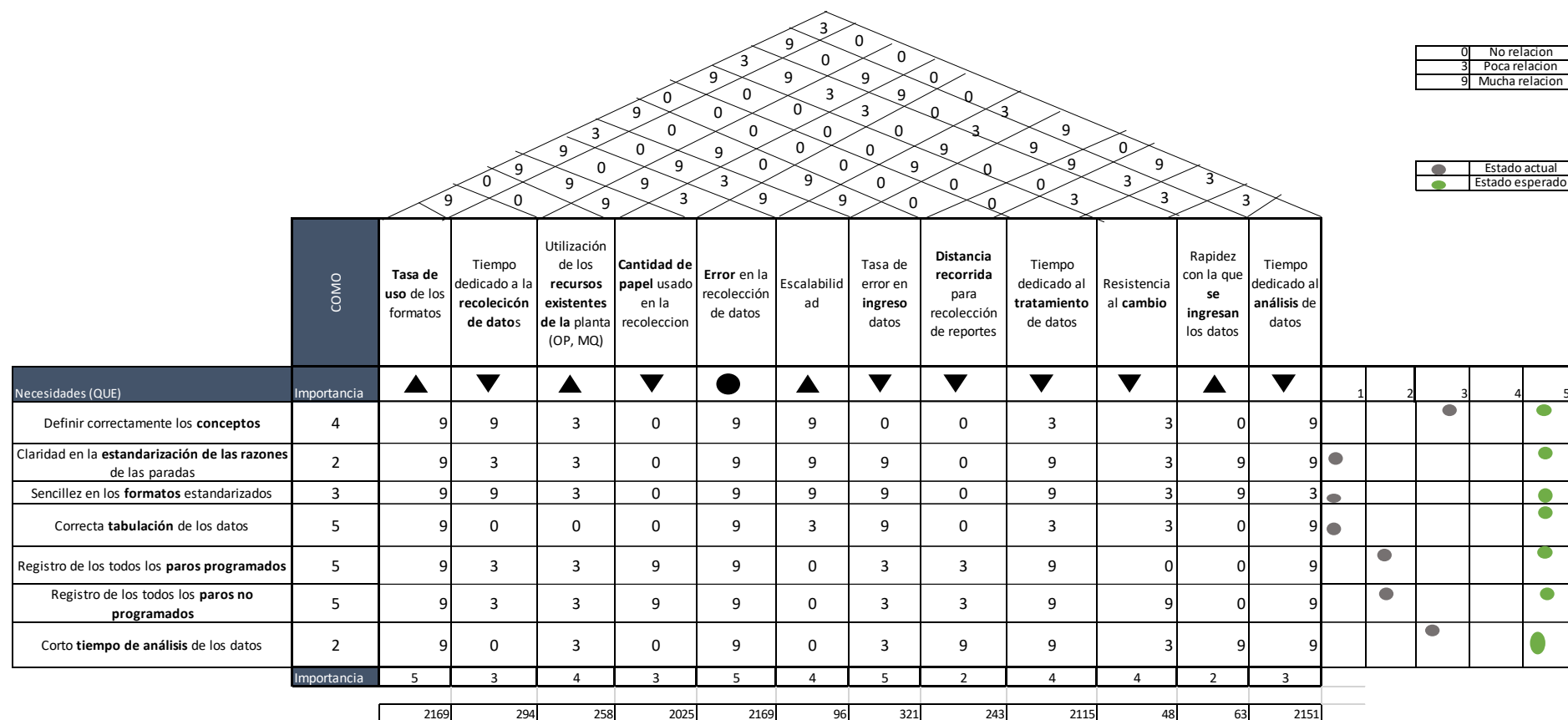


Figura 2.1 QFD

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

2.1.2 Objetivos de diseño

- Determinar el número de máquinas en las que se requiere calcular el OEE.
- Estructurar un modelo para el análisis del diseño actual del proceso de toma y recolección de datos para proponer las mejoras de rediseño posibles.
- Establecer la viabilidad de las propuestas de rediseño del cálculo de OEE de la línea de etiquetado para su implementación.

2.1.3 Alcance del proyecto

Una vez definidas las necesidades del cliente y cuáles son las especificaciones de diseño con mayor impacto, con el uso del SIPOC (figura 2.2) se estableció el alcance de este proyecto, que se centrará en el área de etiquetado de envases y conservas, se buscará rediseñar un mejor proceso de recolección de datos y un mejor registro para obtener información confiable que registre la situación de la empresa en la línea etiquetado.

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Agricultor	Materia prima	Recolección y almacenamiento	Materia prima	Departamento de producción
Departamento de producción	Materia prima	Selección	Limpieza de productos	Producción
Producción	Limpieza de productos	Transformación	Empacado y paletizado de productos	Almacén de producto en proceso
Almacén de producto en proceso	Empacado y paletizado de productos	Bodegaje	Empacado y paletizado de productos	Planificación de la producción
Planificación de la producción	Empacado y paletizado de productos	Etiquetado y paletizado	Paletizado con etiqueta	Departamento de logística
Departamento de logística	Paletizado con etiqueta	Despacho	Producto terminado	Centro de distribución, minoristas, exportación

Figura 2.2 SIPOC del proceso de producción de conservas y enlatados

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

2.1.4 Restricciones

El presente proyecto presenta restricciones que se encuentran establecidas por las mismas condiciones en las que opera la planta las cuales son:

- Variedad de productos y formatos: El plan de producción debe considerar las configuraciones de todo tipo de formatos en cada producto.
- Infraestructura: Debido a las dimensiones de la planta, no se permite una distribución adecuada.
- Económicas: El tiempo de amortización del proyecto debe ser inferior a cuatro años para justificarlo según las políticas de inversión de la empresa, pero a su vez la gerencia considera que se debe empezar por trabajar con el personal de planta antes de realizar grandes inversiones.

2.2 Recolección de datos

Posterior a la definición del alcance del proyecto, que se centra en el área de etiquetado y paletizado, en esta etapa se realizó la recolección de datos los mismos que fueron analizados para verificar su confiabilidad y validar cada una de las fases que se realizan para la obtención del OEE en la línea.

2.2.1 Mapeo del proceso de elaboración del OEE

Para identificar cual era el procedimiento que se realizaba para la obtención del indicador de OEE se realizó un levantamiento de procesos, el cual indica los pasos a seguir para la elaboración del reporte de OEE el mismo que está detallado en la figura 2.3.

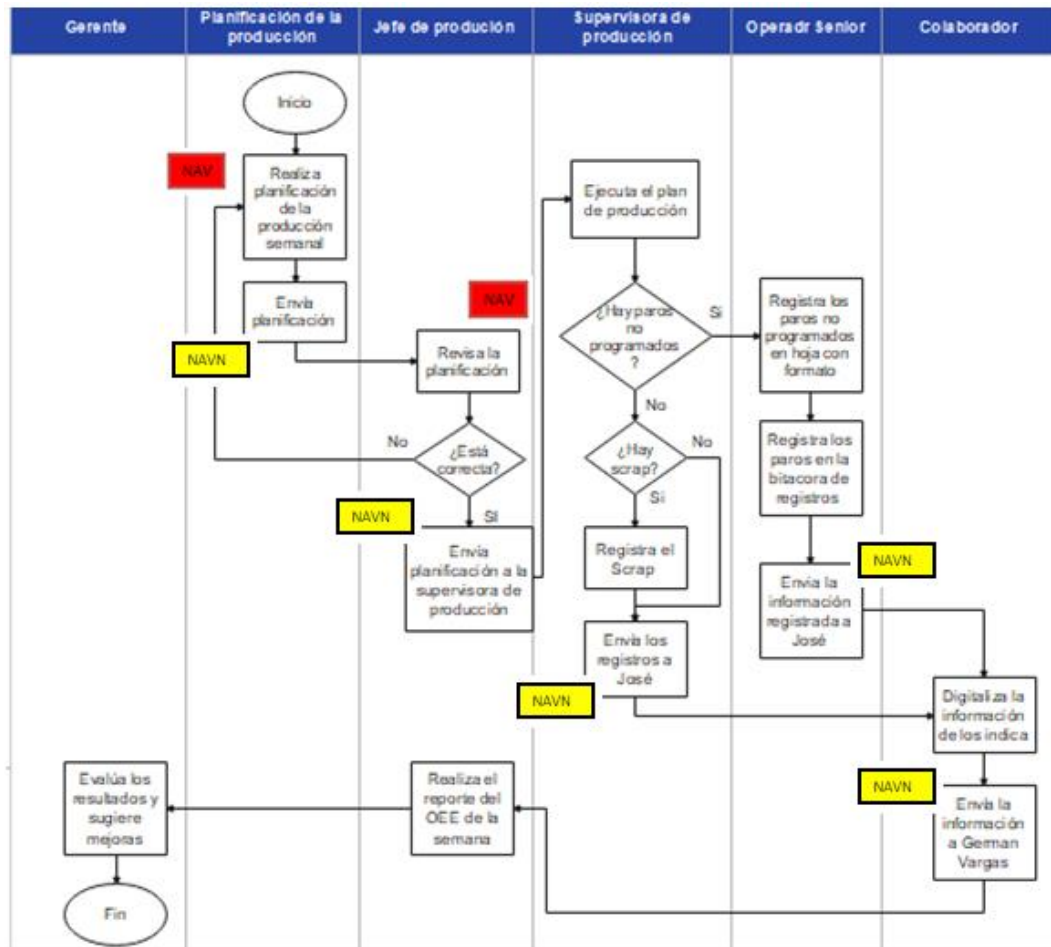


Figura 2.3 Diagrama de flujo de registro y análisis de OEE

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

2.2.2 Estratificación de declaración de oportunidad.

Con los datos históricos que fueron proporcionados por el jefe de producción de la planta, que corresponden desde la semana 33 hasta la semana 44 del año 2020, fue posible analizar y verificar cuál de las líneas etiquetadoras realizaba la mayor cantidad de productos y generaba el mayor impacto para la planta dedicada a la producción de productos enlatados como lo muestra la figura 2.4.

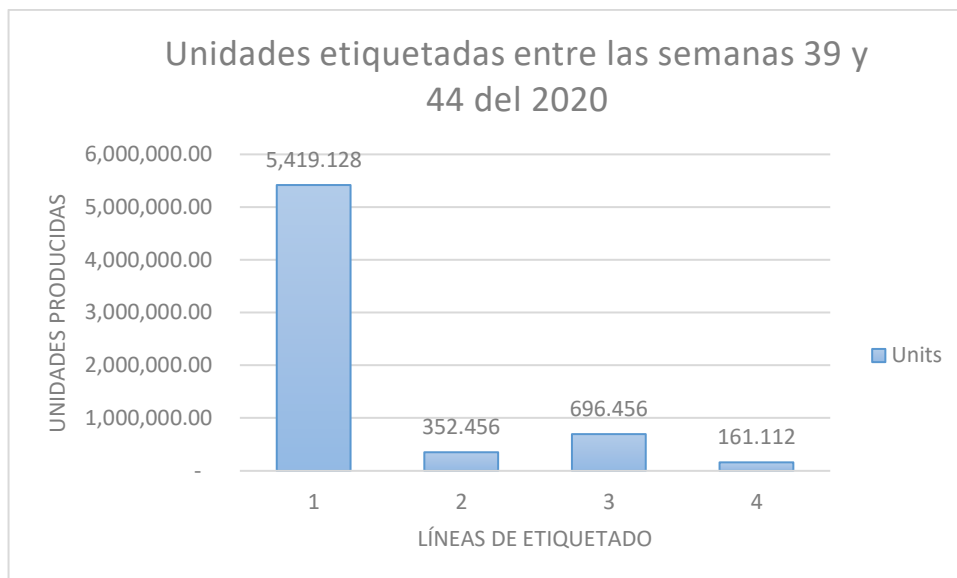


Figura 2.4 Unidades etiquetadas en las líneas 1, 2, 3 y 4

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

En este periodo de tiempo desde la semana 39 hasta la semana 44 correspondiente a los meses de septiembre y octubre solo en la línea 1 se han etiquetado aproximadamente 5.4 millones de latas que representa el 82% de la producción total en comparación con las otras 3 líneas, que solo han etiquetado aproximadamente 1.2 millones de latas en conjunto, es decir, el 18% de la producción.

Por lo tanto, de acuerdo al análisis realizado y a los resultados obtenidos se acordó que se centrará el proyecto en rediseñar el proceso de cálculo de OEE de la línea 1 de etiquetado.

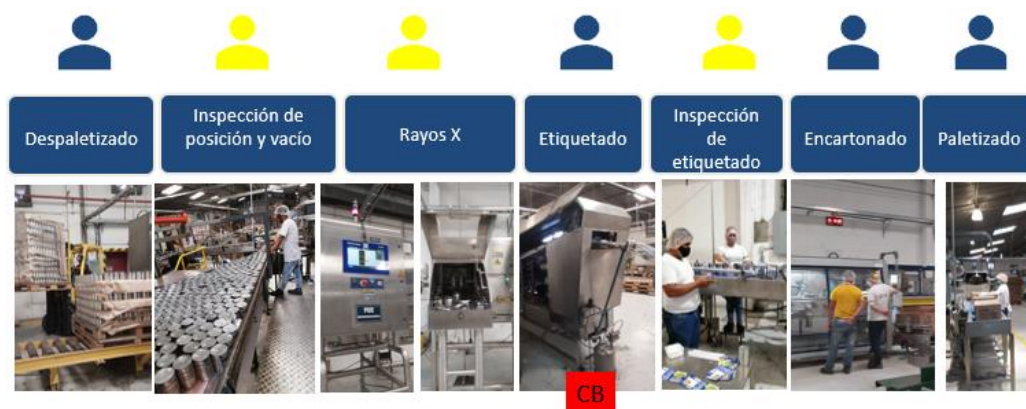


Figura 2.5 Proceso de etiquetado de latas

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

Además de lo expuesto anteriormente, en la figura 2.5 se identifica con mayor detalle los pasos de las operaciones que se realizan, señalando de color amarillo los puntos donde se recolecta información y de azul donde no se realiza toma de datos. Desde el despaletizado donde con una máquina despaletizadora se pegan a un imán todas las latas contenidas por un pallet, para posteriormente ser transportadas por una banda, las mismas que pasarán por dos inspecciones de calidad identificadas de color amarillo en la figura 2.5, por una chequeadora de vacío y por una máquina de rayos X que verifican que no existan cuerpos extraños dentro de la lata y que esta se encuentre en excelente estado previo al etiquetado. Posteriormente, las latas pasarán por la etiquetadora y serán transportadas por una banda hacia el encartonado que puede ser automático o manual dependiendo del formato de empaque y si el producto será para venta local o de exportación. Por último, se procede el paletizado final.

Durante este proceso se identifica que la máquina cuello de botella es la etiquetadora 1, siendo esta la que marca el ritmo de la producción.

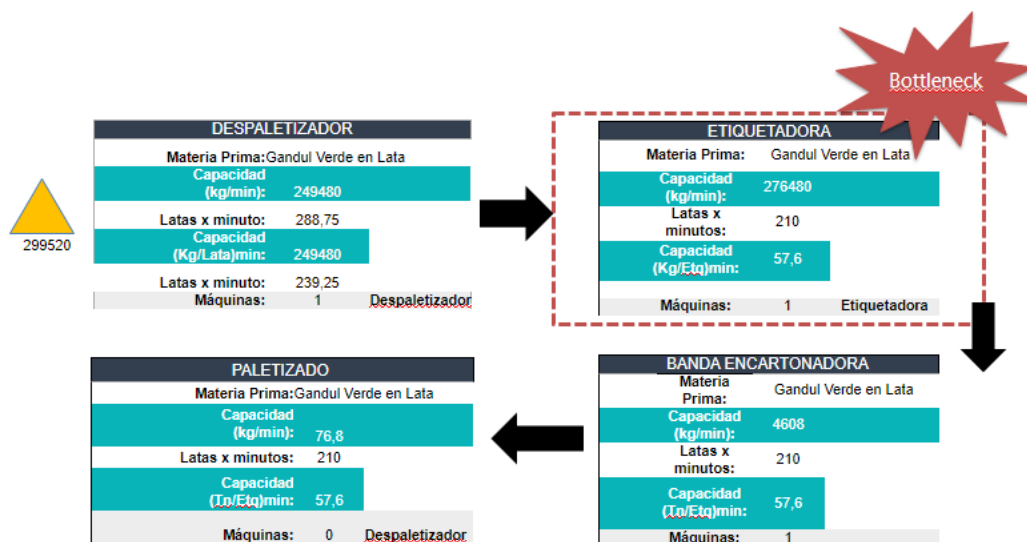


Figura 2.6 Identificación del cuello de botella del proceso de etiquetado

Fuente: Datos del proceso del Gandul verde elaborado por la empresa

2.2.3 Plan de recolección de datos

Una vez estratificada la declaración de oportunidad mediante la identificación del equipo cuello de botella en el proceso de etiquetado, se procedió a realizar un plan para la recolección de datos necesarios de las variables que afectan directamente al cálculo de OEE de la línea, estos datos fueron recolectados en base a la información

histórica de la compañía y al gemba walk que se realizó durante 8 días en diferentes turnos de tal forma que no existan sesgos, por operarios o por toma de datos en la misma hora del día.

La tabla 2.3 muestra a detalle el plan de recolección de datos.

Tabla 2.3 Plan de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

Qué			Dónde	Cuando	Cómo		Por qué	Quien
Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde coleccionarlo?	¿Cuándo coleccionarlo?	Método de observación	Método de recolección	¿Por qué coleccionarlo?	Persona a cargo
Oee actual	Porcentaje	Quantitative-	Base de datos	Al principio de la fase de medición	Observación directa/ Correo electrónico	Datos históricos	Porque se requiere calcular el porcentaje de error de calculo del OEE actual con el nuevo OEE.	Dayana and Mike
		Continuous		Diario				
Tiempo Total	Minutos	Quantitative-Continuous	Base de datos	Al principio de la fase de medición	Observación directa/ Correo electrónico	Datos históricos	Porque se requiera calcular la disponibilidad del OEE atual y del nuevo OEE.	Dayana and Mike
				Diario				
Paros no programados	Minutos	Cuantitativa - Continuo	Base de datos	Al principio de la fase de medición	Observación directa/ Correo electrónico	Formatos actuales	Porque se requiera calcular la el componente de disponibilidad del OEE atual y del nuevo OEE.	Dayana and Mike
				Diario				
Paros programados	Minutos	Cuantitativa - Continuo	Base de datos	Al principio de la fase de medición	Observación directa/ Correo electrónico	Formatos actuales	Porque se requiera calcular la el componente de disponibilidad del OEE atual y del nuevo OEE.	Dayana and Mike
				Diario				
Producción real	Unidades	Cuantitativa - Discreto	Base de datos	Al principio de la fase de medición	Observación directa/ Correo electrónico	Datos históricos	Porque se requiera calcular la el componente de eficiencia del OEE atual y del nuevo OEE.	Dayana and Mike
				Diario				
Velocidad estándar	Unidades/Minuto	Cuantitativa - Continuo	Base de datos	Al principio de la fase de medición	Observación directa/ Correo electrónico	Datos históricos	Porque se requiera calcular la el componente de eficiencia del OEE atual y del nuevo OEE.	Dayana and Mike
				Diario				
Retrabajo	Unidades	Cuantitativa - Discreto	Base de datos	Al principio de la fase de medición	Observación directa/ Correo electrónico	Formatos actuales	Porque se requiera calcular la el componente de calidad del OEE atual y del nuevo OEE.	Dayana and Mike
				Diario				
Productos dañados	Unidades	Cuantitativa - Discreto	Base de datos	Al principio de la fase de medición	Observación directa/ Correo electrónico	Formatos actuales	Porque se requiera calcular la el componente de calidad del OEE atual y del nuevo OEE.	Dayana and Mike
				Diario				

2.2.4 Verificación de datos

La verificación de los datos se la dividió en tres aspectos y se enunciaron las afirmaciones respectivas:

Tabla 2.4 Supuestos verificados

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

Verificación	Afirmación	
Ingreso de datos	1. Los datos recolectados son sólo aquellos que se producen por la línea 1 (ya sea paletizado automático o manual).	
Sistema de cálculo	1. Las fórmulas usadas para el cálculo del OEE son consistentes.	
Sistema de recolección de datos	Calidad	1. Se ha definido correctamente retrabajo y scrap. 2. Se tabula correctamente retrabajo y scrap.
	Disponibilidad	1. Las razones de paradas están estandarizadas. 2. El formato estandarizado de registro de pasos es usado. 3. Todo el tiempo de turno es considerado en el OEE.
	Eficiencia	1. La producción actual es correcta y tabulada de manera adecuada. 2. La velocidad estándar está calculada correctamente.

2.2.4.1 Verificación de ingreso de datos

AFIRMACIÓN 1: Los datos recolectados son sólo aquellos que se producen por la línea 1 (ya sea paletizado automático o manual).

En la data histórica se identificó que existen ocasiones en las que se registra más de un producto siendo producido al mismo tiempo, cuando esto no puede ser posible. También se ha observado con gemba walk y comparación con los registros que se tabulan datos de productos producidos en la línea 2 que es utilizada como una máquina de respaldo en el caso de que la línea uno no se encuentre operativa por alguna falla mecánica o por mantenimiento. Se aprovecha así la disponibilidad del otro equipo, no se registra el tiempo no utilizado como una parada no programada en la línea uno, se registra lo que se ha producido durante ese tiempo en la línea dos y así no se castiga el indicador de OEE.

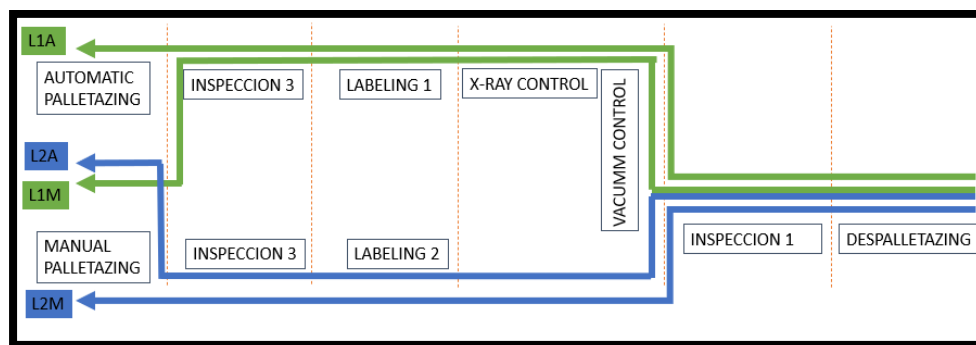


Figura 2.7 Distribución física de las líneas 1 y 2 de etiquetado

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Los datos recolectados no son sólo aquellos que se producen en la línea 1 y quedó acordado con gerencia que se tabularán los datos registrados de los productos realizados en la línea 1 y sólo cuando la línea 1 no esté produciendo se tendrán en cuenta los datos de los productos realizados en la línea 2, de esta forma no se registra como que no se ha producido durante todo este tiempo, sino que se calcula el OEE con los datos de la línea 2.

Por lo tanto, la afirmación 1 en la verificación de los datos no es correcta y es por esto que se plantea que la recolección de datos se lo realice tanto cuando se fabrica de por la línea 1 de etiquetado como por la línea 2 y cuando el empaçado es manual o es automático.

2.2.4.2 Verificación de sistema de cálculo

- **AFIRMACIÓN 1:** Las fórmulas usadas para el cálculo del OEE son consistentes. Se analizó el archivo en el que se tabulan los datos y con ello se dedujeron las fórmulas usadas para el cálculo, mostradas en la figura 2.8, se compararon con lo que dicta la literatura y son correctas. (Pise, December 2019)

Por lo tanto, la afirmación 1 para la verificación de los datos es confiable y se mantendrán las mismas fórmulas para el cálculo del indicador.

Availability	$\frac{\text{Total Time}(TT) - \text{Scheduled stops}(SS) - \text{Non scheduled stops}(NSS)}{\text{Total Time} - \text{Scheduled stops}}$
Efficiency	$\frac{\text{Real Produccion}}{\text{Theorical Production}} = \frac{\text{Real production}}{(TT - SS - NSS) * \text{Standard speed}}$
Quality	$\frac{\text{Good products}}{\text{Real Production}} = \frac{\text{Total products} - \text{Rework} - \text{Scrap}}{\text{Total productos}}$

Figura 2.8 Fórmulas usadas para el cálculo de disponibilidad, eficiencia y calidad

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

2.2.4.2 Verificación del sistema de recolección de datos

Para verificar el sistema de recolección de datos se dividió el OEE en los tres factores influyentes y para cada uno de ellos, se verificaron los inputs de las fórmulas que se usan para el cálculo.

Indicador de calidad

- AFIRMACIÓN 1: Se ha definido correctamente retrabajo y scrap.

Se verificó con observación directa que no se registran las latas que son reprocesadas por mal etiquetado o codificación. Por otro lado, los desperdicios sí son considerados y se dividen en latas golpeadas, que agrupan en pallets y envían a calidad para su revisión, almacenaje y reúso, y latas retenidas que son desechadas.

Por lo tanto, la afirmación 1 para que define el indicador de calidad no es confiable y se plantea que rediseñarlo en la fase posterior en el rediseño del proceso de cálculo.

LATAS REPROCESO		LATAS DEFECTUOSA	CALIDAD %
✗			
GOLPEADAS	RETENIDOS	CALIDAD %	
505	8	97.63%	
303	15	95.58%	
46	0	99.74%	
40	2	99.81%	
29	0	99.91%	
15	1	99.93%	
20	3	99.73%	
20	3	99.57%	
20	3	99.69%	
20	3	99.69%	

REWORK

SCRAP

Figura 2.9 Detalle de indicador de calidad

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

- AFIRMACIÓN 2: Se tabula correctamente retrabajo y scrap.

Existe un formato estandarizado para el registro de las fallas de calidad, pero no se hace un adecuado uso del mismo ya que en el momento de tabular se usa un formato no estandarizado como referencia. Además, es frecuente que el operador encargado copie y pegue de información registrada previamente, sin borrar la información ingresada anteriormente de las celdas utilizadas para el cálculo del componente de calidad lo que causa valores repetidos. En la columna de reproceso ocurre un 21.75% de las veces y en la columna de retenidas un 25.81%.



Figura 2.10 Registro estandarizado (izquierda) y no estandarizado (derecha) de calidad

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

La afirmación 2 para verificación del indicador de calidad no es confiable dado a los hallazgos de falta de estandarización y de mal ingreso de datos en la hoja de cálculo por lo que se plantea rediseñar el registro y la tabulación de este componente en la parte de diseño del proceso.

Componente de disponibilidad

- AFIRMACIÓN 1: Las razones de paradas están estandarizadas.

Se verificó mediante observación directa que las razones de paros tanto programados como no programados se encuentran estandarizados tanto en el formato formal de registro como en la hoja de cálculo.



SS
NSS

GENERAL	F1	MEETING
	F2	LUNCH
SETUP	F3	LABEL SUPPLY
	F4	INITIAL CLEANING
	F5	FINAL CLEANING

ELECTRIC	F17	ELECTRICAL FAILURE
	F18	WEIGHT CONTROL FAILURE
MECHANICAL	F19	MECHANICAL FAILURE
	F20	RUBBER PUMP FAILURE
	F21	PELLETING FAILURE
	F22	HYDRAULIC FAILURE
OTHERS	F23	OTHERS

GENERAL	F6	LACK OF MATERIAL
	F7	LABEL CALIBRATION
	F8	CHANGE OF FORMATE
	F9	OPERATIONAL FAILURE
	F10	LACK OF AIR
	F11	LACK OF STAFF
	F12	ENCODER HEAD CLEANING
	F13	PRODUCT QUALITY
	F14	LACK OF FORKLIFTS
	F15	PRODUCT RELEASE
	F16	LABELER FAILURE

Figura 2.11 Formatos estandarizados de registro paradas

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Por lo tanto, la afirmación 1 para el análisis del componente de calidad no es confiable debido a los hallazgos encontrados dado que son paradas estandarizadas que no habían sido actualizadas y algunas no sucedan en la línea de etiquetado por lo tanto se plantea en la fase de diseño redefinir y estandarizar las paradas con mayor frecuencia en la línea de etiquetado.

- AFIRMACIÓN 2: El formato estandarizado de registro de paros es usado.

Se verificó mediante observación directa que ni los operadores de planta ni el operador que tabula los datos en la hoja de cálculo usan el formato estandarizado para registrar los tiempos y razones de paradas. Este último usa el mismo formato no estandarizado mostrado en la figura 2.11.

Por lo tanto, la afirmación 1 para el componente de calidad no es confiable y se plantea realizar formatos más funcionales de registro de estandarización de paradas y capacitar al personal en la fase de implementación para el correcto uso de estos formatos.

- AFIRMACIÓN 3: Todo el tiempo de turno es considerado en el OEE.

Se identifica que durante el registro de los datos en el sistema no se consideran todas los paros programadas o no programadas y al calcular el OEE por producto no se

tiene en cuenta el tiempo ocioso de la línea entre un producto y otro, generando inconsistencias en el sistema y un error en el cálculo de la disponibilidad de la línea.

Además, para validar que el cálculo del componente de disponibilidad del OEE diario por parte de la planta es el correcto se realizó una prueba de hipótesis donde se analizó una muestra de 10 datos aleatorios y se estableció como hipótesis nula que las medias del indicador de disponibilidad calculado por la planta son igual a la media calculada considerando todo el turno e incluyendo los valores de los paros planificados y no planificados que no fueron considerados.

Por lo tanto, al realizar el análisis estadístico con un nivel de confianza del 95% se puede concluir que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que quiere decir que las medias entre las dos muestras son diferentes tal como lo muestra la figura 2.12:

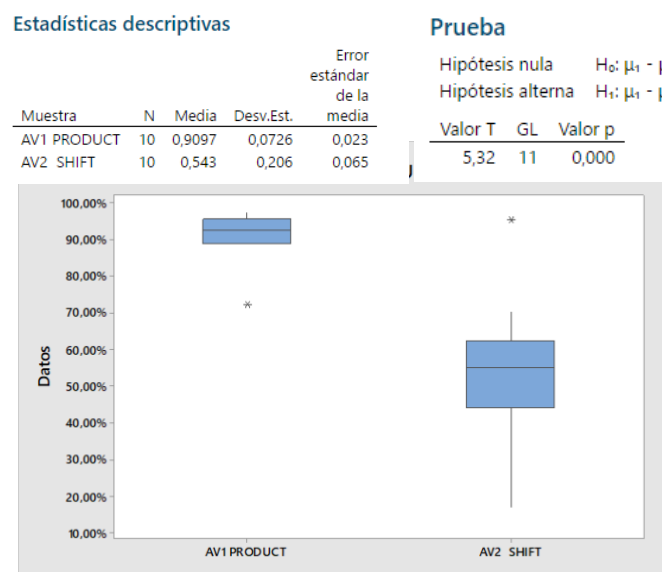


Figura 2.12 Prueba de diferencia de medias

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Componente de Eficiencia

- **AFIRMACIÓN 1:** La producción actual es correcta y es tabulada correctamente.

Se verificó mediante observación directa que los datos de producción actual se registran de manera correcta porque los clientes los comprueban y también se

tabulan de manera correcta porque no se obtienen de formatos no estandarizados, sino con el código de la orden lo verifican en su sistema interno.

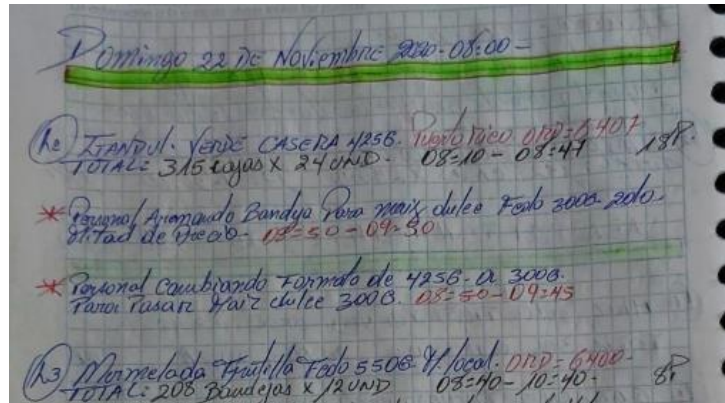


Figura 2.13 Registro no estandarizado de paradas

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

AFIRMACIÓN 2: La estimación de la velocidad estándar es correcta.

Se midió la velocidad de la máquina cuello de botella, la etiquetadora, mediante la grabación de un vídeo de la máquina en funcionamiento y se verificó que esta velocidad considerada por la empresa se encuentra calculada correctamente.

Por lo tanto, la afirmación 2 para el componente de eficiencia es correcta para un solo producto por lo que se plantea realizar un estudio de tiempos más detallado para establecer las velocidades estándar dependiendo del tipo de empaquetado y de la línea de producción que se está utilizando.

2.3 Análisis

Posterior a la recolección de los datos y respecto a los hallazgos obtenidos en la fase de medición, en esta fase de análisis se examinaron las diferentes opciones para el rediseño del proceso de cálculo del OEE el cual consistió en 4 fases:

2.3.1 Lluvia de ideas de soluciones

Para la selección de las ideas y tomando en cuenta los hallazgos encontrados en la fase anterior en conjunto con el equipo de trabajo: el jefe de producción, el ingeniero de proyectos y la supervisora de producción se generó una lluvia de ideas de posibles soluciones para la oportunidad de mejora establecida en el capítulo 1, por lo que se obtuvieron las siguientes ideas:

- Rediseñar el proceso de tal forma que se lo siga haciendo manualmente.
- Automatizar el proceso para el cálculo del OEE

2.3.2 Descripción de opciones de diseño

En esta sección se describen más a detalle las opciones de diseño:

2.3.2.1 Rediseño del proceso de cálculo de OEE automático

Para la opción de automatizar el proceso se consideró cotizar un sistema que resolviera los tres aspectos que se habían identificado en la fase anterior que consistía en la recolección, tabulación y el análisis de los datos, para esto la empresa a la cual se le solicitó la cotización ofrecía un paquete completo que cubría los tres aspectos.

Componente de eficiencia

El proceso para la recolección de datos consistía en la instalación de sensores que registren el número de latas que salían de la máquina etiquetadora por minuto y de esta forma calcular el componente de eficiencia para el indicador debido a que se toman los datos directamente de los equipos.

Componente de disponibilidad y calidad

Por su parte para el registro de esta información era necesario la implementación de teléfonos inteligentes o tablets para que se puedan registrar las paradas de las máquinas, el cuál debía ser monitoreado por un operador calificado para la digitalización de las paradas no programadas, las razones de las paradas y los defectos de calidad que ocurrían en la línea de etiquetado.

Para esto se realizó una cotización detallada de lo que implicaba la instalación de todo este sistema, como se observa en las tablas 2.5 y 2.6, las cuales muestran los costos de inversión, adquisición de equipos para el registro, instalación, costos por licencias y los costos por membresía.

Tabla 2.5 Costos asociados a la instalación y adquisición de equipos.

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Costo inversion	\$ 1.800,00
Costo tablets (4*200\$)	\$ 800,00
Costo de tarjeta extra	\$ 80,00
Costo de licencia (mensual por usuario)	\$ 15,00

Tabla 2.6 Costos extras por números de licencias y membresía

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Cantidad de tarjetas extra	3
Número de usuarios con licencia	6
Costo de tarjeta extra	\$ 240,00
Costo de licencia (mensual por usuario)	\$ 90,00
Costo mensual	\$ 330,00

2.3.2.2 Rediseño del proceso de cálculo de OEE manual

Para esta opción se consideró optar por el factor humano y hacer uso de los recursos con los que contaba la empresa de tal forma que no se tengan que hacer inversiones económicas y que se trabaje en el cambio cultural de las personas con respecto al cálculo del indicador de OEE, es por esto que se propuso:

- Realizar una adecuación de los formatos a los puestos de trabajos.
- Rediseñar los formatos que los operadores utilizaran para el registro de la información de tal forma que sean más sencillos, claros, rápidos de llenar.
- Rediseñar la hoja de cálculo para facilitar el ingreso de los datos.
- Rediseñar la hoja de cálculo para el análisis de los datos.
- Diseñar un dashboard que permita monitorear de mejor manera el cálculo del indicador.
- Capacitar al personal directamente involucrado en el proceso de cálculo del indicador OEE.

Para esto se realizó una cotización detallada de lo que implicaba la implementación de esta propuesta de diseño la misma que se ve reflejada en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Costos asociados a la implementación del rediseño manual

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

Impresión de formatos para el registro de información	\$ 3,20
Compra de tableros y esferos para llenar los formatos	\$ 6,00
TOTAL	\$ 34,20

Se han descrito las opciones de diseño y se analizó el costo de inversión asociado a cada una de las propuestas de tal forma que ambas propuestas cumplen con la necesidad de solucionar los problemas hallados en la etapa anterior, pero con costos de implementación asociados muy diferentes siendo este un factor importante debido a la restricción de presupuesto establecido por la empresa.

2.3.3 Análisis de opciones conforme a las restricciones de diseño

Para el análisis de opciones se mantuvo una entrevista directa con el gerente de la planta, el ingeniero de proyectos y el jefe de producción donde se analizaron las dos opciones de diseño establecidas como soluciones potenciales, con el uso de la herramienta Pugh's (técnica de selección de conceptos) y se las evaluó si estas opciones cumplen con las restricciones de diseño.

Tabla 2.8 Pugh's técnica de selección por restricciones y necesidades de diseño

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

Criterio	Importancia	Opciones de diseño	
Restricción de diseño		Rediseño automático	Rediseño Manual
Presupuesto	5	-	+
Infraestructura	3	+	+
Trabajo con el personal de la planta	5	-	+
Claridad en la estandarización de las razones	3	+	+
Sencillez en el registro de los datos	4	+	+
Trabajar en cambio de cultura laboral de los operadores	5	-	+
Correcta tabulación de los datos	5	+	+

Registro de todos los paros programados y no programados	4	+	-
Corto tiempo de análisis de los datos	3	+	-
TOTAL (+)		6	7
TOTAL (-)		3	1
Total peso (+)		22	30
Total peso (-)		15	7
Peso Total		7	23

2.3.4 Análisis de opciones conforme a las necesidades del cliente

Para decidir qué opción de diseño era la apropiada para su implementación se mantuvo una reunión con el gerente de la planta, el ingeniero de proyectos y el jefe de producción donde se analizaron las dos opciones de diseño, para evaluar el impacto de estas propuestas en comparación de la situación actual de la planta, donde se hizo uso de la herramienta Pugh's técnica de selección de conceptos.

Por lo tanto, de acuerdo a lo mostrado en la tabla 2.8 la opción que más se ajusta a las necesidades del cliente es la del rediseño manual debido a que tiene mayor puntuación que a la automática. A pesar de que gerencia estaba consciente que realizar un proceso automatizado era mejor, optó por la opción del rediseño manual debido a que su prioridad es cambiar la cultura en el manejo de indicadores por parte del personal operativo de la planta, además de la restricción de presupuesto, por lo que la opción que más se ajusta a esto es la de realizar un rediseño del proceso de cálculo de OEE de forma manual, que fue la propuesta escogida por el gerente de la planta.

2.4 Diseño

Una vez analizadas las opciones de diseño y en conjunto con el equipo de trabajo se seleccionó la mejor propuesta para su implementación. Posteriormente, se detalla las fases del diseño del proceso para el cálculo de OEE de forma manual.

El proceso se focalizó en el diseño y rediseño de los aspectos establecidos en la etapa de análisis, de tal manera que cumpla con las necesidades del cliente y las especificaciones de diseño por lo que se trabajó en:

- Rediseñar el proceso de recolección de datos.
- Rediseño de la hoja de cálculo del indicador de OEE.

- Diseño de capacitaciones destinadas al personal directamente involucrado con el proceso de cálculo de OEE.
- Diseño de un dashboard para el mejor análisis de datos.

2.4.1 Rediseñar el proceso de recolección de datos.

Registro del formato de tiempos para el componente de disponibilidad.

Para este proceso se rediseñó el formato de registro de datos para tiempos como lo muestra la figura 2.14, donde se registran las paradas programadas, las paradas no programadas y se estandarizó las razones más frecuentes por las que suceden cada uno de estos tipos de paradas como lo muestran la tabla 2.9

Tabla 2.9 Estandarización de tipos de paradas más frecuentes

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

ID	PARADAS	TIPO
F1	REUNIÓN	PARADAS PROGRAMADAS
F2	ALIMENTACIÓN	
F4	LIMPIEZA	
F5	PREPARACIÓN DE LÍNEA	PERSONAL
F6	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA	
F7	CAMBIO DE FORMATO	
F16	FALLA OPERACIONAL	
F17	FALTA DE PERSONAL	
F8	FALTA DE MATERIAL	MATERIAL
F9	FALTA DE MONTACARGAS	
F10	CALIDAD DEL MATERIAL	
F11	LIBERACIÓN DE PRODUCTO	
F12	FALLA ELÉCTRICA	EQUIPO
F13	FALLA MECÁNICA	
F14	FALLA DEL CODIFICADOR	
F15	FALTA DE AIRE	

REPORT DE TIEMPOS DE PROCESO Y PARADAS PARA CONTROL DE OEE EN ETIQUETADO										FO UNA/PCE-P1 #33 REV #0 16/11/2020																																																			
FECHA DE PRODUCCIÓN 		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>EQ</th> <th>EQUIPO</th> </tr> <tr> <td>M1</td> <td>DESPALETIZADO</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>CODIFICADORA</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>INS VACIO</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>RAYOS X</td> </tr> <tr> <td>M5</td> <td>ETIQUETADORA</td> </tr> <tr> <td>M6</td> <td>ENCARTONADO</td> </tr> </table>		EQ	EQUIPO	M1	DESPALETIZADO	M2	CODIFICADORA	M3	INS VACIO	M4	RAYOS X	M5	ETIQUETADORA	M6	ENCARTONADO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>ID</th> <th>PARADAS PROGRAMADAS</th> </tr> <tr> <td>P1</td> <td>REUNIÓN</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>ALIMENTACIÓN</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td>LIMPIEZA</td> </tr> </table>		ID	PARADAS PROGRAMADAS	P1	REUNIÓN	P2	ALIMENTACIÓN	P4	LIMPIEZA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <td>P5</td> <td>PREPARACIÓN DE LINEA</td> </tr> <tr> <td>P6</td> <td>CALIBRACIÓN DE MÁQUINA</td> </tr> <tr> <td>P7</td> <td>CAMBIO DE FORMATO</td> </tr> </table>				P5	PREPARACIÓN DE LINEA	P6	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA	P7	CAMBIO DE FORMATO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>MATERIAL</th> </tr> <tr> <td>P8</td> <td>FALTA DE MATERIAL</td> </tr> <tr> <td>P9</td> <td>FALTA DE MONTACARGAS</td> </tr> <tr> <td>P10</td> <td>CALIDAD DEL MATERIAL</td> </tr> <tr> <td>P11</td> <td>LIBERACIÓN DE PRODUCTO</td> </tr> </table>			MATERIAL	P8	FALTA DE MATERIAL	P9	FALTA DE MONTACARGAS	P10	CALIDAD DEL MATERIAL	P11	LIBERACIÓN DE PRODUCTO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>EQUIPOS</th> </tr> <tr> <td>P12</td> <td>FALLA ELÉCTRICA</td> </tr> <tr> <td>P13</td> <td>FALLA MECÁNICA</td> </tr> <tr> <td>P14</td> <td>FALLA DEL CODIFICADOR</td> </tr> <tr> <td>P15</td> <td>FALTA DE AIRE</td> </tr> </table>			EQUIPOS	P12	FALLA ELÉCTRICA	P13	FALLA MECÁNICA	P14	FALLA DEL CODIFICADOR	P15	FALTA DE AIRE
EQ	EQUIPO																																																												
M1	DESPALETIZADO																																																												
M2	CODIFICADORA																																																												
M3	INS VACIO																																																												
M4	RAYOS X																																																												
M5	ETIQUETADORA																																																												
M6	ENCARTONADO																																																												
ID	PARADAS PROGRAMADAS																																																												
P1	REUNIÓN																																																												
P2	ALIMENTACIÓN																																																												
P4	LIMPIEZA																																																												
P5	PREPARACIÓN DE LINEA																																																												
P6	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA																																																												
P7	CAMBIO DE FORMATO																																																												
	MATERIAL																																																												
P8	FALTA DE MATERIAL																																																												
P9	FALTA DE MONTACARGAS																																																												
P10	CALIDAD DEL MATERIAL																																																												
P11	LIBERACIÓN DE PRODUCTO																																																												
	EQUIPOS																																																												
P12	FALLA ELÉCTRICA																																																												
P13	FALLA MECÁNICA																																																												
P14	FALLA DEL CODIFICADOR																																																												
P15	FALTA DE AIRE																																																												
TURNO <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">00:00 - 08:00</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>08:00 - 16:00</td> <td></td> </tr> </table>		00:00 - 08:00		08:00 - 16:00																																																									
00:00 - 08:00																																																													
08:00 - 16:00																																																													
LINEA:																																																													
NOMBRE DEL PRODUCTO	PARADA		EQ	OBSERVACIONES	ID FALLA	PARADAS MENORES [1-Z=1-]																																																							
	INICIO	FIN				ETIQUETA DESPECADA	ETIQUETA DESCALIBRADA	LATA CAÍDA EN LA ENCARTONADORA																																																					
#Orden Fabricacion																																																													
#Orden Fabricacion																																																													
#Orden Fabricacion																																																													

Figura 2.14 Formato para la recolección de información de tiempos

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

Formato de registro de scrap para el componente de calidad.

Para este proceso se rediseñó el formato de registro de datos de los productos que se consideran como desperdicios, los mismos se los identifica porque la lata ha llegado con algún defecto de calidad: lata abierta, golpeada, mal llenada al vacío, soplada o porque el equipo de rayos “x” ha detectado algún cuerpo extraño. El formato quedó establecido como lo muestra la figura 2.15.

Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria

REPORTES DIARIOS DE SCRAP PARA CONTROL DE QEE EN ETIQUETADO		Órg. Producción FD UNA/VCB-PL 033 REV 00 16/11/2020												
FECHA DE PRODUCCIÓN														
TURNO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">08:00 - 20:00</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>20:00 - 08:00</td> <td></td> </tr> </table>		08:00 - 20:00		20:00 - 08:00									
08:00 - 20:00														
20:00 - 08:00														
LÍNEA #:														
NOMBRE DEL PRODUCTO	PRODUCTO DEFECTUOSO	CONSUMO TOTAL												
_____ # Orden Fabricación														
_____ # Orden Fabricación														
_____ # Orden Fabricación														
_____ # Orden Fabricación														
_____ # Orden Fabricación														
_____ # Orden Fabricación														
_____ # Orden Fabricación														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">INSTRUCTIVO</th> <th rowspan="2" style="width: 20%;"></th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;">QUÉ</th> <th style="width: 20%;">DÓNDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Ulenar qué producto se está realizando y su orden de fabricación.</td> <td>NOMBRE DEL PRODUCTO</td> <td rowspan="3" style="vertical-align: top;"> ELABORADO POR _____ SUPERVISADO POR _____ </td> </tr> <tr> <td>2. Contar cuántas latas defectuosas hay y registrar.</td> <td>PRODUCTO DEFECTUOSO</td> </tr> <tr> <td>3. Al final de cada orden de fabricación contar y registrar el número de latas defectuosas.</td> <td>CONSUMO TOTAL</td> </tr> </tbody> </table>			INSTRUCTIVO			QUÉ	DÓNDE	1. Ulenar qué producto se está realizando y su orden de fabricación.	NOMBRE DEL PRODUCTO	ELABORADO POR _____ SUPERVISADO POR _____	2. Contar cuántas latas defectuosas hay y registrar.	PRODUCTO DEFECTUOSO	3. Al final de cada orden de fabricación contar y registrar el número de latas defectuosas.	CONSUMO TOTAL
INSTRUCTIVO														
QUÉ	DÓNDE													
1. Ulenar qué producto se está realizando y su orden de fabricación.	NOMBRE DEL PRODUCTO	ELABORADO POR _____ SUPERVISADO POR _____												
2. Contar cuántas latas defectuosas hay y registrar.	PRODUCTO DEFECTUOSO													
3. Al final de cada orden de fabricación contar y registrar el número de latas defectuosas.	CONSUMO TOTAL													

Figura 2.15 Formato para la recolección de información de scrap

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Para este proceso se rediseñó el formato de registro de datos de los productos que han sido puestos nuevamente en la línea de producción o en su defecto de alguna forma han sido reprocesados como: lata a la que se le ha pegado nuevamente la etiqueta de forma manual o se le ha cambiado el código, por lo que el formato quedó definido como lo muestra la figura 2.16.

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Distribución de los puntos de uso de formatos.

De acuerdo a la distribución de la línea de producción de etiquetado se realizó una prueba piloto dónde se identificaron los puntos críticos en los que se debería de recolectar la información, y además se mantuvo una reunión con el jefe de producción y con la supervisora de producción los cuales corroboraron y se acordó en que sitio se tomara esta información. Se establecieron 4 puntos críticos que son:

- **Despaletizado:** donde se registrará la información de los productos defectuosos.
- **Inspección 1:** es donde se encuentra la codificadora y se estableció como uno de los puntos de registro de producto terminado.
- **Inspección 2:** es donde se encuentra el equipo de rayos “x”, y en este punto se hará uso del formato para la recolección de información de tiempos.
- **Inspección 3:** este punto se encuentra ubicado al final de la etiquetadora y se hará uso de un formato para el registro de información de productos reprocesados.

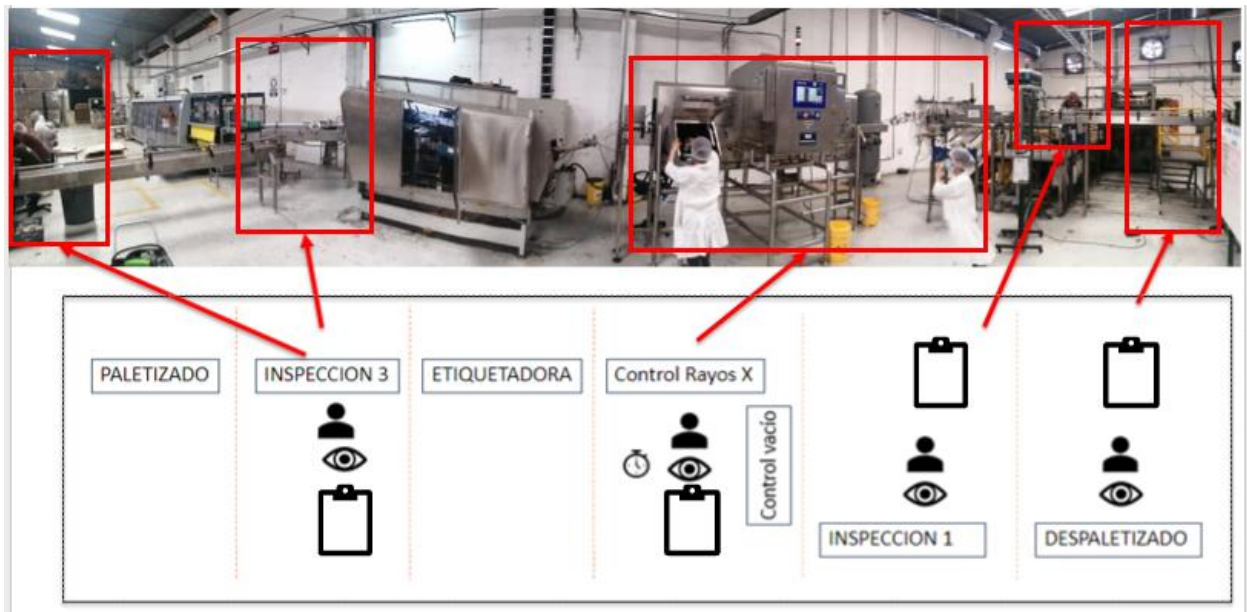


Figura 2.17 Distribución de los puntos de uso de formatos

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

2.4.2 Rediseño de la hoja de cálculo

La hoja de cálculo consta de varios aspectos de tal forma que se pueda ingresar la información recolectada adecuadamente, es por esto que se diseñó en un programa de Visual Basic una tabla en la que se ingrese la información de manera sencilla y que evite los errores de ingreso por copiar y pegar información registrada previamente. Además, se estandarizaron solo los parámetros necesarios para el cálculo de acuerdo a los nuevos formatos diseñados.

Tabulación_datos

PRODUCTO

Orden_producción

1254896

Cantidad_cajas

1200

Código_SAP

222566

Unidades_por_caja

24

Hora_inicio

08:00

Hora_fin

20:00

Fecha

20/01/2021

Línea

Línea 1 Manual

Línea 1 Automática

Línea 2 Manual

Línea 2 Automática

PARADAS NO PROGRAMADAS

ARRANQUE

Preparación_línea

30

Calibración_máquina

Cambio_formato

10

MATERIAL

Falta_material

Falta_montacargas

Calidad_material

35

Liberación_producto

EQUIPO

Falla_eléctrica

18

Falla_mecánica

Falla_codificador

Falta_aire

PERSONAL

Falta_personal

Falla_operaciona

16

PARADAS PROGRAMADAS

Reunión

Alimentación

30

Limpieza

30

Guardar

Limpiar

CALIDAD

Retrabajo

125

Scrap

222

Figura 2.18 Programa para la tabulación de los datos en la hoja de cálculo

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

2.4.3 Rediseño del proceso de análisis de datos

El análisis de los datos no era monitoreado de forma confiable por lo que se diseñó un dashboard como lo muestra la figura 2.19 y el apéndice D, el cual permita filtrar y llevar un control detallado de las fechas de producción, formatos producidos, órdenes de producción, SKU's y familias de productos, y que todo esto se pueda apreciar de una manera visual más sencilla de interpretar y que cualquier persona que se encargue del análisis de la información esté en capacidad de realizarlo de forma adecuada.

OEE- Overall Equipment Effectiveness (Línea de etiquetado)



Figura 2.19 Dashboard para el análisis del indicador OEE de la línea de etiquetado

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

2.4.4 Capacitación al personal involucrado en el cálculo del indicador

Como una de las principales necesidades del cliente se diseñaron capacitaciones a los operadores encargados de la recolección de datos, los líderes de producción, y cada uno de los departamentos que influyen en este proceso como calidad, y mantenimiento para que estén alineados al mismo objetivo que es brindar un indicador que sea confiable y refleje la situación actual de la planta, por lo que se incluyeron temas como:

- Que es OEE y la importancia de su buen cálculo.
- Los beneficios de un correcto cálculo del indicador.
- Cómo hacer uso de los formatos.
- Qué componentes se van a medir.
- Cómo trabajar en equipo.
- Cómo interpretar correctamente los resultados obtenidos.

Las capacitaciones se las realizaron por grupos de operadores como se lo muestra en la figura 2.20 y el apéndice B.



Figura 2.20 Capacitación al personal involucrado en el cálculo del indicador

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Una vez analizados todos estos aspectos se realizaron reuniones con el jefe y la supervisora de producción, quienes validaron cada uno de los puntos diseñados y se estableció el plan de implementación como lo muestra la figura 2.21.

Qué	Por qué	Cómo	Dónde	Quién	Costo	Dónde	Estado
Rediseño y mejorar los formatos para el proceso de recolección de datos	Porque el rediseño de los formatos incrementará la tasa de uso de los mismos y mejorará el proceso de toma de datos.	Analizando y mejorando los formatos que se utilizan actualmente para el cálculo.	En el proceso de etiquetado y empacado en la línea 1 en la planta de Babahoyo	Líder de proyecto	N/A	Enero del 2021	Planificado
Rediseño y mejorar la hoja de cálculo OEE	Porque se reducirá el tiempo dedicado al tratamiento de los datos y se reducirán los errores al ingresar los datos.	Analizando y mejorando la forma en que se ingresen los datos y se realiza el cálculo de OEE	En los equipos utilizados por el departamento de producción	Líder de proyecto	N/A	Enero del 2022	Planificado
Diseño de instructivos de capacitación personal involucrado en el cálculo de OEE de la línea de etiquetado	Porque se reducirá la resistencia al cambio por parte de los involucrados del proceso y se mejorará el cálculo del indicador.	Impartiendo un curso al personal de la planta sobre la importancia y cómo calcular de mejor manera el OEE.	A los operadores y administrativos involucrados en el proceso de cálculo de OEE en la línea 1 de etiquetado	Líder de proyecto	N/A	Enero del 2023	Planificado
Diseño de un dashboard para el análisis de datos	Se mejorará el cálculo del indicador de OEE y reducirá el tiempo de análisis de los datos y resultados.	Analizando y mejorando la forma en que se registran los datos y se realiza el cálculo de OEE	En los equipos utilizados por el departamento de producción	Líder de proyecto	N/A	Enero del 2024	Planificado

Figura 2.21 Plan de implementación de los puntos diseñados

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

De acuerdo a la tabla 2.1 donde se especifican las necesidades del cliente y se resaltaron las de mayor impacto e interés, se implementaron las mejoras de tal forma que se ajusten a estas necesidades, y restricciones de diseño.

3.1 Evaluación del nuevo proceso de recolección de datos

De acuerdo a lo establecido en la etapa de medición se implementó el uso de nuevos formatos para la recolección de información para el cálculo del OEE; para esto se capacitó a los colaboradores involucrados en el proceso cumpliendo así con una de las necesidades del cliente que consistía en al menos el 50% de las personas que trabajan en la línea de etiquetado tanto personal eventual como personal estable esté en la capacidad de realizar una correcta recolección de datos haciendo un buen uso de los formatos.

Se realizó una prueba entre el 19 y el 25 de enero del 2021 en el cual se le entregaron los nuevos formatos al personal que había sido capacitado y se identificaron que las habilidades para llenar los formatos habían aumentado significativamente dado que ahora todo el registro para el cálculo del OEE se lo realizó en formatos estandarizados y ya no en hojas sueltas.

La tasa de uso de formatos aumentó, considerando que previo a la implementación existían 5 formatos de recolección de información para el cálculo del indicador, de los cuales el 40% de ellos no se encontraba estandarizado. Además, con la implementación del nuevo proceso de recolección de datos el 100% de los formatos utilizados para la recolección de la información se encuentran estandarizados.

3.2 Evaluación del nuevo proceso de tabulación

Para el nuevo proceso de tabulación de datos se implementó una nueva hoja de cálculo que permita al usuario ingresar la información de una manera más sencilla y que evite los errores de copiar y pegar información registrada anteriormente para el cálculo de OEE de días posteriores. Se realizó una comparación del actual ingreso de información, el cual se analizó a través de una variable binaria y se registró que existía

un 25.81% de error en su tabulación ya que 175 de 678 datos habían sido copiados de información previa como lo muestra la figura 3.1.

LATAS REPROCESO		LATAS DEFECTUOSA		CALIDAD %
GOLPEADAS	GOLP	RETENIDOS	RET	CALIDAD %
505	0	8	0	97.69%
303	0	15	0	95.58%
46	0	0	0	99.74%
40	0	2	0	99.81%
29	0	0	0	99.91%
15	0	1	0	99.93%
20	0	3	0	99.73%
20	1	3	1	99.97%
20	1	3	1	99.68%
20	1	3	1	99.69%

Figura 3.1 Error en la tabulación de la información

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Por otro lado, en la implementación del nuevo método de registro probado entre el 19 y 25 de enero del 2021 no se registraron este tipo de errores de ingreso de información como se muestra en la figura 3.2, mejorando el proceso de ingreso de datos en un 74.19% lo que indica que la tabulación de la información con el método propuesto es más confiable que el anterior la que la tasa de error disminuyo a 0%.

REPROCESO	SCRAP	CALIDAD %
967	211	98.08%
398	63	98.98%
566	69	96.67%
0	0	100.00%
0	0	100.00%
181	388	98.67%
55	156	99.71%
122	117	99.25%
0	0	100.00%

Figura 3.2 Correcta tabulación de la información

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

3.3 Evaluación del nuevo proceso de análisis

La evaluación de los datos se la realizó con la nueva hoja de cálculo la cuál fue diseñada para evitar errores y el análisis muestre información más confiable con el cuál se puedan tomar acciones en base a estos resultados obtenidos.

Durante la prueba en el periodo de implementación en la semana del 19 al 25 de enero del 2021 se identificó que no existían valores de OEE superiores al 100% en comparación a los datos analizados en el capítulo de definición, por lo que de acuerdo a la figura 3.3 se observa que la media de OEE en la prueba realizada es de 40.16% comparado al promedio de OEE en la fase inicial de este proyecto que era del 93.06% y mostraba valores superiores al 100%.

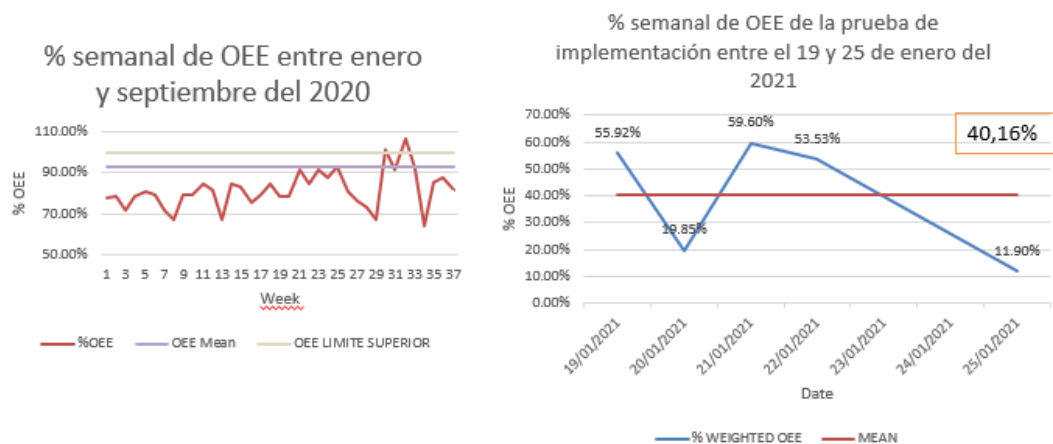


Figura 3.3 Comparación del cálculo de OEE de la forma anterior vs la actual

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Con estos resultados y en conjunto con el ingeniero de proyectos de la empresa se analizaron los costos de fabricación en los que se incurre por la baja eficiencia de las máquinas debido a paradas no programadas, en el que bajo el supuesto de que el personal operativo no se encuentre realizando actividades que no agreguen valor al proceso de etiquetado porque el equipo se encuentre detenido, la empresa incurriría en un costo de oportunidad por mano de obra operativa como lo muestra la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Análisis de comparación del costo de oportunidad con % OEE Anterior vs % OEE actual entre el 19 y 25 de enero del 2021

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

PROFITS							
DÍA	COSTO PRODUCCION MANO DE OBRA		DISPONIBILIDAD		COSTO OPORTUNIDAD MANO DE OBRA		DIFERENCIA
	COSTOS DE PRODUCCIÓN /HR	COSTOS DE PRODUCCIÓN / MIN	PARADAS (NP) OEE ACTUAL	PARADAS (NP) OEE PROPUESTO	COSTO DE OPORTUNIDAD OEE ACTUAL	COSTO DE OPORTUNIDAD OEE PROPUESTO	COSTO DE OPORTUNIDAD QUE NO SE ESTA CONSIDERANDO
19	77	1,28	68	90	\$87,27	\$115,50	\$28,23
20	77	1,28	36	338	\$46,20	\$433,77	\$387,57
21	77	1,28	68	208	\$87,27	\$266,93	\$179,67
22	77	1,28	66	66	\$84,70	\$84,70	\$-
25	77	1,28	0	70	\$-	\$89,83	\$89,83
					\$305,43	\$990,73	\$685,30

Por lo tanto como muestra la tabla 3.1 si se toma en cuenta el registro como lo lleva a cabo la empresa y se utilizan estos valores de paradas no programadas el costo de oportunidad por mano de obra que puede identificar la empresa es de \$305.43, por su parte al considerar el nuevo proceso de cálculo del OEE y con una media de 40.16% el verdadero costo de oportunidad es de \$990.73 por semana, lo que significa que la empresa no percibe \$685.30 por costos de oportunidad enfocado solamente en mano de obra.

Por lo tanto con el rediseño del proceso de cálculo de OEE y de acuerdo a los objetivos de diseño de desarrollo sostenible se logró que en la parte social se mejoren las condiciones para la entrega de incentivos mensuales a los colaboradores reduciendo el porcentaje de impacto del cálculo del OEE del 50% al 33% comparándolo con otros indicadores utilizados para la entrega de estos incentivos, como calidad del producto y quejas por parte de clientes, además en la parte económica se identificó una diferencia del costo de oportunidad de \$685.30 que la empresa no percibía por el cálculo erróneo del indicador. Por su parte en el ámbito ambiental se comenzó a aprovechar las latas desperdiciadas por defectos de calidad o por reprocesos acumulándolas y vendiéndolas al reciclaje por kilogramos.

De acuerdo a las especificaciones de mayor importancia para el cliente se logró implementar el nuevo diseño de cálculo del indicador de OEE en la línea de etiquetado,

donde se definieron correctamente los conceptos de desperdicios, reprocesos, paradas programadas y paradas no programadas para su correcta tabulación al momento de la recolección de esta información y al momento de ingresar los datos al sistema, haciendo que se usen los formatos estandarizados en un 100% al momento de recolectar la información, capacitando al 70% del personal de la línea de etiquetado para reducir la resistencia al cambio y exista mayor involucramiento por parte de los colaboradores para el cálculo del OEE, y con esto se logró reducir el error de la recolección, tabulación y cálculo del indicador al no obtener valores de OEE superiores al 100% en la prueba piloto realizada entre el 19 y el 25 de enero del 2021.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se verificó el sistema de recolección, ingreso, y análisis de la información recolectada para el cálculo e interpretación del indicador de OEE de la línea de etiquetado de la compañía para la identificación de oportunidades de mejora para el posterior rediseño del sistema de cálculo del indicador.
- Se analizaron dos propuestas para el rediseño del cálculo y análisis del indicador de OEE en la línea de etiquetado, una propuesta de recolección de información manual y otra automática, en la que por restricciones económicas la propuesta seleccionada por el gerente de la planta fue la de recolección y análisis manual dado que la propuesta de recolección automática tenía un costo asociado de \$3.025 más \$300 mensuales por mantener las licencias, a diferencia de la propuesta manual que tenía un costo asociado de \$34.20.
- Se implementó el nuevo diseño propuesto de recolección y análisis de información para el cálculo del indicador de OEE de la línea de etiquetado, donde se entregaron nuevos formatos para la recolección de la información, se capacitó a los involucrados en el proceso de cálculo del indicador, se implementó un nuevo sistema de ingreso de información en una hoja de cálculo y se entregó un dashboard para el análisis de la información.
- Con el adecuado cálculo del OEE se pudo identificar el verdadero costo de oportunidad de la empresa que es de \$990.73 semanales, debido al costo por hora hombre generado por paradas no programadas, a diferencia del costo de oportunidad con el método anterior que reflejaba solo \$305.43 por semana.
- Realizar un trabajo en conjunto con los operadores y brindarles las capacitaciones necesarias generó un mayor compromiso de su parte en el proceso de cálculo de OEE.

- La información utilizada para el cálculo del indicador de OEE ahora es más confiable y muestra la situación actual de la empresa.
- Se logró capacitar el 70% del equipo de la línea de etiquetado en el cálculo de OEE.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el proceso de cálculo de OEE sea implementado en otras áreas de tal forma que se manejen los mismos términos en toda la empresa.
- Considerando que la variedad de SKU's era una de las restricciones del proyecto es recomendable monitorear o realizar un levantamiento de información de acuerdo a la velocidad estándar de los equipos.
- Continuar con el cálculo del OEE y en lo posible realizarlo de manera automatizada para evitar el error humano y obtener un indicador más confiable.

BIBLIOGRAFÍA

D.Phanindra Kshatra, R. P. (2020). Calculation and improving the Overall Equipment Effectiveness for Textile Industry Machine. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 6.

Kshatr, D. P. (September 2020). *Calculation and improving the Overall Equipment*. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. Obtenido de <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter193892020.pdf>

Piran, F. A. (2020). Overall Equipment Effectiveness: Required but not Enoug. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 16.

Pise, A. A. (December 2019). *Overall equipment effectiveness analysis and*. Maharashtra, India: Government College of Engineering Karad.

R.Almeanazel, O. T. (2010). Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 6.

Stamatis, D. H. (2011). *The OEE Premier*. x: CRC Press.

Varisco, M. M. (2020). *Overall Equipment Effectiveness: consistency of ISO standard with literature*. Roma, Italia: Elsevier. Obtenido de <http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-84871325982&origin=inward&txGid=84EC3EA38469889B4CBC54DDB5B9B3C9.WeLimyRvBMk2ky9SFKc8Q%3a40#>

APÉNDICES

APÉNDICE A

En esta sección se registran como soporte los formatos diseñados y entregados a la empresa para la recolección de datos, como el formulario para el registro de tiempos de paradas y el formato para el registro de información para el componente de calidad.

REPORTES DIARIOS DE DEFECTOS DE CALIDAD PARA CONTROL DE OEE EN ETIQUETADO		FO UNA/VCB-PL 033 REV 00 16/11/2020															
FECHA DE PRODUCCIÓN: _____																	
TURNO	08:00 - 20:00																
	20:00 - 8:00																
LINEA #:	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">POSICIÓN RETRABAJO</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Inspección</td> <td>Codificadora</td> <td>Rayos X</td> <td>Final de la etiquetadora</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		POSICIÓN RETRABAJO					1	2	3	Inspección	Codificadora	Rayos X	Final de la etiquetadora			
	POSICIÓN RETRABAJO																
	1	2	3														
Inspección	Codificadora	Rayos X	Final de la etiquetadora														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>POSICIÓN SCRAP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Despaletizado</td> </tr> </tbody> </table>		POSICIÓN SCRAP	Despaletizado													
POSICIÓN SCRAP																	
Despaletizado																	
NOMBRE DEL PRODUCTO	PRODUCTO CON DEFECTOS	CONSUMO TOTAL															

# Orden Fabricación																	

# Orden Fabricación																	

Figura 1 Formato propuesto para registro de desperdicios y defectos de calidad

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

En la figura 1 se puede apreciar el formato con el que la empresa registrará la información perteneciente a desperdicios y retrabajos que influyen en el componente de calidad para el cálculo del indicador de OEE, para lo cual el operador que realice este registro tendrá que seleccionar en que posición de la línea de producción lo está realizando, codificadora, rayos x, final de la etiquetadora, o despaletizado como lo muestra la figura 2, de la misma manera la persona encargada de llenar el formato tendrá que registrar la orden de producción y en producto defectuoso registrar la contabilidad de latas mal etiquetadas, abiertas, golpeadas o con cualquier otro defecto de calidad que presente.

POSICIÓN RETRABAJO			
	1	2	3
Inspección	Codificadora	Rayos X	Final de la etiquetadora

POSICIÓN SCRAP
Despaletizado

Figura 2 Posiciones donde se registrará información para el componente de calidad

Fuente: Elaboración propia
Dayana Masache/ Mike Valarezo

REPORTE DE TIEMPOS Y PARADAS PARA CONTROL DE OEE EN ETIQUETADO										FD UNA/VC-BP-033 REV 00 18/11/2020			
FECHA DE PRODUCCIÓN		EQ MS MS MS MS MS		EQ MS MS MS MS MS		ID F1 F2 F4		PARADAS PROGRAMADAS REUNIÓN ALIMENTACIÓN LIMPIEZA		PERSONAL F5 F6 F7 F8 F9 F10 F11 F12 F13 F14 F15 F16 F17		PARADAS NO PROGRAMADAS F1 F2 F4 F5 F6 F7 F8 F9 F10 F11 F12 F13 F14 F15 F16 F17	
TURNO 08:00 - 20:00 20:00 - 08:00		LINEA N° 		PARADA INICIO FIN		EQ 		OBSERVACIONES 		ID FALLA 		PARADAS MENORES (≤ 2min) ETIQUETA DESPREGIADA ETIQUETA DESCALIBRADA LATA CAÍDA (ENCARTONADORA)	

Figura 3 Formato propuesto para registro de paradas programadas y no programadas

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

La figura 3 muestra el formato propuesto para el registro de paradas programadas y paradas no programadas en el cual se estandarizaron las razones por las que suceden este tipo de paradas con mayor frecuencia como se detallan en las tabla 1 y 2, por lo que la persona encargada de llenar los formatos tendrá que especificar en qué equipo se ha producido la parada, que tipo de parada ha sido y el tiempo de inicio y fin de la parada, de la misma manera tendrá que registrar el tiempo de las paradas menores detalladas en la tabla 4.

Tabla 1 Tipo de paradas programadas y no programadas estandarizadas

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

ID	PARADAS PROGRAMADAS
F1	REUNIÓN
F2	ALIMENTACIÓN
F4	LIMPIEZA
F5	PREPARACIÓN DE LÍNEA
F6	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA
F7	CAMBIO DE FORMATO
F8	FALTA DE MATERIAL
F9	FALTA DE MONTACARGAS
F10	CALIDAD DEL MATERIAL
F11	LIBERACIÓN DE L PRODUCTO
F12	FALLA ELÉCTRICA
F13	FALLA MECÁNICA
F14	FALLA DE LA CODIFICADORA
F15	FALTA DE AIRE
F16	FALLA OPERACIONAL
F17	FALTA DE PERSONAL

Tabla 2 Equipos de la línea de etiquetado.

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

EQ	EQUIPO
M1	ENCARTONADO
M2	ETIQUETADORA
M3	RAYOS X
M4	INS VACIO
M5	CODIFICADORA
M6	DESPALETIZADO

Tabla 3 Formato propuesto para registro de paradas mayores

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

NOMBRE DEL PRODUCTO	PARADA		EQ	OBSERVACIONES	ID FALLA
	INICIO	FIN			
# Orden Fabricacion					

Tabla 4 Formato propuesto para registro de paradas menores

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

PARADAS MENORES (1-2min)		
ETIQUETA DESPEGADA	ETIQUETA DESCALIBRADA	LATA CAÍDA (ENCARTONADORA)

APÉNDICE B

En esta sección se presenta el soporte de asistencia a las capacitaciones brindadas a los colaboradores de la línea de etiquetado.

REGISTRO DE ENTRENAMIENTO			
COMPANIA: Curso / Entrenamiento: <u>Capacitación Operadores</u> Área/Dpto./Sección: <u>Producción - Línea de Etiquetado</u> Conducido por: <u>Mike Valero</u> Fecha: <u>28/01/2024</u> Duración (horas): <u>30 minutos</u> Nivel de los participantes: Gerencial ☐ Mandos Medios / Supervisión ☐ Operativo ☒ Administrativo ☐			
No.	Nombre del Participante	Firma/ C.I.	Empresa/Centro de Costo
1	<u>Dyane Alcides Valero</u>	<u>Dyane Alcides</u>	
2	<u>José Barbosa Ortega</u>	<u>José Barbosa Ortega</u>	
3	<u>Felix Luis Saites</u>	<u>Felix Luis Saites</u>	
4	<u>Clara Sandoval Chacilla</u>	<u>Clara Sandoval Ch</u>	
5	<u>Roberto Casparrubias C</u>	<u>Roberto</u>	
6	<u>Yolanda Alvarado</u>	<u>Yolanda</u>	
7	<u>David Emmanuel Soto</u>	<u>David Soto</u>	
8	<u>Gregorio Martínez</u>	<u>Gregorio</u>	
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
<u>[Firma]</u> Firma del Instructor		<u>[Firma]</u> Firma de Responsable Recursos Humanos	

Figura 1 Registro de capacitación al personal operativo de la línea de etiquetado

Fuente: Formato de registro de la empresa

REGISTRO DE ENTRENAMIENTO			
COMPañIA: _____ Curso / Entrenamiento: CAPACITACIÓN LÍDERES DE LÍNEA Area/Dpto./Sección: ETIQUETADO Conducido por: DAYANA MUSECHE - ING. ARIANA KHOURY Fecha: 26 ENERO 2021 Duración (horas): 1 HORA Nivel de los participantes: Gerencial ☐ Mandos Medios / Supervisión ☒ Operativo ☐ Administrativo ☐			
No.	Nombre del Participante	Firma/ C.I.	Empresa/Centro de Costo
1	OSWALDO GILICHANDE C	<i>[Firma]</i>	
2	Refondo Taza Cardo	<i>[Firma]</i>	
3	Lider Moreno Leon	<i>[Firma]</i>	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

Figura 2 Registro de capacitación a los líderes de la línea de etiquetado

Fuente: Formato de registro de la empresa.

REGISTRO DE ENTRENAMIENTO			
COMPañIA: _____ Curso / Entrenamiento: _____ Area/Dpto./Sección: <u>Mantenimiento</u> Conducido por: <u>MIKE VALARELO</u> Fecha: <u>27/01/2021</u> Duración (horas): _____ Nivel de los participantes: Gerencial ☐ Mandos Medios / Supervisión ☐ Operativo ☒ Administrativo ☐			
No.	Nombre del Participante	Firma/ C.I.	Empresa/Centro de Costo
1.	<u>Gonzalo Diaz Zambrano</u>	<u>[Firma]</u>	
2.	<u>WALTER PACHECO CABRERA</u>	<u>[Firma]</u>	
3.	<u>LEONEL MONSERRATE TROMER</u>	<u>[Firma]</u>	
4.	<u>Elio Donayezano</u>	<u>[Firma]</u>	
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			

Figura 3 Registro de capacitación al personal de mantenimiento

Fuente: Formato de registro de la empresa

En esta sección se adjunta también el material utilizado para las capacitaciones brindadas a los involucrados en el proceso de cálculo del indicador OEE.

EQUIPO DE TRABAJO



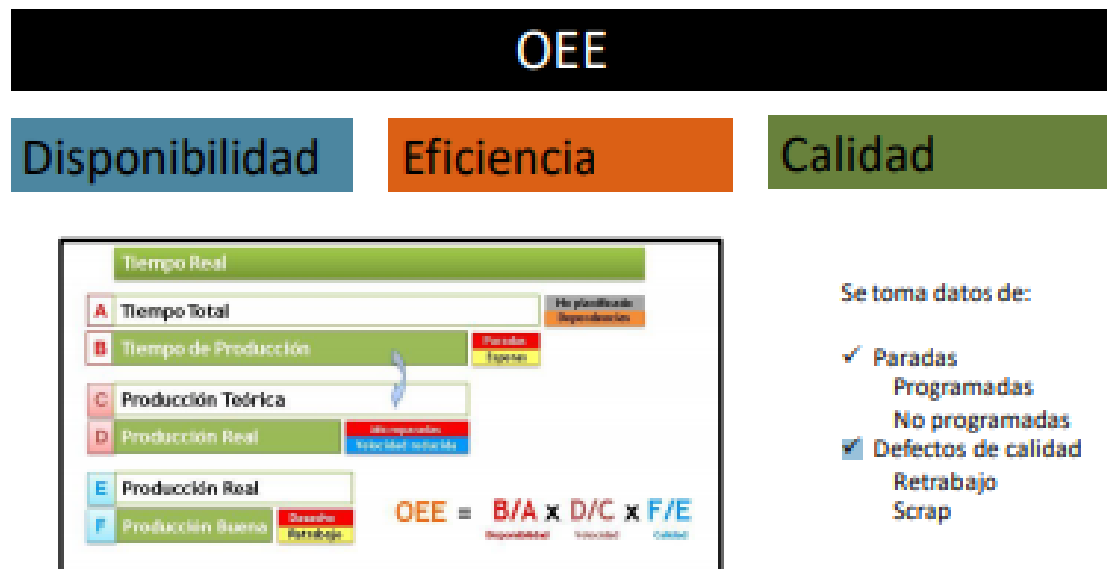
¿Qué es OEE?

OEE

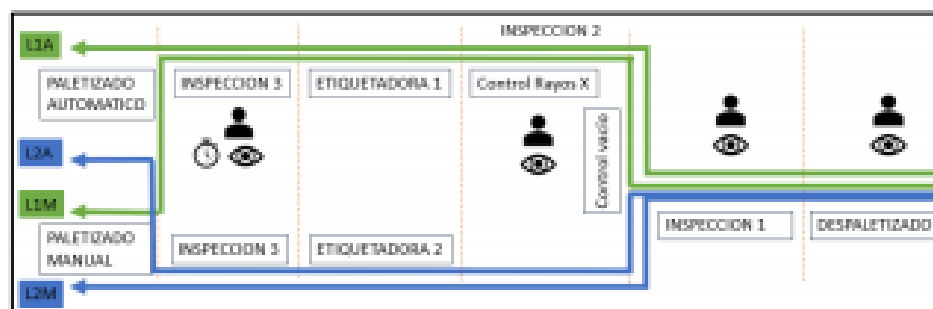
El OEE es un **indicador** que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua.



¿Cómo se mide OEE?



¿Qué productos se registra?



- L1A and L1M los datos serán registrados.
- L2A and L2M los datos pueden ser registrados si L1A o L1M no está produciendo.

RETRABAJO

FONDO			
Reservado	Contabilidad	Reporte A	Final de la Inspección

DONDE



CODIFICADORA



RAYOS X



FINAL ETIQUETADO

SCRAP



RAYOS X



FINAL ETIQUETADO



PALLETIZADO

TIEMPOS

EQUIPOS

EQ	EQUIPO
M1	DESPALETIZADO
M2	CODIFICADORA
M3	INS VACIO
M4	RAYOS X
M5	ETIQUETADORA
M6	ENCARTONADO

PAROS PROGRAMADOS

ID	PARADAS PROGRAMADAS
F1	REUNIÓN
F2	AUMENTACIÓN
F4	LIMPREZA

PAROS NO PROGRAMADOS

ARRANQUE/ PERSONAL	
F5	PREPARACIÓN DE LÍNEA
F6	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA
F7	CAMBIO DE FORMATO
F16	FALLA OPERACIONAL
F17	FALTA DE PERSONAL

MATERIAL	
F8	FALTA DE MATERIAL
F9	FALTA DE MONTACARGAS
F10	CAIDAD DEL MATERIAL
F11	LIBERACIÓN DE PRODUCTO

EQUIPOS	
F12	FALLA ELÉCTRICA
F13	FALLA MECÁNICA
F14	FALLA DEL CODIFICADOR
F15	FALTA DE AIRE

TIEMPOS

CUANDO

REPORT DE TIEMPOS Y PARADAS PARA CONTROL DE OEE EN ETIQUETADO

QUE

DONDE

CUANTO

QUIEN

1. El tiempo de arranque se mide desde el momento en que se enciende la máquina hasta que se produce el primer producto.
 2. El tiempo de parada se mide desde el momento en que se detiene la máquina hasta que se reanuda la producción.
 3. El tiempo de ciclo se mide desde el momento en que se inicia el ciclo de producción hasta que se termina.
 4. El tiempo de procesamiento se mide desde el momento en que se inicia el procesamiento hasta que se termina.
 5. El tiempo de transporte se mide desde el momento en que se inicia el transporte hasta que se termina.
 6. El tiempo de almacenamiento se mide desde el momento en que se inicia el almacenamiento hasta que se termina.
 7. El tiempo de entrega se mide desde el momento en que se inicia la entrega hasta que se termina.
 8. El tiempo de recepción se mide desde el momento en que se inicia la recepción hasta que se termina.
 9. El tiempo de inspección se mide desde el momento en que se inicia la inspección hasta que se termina.
 10. El tiempo de mantenimiento se mide desde el momento en que se inicia el mantenimiento hasta que se termina.

TIEMPOS

EQUIPOS

PAROS PROGRAMADOS

PAROS NO PROGRAMADOS

[illegible]

CUANDO

DONDE

PORQUE

PARADAS MENORES

Lata despegada
Etiqueta descalibrada
Lata caída (Encartonadora)

TIEMPOS

EQUIPOS

PAROS PROGRAMADOS

PAROS NO PROGRAMADOS

[illegible]

QUIZ- TIEMPOS

3

PAROS NO PROGRAMADOS

ARRANQUE PERSONAL	
F5	PREPARACIÓN DE LÍNEA
F6	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA
F7	CAMBIO DE FORMATO
F16	FALLA OPERACIONAL
F17	FALTA DE PERSONAL

MATERIAL	
F8	FALTA DE MATERIAL
F9	FALTA DE MONTACARGAS
F10	CALIDAD DEL MATERIAL
F11	LIBERACIÓN DE PRODUCTO

EQUIPOS	
F12	FALLA ELÉCTRICA
F13	FALLA MECÁNICA
F14	FALLA DEL CODIFICADOR
F15	FALTA DE AIRE

PARADAS MENORES (1-2min)		
ETIQUETA DESPRENSADA	ETIQUETA DESCALIBRADA	LATA CAIDA EN LA ENCARTRONADORA

[illegible]

QUIZ- TIEMPOS

4

PAROS NO PROGRAMADOS

ARRANQUE/ PERSONAL	
F5	PREPARACIÓN DE LÍNEA
F6	CALEBRACIÓN DE MÁQUINA
F7	CAMBIO DE FORMATO
F16	FALLA OPERACIONAL
F17	FALTA DE PERSONAL

MATERIAL	
F8	FALTA DE MATERIAL
F9	FALTA DE MONTACARGAS
F10	CALIDAD DEL MATERIAL
F11	LIBERACIÓN DE PRODUCTO

EQUIPOS	
F12	FALLA ELÉCTRICA
F13	FALLA MECÁNICA
F14	FALLA DEL CODIFICADOR
F15	FALTA DE AIRE

PARADAS MENORES (1-2min)		
ETIQUETA DESPEGADA	ETIQUETA DESCALIBRADA	LATA CAIDA EN LA ENCARTONADORA

Parada. - Por calibración de Chiquinola, está doblando la Punta de la Etiqueta 13 ± 10 - 13 ± 25

Parada. - Cambio de Etiqueta de la línea 1 a línea 2
 14 ± 20 - 14 ± 35

QUIZ- TIEMPOS

5

PAROS NO PROGRAMADOS

ARRANQUE / PERSONAL	
F5	PREPARACIÓN DE LÍNEA
F6	CALIBRACIÓN DE MÁQUINA
F7	CAMBIO DE FORMATO
F8	FALLA OPERACIONAL
F87	FALTA DE PERSONAL

MATERIAL	
F8	FALTA DE MATERIAL
F9	FALTA DE MONTACARGAS
F10	CALIDAD DEL MATERIAL
F11	LIBERACIÓN DE PRODUCTO

PARADAS MENORES (1-2min)		
ETIQUETA DESPEGADA	ETIQUETA DESCALIBRADA	LATA CAÍDA EN LA ENCAJONADORA

EQUIPOS	
F12	FALLA ELÉCTRICA
F13	FALLA MECÁNICA
F14	FALLA DEL CODIFICADOR
F15	FALTA DE AIRE

PARADO: POR CAÍDA DE LATAS ALA SALIDA DEL
CARTON NO SEAL- PARADO Y PLENDO
EL TIEMPO Y ESTABILIZADO. TOTAL, 62min

APÉNDICE C

En esta sección se detallará el proceso a seguir para la tabulación de los datos en la herramienta de cálculo propuesta para obtener el valor de OEE de la línea de etiquetado.

Por lo tanto, inicialmente la hoja de cálculo empieza con el formulario de la figura 1 que tendrá que ser llenado por la persona encargada de la tabulación de los datos donde tendrá que ingresar datos como:

- Orden de producción
- Código SAP
- Cantidad producida
- Turno
- Línea de producción
- Tiempo de paradas menores
- Tiempo de paradas no programadas
- Tiempo de paradas programadas
- Cantidad de latas con defectos de calidad

The screenshot shows a web-based form titled 'Tabulación_datos'. It is organized into several sections:
1. **PRODUCTO**: Contains input fields for 'Orden_producción', 'Código_SAP', 'Hora_inicio', 'Cantidad_cajas', 'Unidades_por_caja', and 'Hora_fin'.
2. **Fecha**: A date selection field.
3. **Línea**: A dropdown menu with options: 'Línea 1 Manual', 'Línea 1 Automática', 'Línea 2 Manual', and 'Línea 2 Automática'.
4. **PARADAS MENORES**: Input fields for 'Etiqueta_despegada', 'Etiqueta_desacalibrada', and 'Lata_caída'.
5. **PARADAS NO PROGRAMADAS**: A table with four columns: 'ARRANQUE', 'MATERIAL', 'EQUIPO', and 'PERSONAL'. Each column has three rows of input fields for specific stop reasons.
6. **PARADAS PROGRAMADAS**: Input fields for 'Reunión', 'Alimentación', and 'Limpieza'.
7. **CALIDAD**: Input fields for 'Retrabajo' and 'Scrap'.
At the bottom, there are two large buttons: 'Guardar' (Save) and 'Limpiar' (Clear).

Figura 1 Formulario de tabulación para ingreso de información para cálculo de OEE

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Una vez ingresado toda esta información la base de datos es actualizada automáticamente como lo muestra la figura 2:

[illegible]

Figura 2 Base de datos de información para cálculo de OEE

Fuente: Elaboración propia.

Dayana Masache/ Mike Valarezo

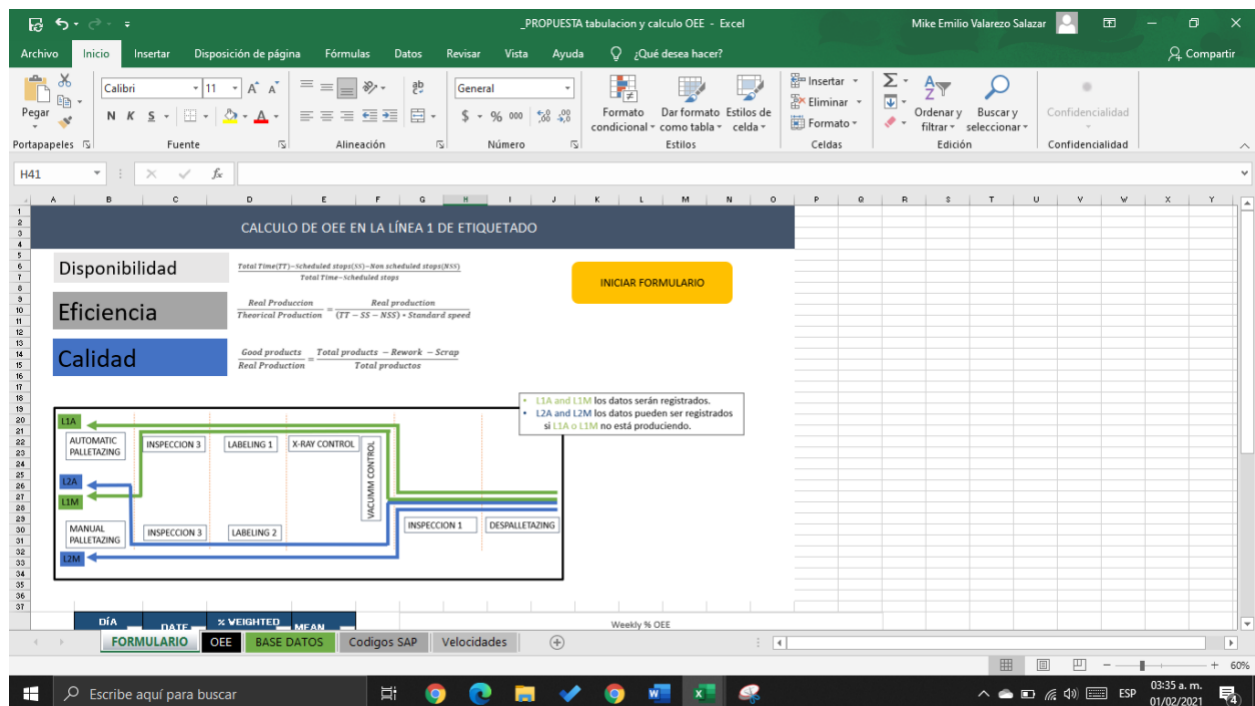


Figura 3 Hoja de cálculo actual propuesta para el cálculo del indicador OEE

Fuente: Elaboración propia.

Dayana Masache/ Mike Valarezo

Como muestra la figura 3 se han definido 5 pestañas para el cálculo del indicador que son:

- Formulario
- OEE

- Base de datos
- Códigos SAP
- Velocidades

Excel spreadsheet titled "_PROPUESTA tabulacion y calculo OEE - Excel" showing a detailed calculation table for OEE (Overall Equipment Effectiveness). The table includes columns for Linea, Fecha, Producto, Asignación, Peso, Acción, Están, Caja, Unidad, Inicio, Fin, Hora, Minut, O, Tiempo Real, Tiempo Prog, Disponibilidad, and various quality metrics (Etiqueta, Lata, Paradas).

The formula bar shows: `=BUSCARV([@CODIGO],CodigosSAP[#Todo],5,FALSO)`

The table data includes rows for various products and lines, such as:

LINEA	FECHA	PRODUCTO	ASIGNACIÓN	PESO	ACCIÓN	ESTÁN	CAJA	UNIDAD	INICIO	FIN	HORA	MINUT	O	TIEMPO REAL	TIEMPO PROG	DISPONIBILIDAD	Etiqueta de	Etiqueta de	Lata, caid	PARADAS
Linea 1 Manual	19/01/2021	L1M	425	L1M	2750	24	13000	08:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	04:20:00 a.m.	2750	2750	115	45	86.57%	0.00	1.00	0.00	4.00	
Linea 2 Automática	19/01/2021	L2A	622	L3	3762	12	45024	08:00:00 a.m.	08:00:00 p.m.	07:20:00 a.m.	450	450	30	63	72.40%	0.00	13.00	0.00	13.00	
Linea 2 Automática	20/01/2021	L2A	425	L1A	2720	24	17472	08:00:00 p.m.	08:00:00 p.m.	07:20:00 a.m.	440	440	30	263	14.14%	0.00	13.00	0.00	13.00	
Linea 1 Automática	20/01/2021	L1A	425	L1A	2932	24	87865	08:00:00 a.m.	02:12:00 p.m.	06:52:00 a.m.	372	372	30	125	63.44%	10.00	6.00	7.00	25.00	
Linea 1 Automática	20/01/2021	L1A	425	L1A	1780	24	42720	02:12:00 p.m.	08:00:00 p.m.	05:47:00 a.m.	347	347	10	83	75.51%	7.00	1.00	2.00	10.00	
Linea 1 Automática	22/01/2021	L1A	425	L1A	2075	24	72360	08:00:00 a.m.	12:20:00 p.m.	04:50:00 a.m.	270	270	10	88	74.00%	4.00	3.00	7.00	14.00	
Linea 1 Automática	22/01/2021	L1A	425	L1M	1325	24	39824	04:00:00 p.m.	08:00:00 p.m.	04:50:00 a.m.	240	240	30	66	66.51%	0.00	0.00	0.00	0.00	
Linea 1 Manual	25/01/2021	L1M	425	L1A	697	24	29520	08:00:00 a.m.	10:24:00 a.m.	02:24:00 a.m.	144	144	-	58	59.38%	7.00	7.00	0.00	14.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0	0	0	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	0	0	-	-	#DIV/0!	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	00/01/1900	#NULO	#NULO	#NULO	0															

APÉNDICE D

En esta sección se agrega la propuesta para el mejor análisis de los datos, donde se diseñó un dashboard que permita filtrar la información del cálculo de OEE por:

- Fecha
- Familia de productos
- Línea

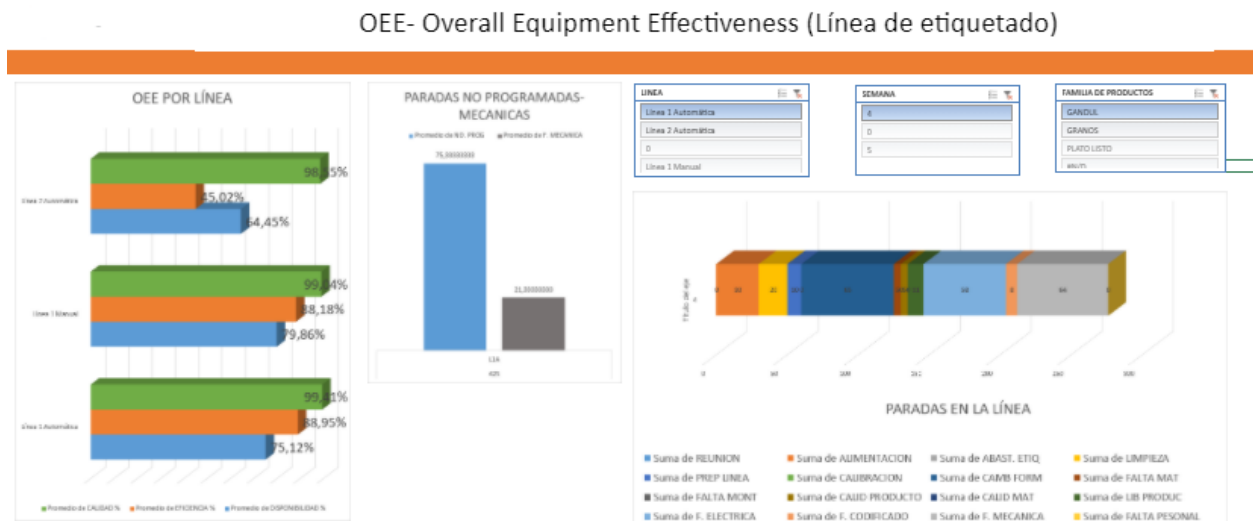


Figura 1 Dashboard para el análisis del indicador OEE de la línea de etiquetado

Fuente: Elaboración propia

Dayana Masache/ Mike Valarezo