

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Diseño del sistema de medición del OEE en la línea de tabletas en una
compañía farmacéutica”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Industrial

Presentado por:

Myrian Verónica Cedillo Viera

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios, a mis padres por ser pilares fundamentales, a mis hermanos por acompañarme y ayudarme en todo momento, y a mi novio por confiar en mí y acompañarme siempre.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mis padres, a mis hermanos, a mis amigos, a mi novio y a mis profesores, por ser parte fundamental de este camino y hacerme lograr ser la mejor versión de mí misma.

Agradezco a la empresa que me abrió las puertas para poder realizar este proyecto, a mi jefa y a mis compañeros que me ayudaron a que esto sea posible.

Agradezco a todas las personas que de una u otra forma lograron influenciar en mi vida para poder llegar a este momento.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Myrian Verónica Cedillo Viera* y doy mi 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”



Myrian Verónica Cedillo Viera

EVALUADORES

Marcos Buestán B., Ph.D.
PROFESOR DE LA MATERIA

Jorge Abad M., Ph.D.
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en una compañía farmacéutica en donde fabrican y envasan medicamentos de diferentes variedades, basándose en el método de sistema de producción de lote a lote con un proceso de manufactura bajo pedido. El objetivo del proyecto fue diseñar e implementar un indicador de eficiencia general de equipos que permita determinar la productividad en el proceso y la utilización de las máquinas. Se utilizó la metodología Design from Scratch al definir los requerimientos y especificaciones del proyecto conforme a los procesos de sus productos y estándares de calidad, y así lograr un diseño del sistema de medición del OEE en la línea de producción con mayor porcentaje de pérdida de producto.

En la empresa, en la línea de tabletas de la planta Betalactámica se encuentran cinco diferentes procesos con los que se obtienen los productos. Analizando las capacidades y las demandas de las máquinas en las diferentes etapas se obtuvo que la empacadora de blíster es la de menor capacidad productiva y de mayor demanda. Por lo que con el proyecto se logró cuantificar las actividades del proceso y las pérdidas tanto de producto como de tiempo.

Por esta razón se implementó un sistema de medición y recolección de datos que controle las variaciones en la disponibilidad, rendimiento y calidad del proceso logrando cuantificar los tiempos y las cantidades de producto, con el objetivo de mejorar la utilización de recursos y reducir costos.

Palabras Clave: OEE, Blíster, Diseño, Design, Producción.

ABSTRACT

This project was developed in a pharmaceutical company where medicines of different varieties are manufactured and packaged, very intense in the method of batch-to-batch production system with a manufacturing process to order. The objective of the project was to design and implement an indicator of general efficiency of equipment that allows determining the productivity in the process and the use of the machines. The Design from Scratch methodology was extracted by defining the requirements and specifications of the project according to the processes of its products and quality standards, and thus achieve a design of the OEE measurement system in the production line with the highest percentage of product loss.

In the company, in the line of tablets of the Betalactamic plant, there are five different processes with which the products are obtained. Analyzing the capacities and demands of the machines in the distinct stages, it was found that the blister packer is the one with the lowest production capacity and the highest demand. The machine used in the process is an old semi-automatic model that requires a longer calibration time. With the project, it will be possible to quantify the activities of the process and the losses of both product and time.

For this reason, a measurement and data collection system were implemented to control the variations in the availability, performance and quality of the process, managing to quantify the variations, its productivity, with the objective of improving the use of resources and reducing costs.

Keywords: *OEE, Blister, Design, Design, Production.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.1.1 Alcance del proyecto.....	1
1.1.2 Restricciones	2
1.1.3 Justificación del problema.....	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Marco teórico.....	3
CAPÍTULO 2.....	7
2. Metodología	7
2.1 Definición.....	8
2.1.1 Equipo de trabajo.....	8
2.1.2 Voz del cliente.....	8
2.1.3 SIPOC.....	9
2.1.4 Despliegue de la función de calidad (QFD).	9
2.1.5 Declaración de la oportunidad	10
2.1.6 Triple base de la sostenibilidad.....	10

2.2	Recolección de datos	11
2.2.1	Proceso de recolección de datos	11
2.2.2	Variable X	11
2.2.3	Plan de recolección de datos	12
2.2.4	Verificación de datos	12
2.3	Análisis	13
2.3.1	Opciones de diseño	13
2.3.2	Análisis de costos	17
2.3.3	Matriz de decisión	17
2.3.4	Retroalimentación	18
2.4	Propuesta de Mejora	18
2.4.1	Proceso de Cálculo del OEE.....	18
2.4.2	Diseño del formato para el OEE	19
2.4.3	Análisis de sensibilidad.....	19
2.4.4	Plan de la implementación del prototipo	20
2.5	Prototipo	20
2.5.1	Validación	20
2.5.2	Implementación.....	20
CAPÍTULO 3.....		21
3.	Resultados y análisis	21
3.1	Análisis de Costos	25
CAPÍTULO 4.....		26
4.	Conclusiones y recomendaciones	26
4.1	Conclusiones.....	26
4.2	Recomendaciones.....	27

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
OEE	Overall Equipment Effectiveness
VOC	Voice of Customer
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer
CTQ	Critical to Quality
QFD	Quality Function Deployment
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
Alu	Aluminio
PVC	Policloruro de Vinilo
PNP	Paradas no Programadas
PP	Paradas Programadas
DMADV	Design, Measure, Analysis, Design, Verify

SIMBOLOGÍA

G	Gramos
kg	Kilogramos
mg	Miligramos
%	Porcentaje
\$	dólar
H	Horas
+	Positivo
-	Negativo
mm	Milímetros
Y	Year

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cálculo del OEE	5
Figura 2.1 Propuesta #1	13
Figura 2.2 Propuesta #2	14
Figura 2.3 Propuesta #3	15
Figura 2.4 Propuesta #4 Resumen de Indicadores	16
Figura 2.5 Propuesta #4 Indicadores Diarios.....	16
Figura 2.6 Propuesta #4 Paradas.....	16
Figura 2.7 Propuesta #5	17
Figura 3.1 Tendencia de la Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.....	21
Figura 3.2 OEE.....	22
Figura 3.3 Indicadores de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.....	22
Figura 3.4 Variables de Disponibilidad	23
Figura 3.5 Variables de Rendimiento	23
Figura 3.6 Variables de Calidad	23
Figura 3.7 OEE semanal	24
Figura 3.8 Pérdidas del Proceso	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Las Grandes Pérdidas de la Industria.....	5
---	---

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las industrias farmacéuticas se están volviendo cada vez más un pilar fundamental para ayudar a combatir las enfermedades, puesto que, si estas no existieran, los medicamentos serían mucho más difíciles de conseguir. Sin embargo, para que una empresa o industria funcione de forma correcta esta debe saber medir sus datos y más importante, saberlos analizar, para de esta forma poder mejorar y crecer. El mundo está en constante cambio, es por eso por lo que el objetivo siempre debe ser, la mejora continua. El proyecto se realizó en una empresa farmacéutica en donde es necesario implementar un sistema de medición de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad para poder contemplar el cambio a través del tiempo. Actualmente los datos que recolectan son mínimos, manuales y en físico por lo que se complica la recopilación y el análisis. Es por esto por lo que se diseñará un sistema personalizado y amigable a las necesidades de la empresa para demostrar el estado actual de la misma.

1.1 Descripción del problema

En el interior de la planta farmacéutica existe un área de producción con máquinas semiautomáticas antiguas en donde se producen medicamentos betalactámicos antibióticos a través de dos líneas de producción por lotes, una para suspensión y otra para comprimidos. La primera tiene una demanda intermitente y baja, mientras que la segunda tiene una demanda mayor. Dentro de la línea de producción de tabletas existen cinco diferentes etapas del procedimiento por donde el producto pasa para llegar a obtener el producto final. Sólidos orales, compresión, cubierta, envase de blíster y empaque. Analizando la capacidad productiva y la utilización de cada una de las máquinas se llegó a la conclusión de que la máquina envasadora de blísteres es la de menor capacidad productiva. Actualmente no existen indicadores de producción para controlar y medir cambios en el proceso, cuantificar pérdidas, ni medir la productividad.

1.1.1 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto se centra en el área de producción de medicinas antibióticas, en el área de envase de blíster, en donde se realizará el diseño y la implementación del

indicador de eficiencia general del equipo con el que se determina la productividad de la línea de producción clave. El proyecto abarca desde la recepción del producto en proceso lista para ser procesado, hasta el envío de los blísteres a empaque. El implementar este indicador nos permite tomar acciones para reducir desperdicios, mejorar la utilización de recursos, reducir costos e incrementar la productividad. El diseño del OEE incluye una metodología para la medición, recolección y control de datos de la línea de tabletas de antibióticos.

1.1.2 Restricciones

Al analizar el proyecto se tiene presente además las posibles restricciones que se deben tomar en consideración:

- Los estándares de Buenas Prácticas de Manufactura de la empresa en los diferentes procesos.
- Las especificaciones de la máquina:
 - Capacidad máxima de trabajo = AL / PVC: 200 blíster/min, AL / AL: 120 blíster/min
 - Área máxima de formado = 245 x 122mm
 - Profundidad máxima de formación 18 mm (bajo pedido)
- No hay data histórica de indicadores de calidad.
- Es necesario capacitar a los operadores en el uso y la importancia del sistema de medición.

1.1.3 Justificación del problema

En una planta farmacéutica se tiene un área productiva, productora de betalactámicos, en donde poseen máquinas semiautomáticas antiguas que tienden a descalibrarse fácilmente. Esta área de producción por lotes no posee indicadores de producción que ayuden a controlar y cuantificar las variaciones dentro del proceso ni su productividad; por lo que se propone diseñar y desarrollar un sistema de medición y recolección de datos que permita implementar el indicador de eficiencia general de equipos en la línea de producción con mayor demanda, es decir la línea de tabletas. Se busca identificar las principales pérdidas dentro del proceso productivo de la línea seleccionada con el propósito de incrementar su productividad.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un indicador de eficiencia general de equipos (OEE) que permita determinar la productividad y pérdida de tiempo y producto en el proceso de la máquina empacadora de blíster en la línea de tabletas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Implementar una metodología para la medición, recolección y control de datos de la empaquetadora blíster.
- Diseñar un formato sencillo y eficiente para mejorar el control de las variables en el proceso del blíster.
- Identificar las paradas no programadas, los productos no conformes y las pérdidas en el proceso.
- Disponer de un formato manual para los operadores y un formato digital con los datos finales procesados para los supervisores y gerentes.

1.3 Marco teórico

El **OEE** es un indicador de productividad, utilizado para medir la eficiencia de los procesos de manufactura y de servicio como una herramienta clave dentro de la mejora continua. Dentro de las empresas existe la necesidad de cuantificar la productividad y eficiencia de los procesos productivos, teniendo en cuenta que sólo lo que se mide se puede gestionar y mejorar.

Esta herramienta es capaz de indicar, mediante un porcentaje, la eficiencia real de cualquier proceso productivo. Esto ayuda a poder identificar posibles pérdidas que se originen durante el proceso de fabricación.

El OEE se calcula a partir de los siguientes tres factores:

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

La **Disponibilidad** es el tiempo productivo entre el tiempo disponible para un periodo de producción determinado. Es decir, la disponibilidad relaciona el tiempo en el que la

máquina pudiera estar produciendo, pero, sin embargo, no lo estuvo. Es afectado directamente por las paradas que el proceso de fabricación tiene, tanto programadas como no programadas. Como, por ejemplo, los arranques de máquinas, cambios, averías y esperas.

El **Rendimiento** es la producción real entre la capacidad productiva para un periodo de producción determinado. Es decir, el rendimiento verifica la cantidad producida entre la cantidad que se pudiera estar produciendo. El rendimiento es afectado por las micro paradas y la reducción en la velocidad del proceso.

La **Calidad** es identificada por la Producción Buena sobre la Producción Real, tomando en consideración todos los productos que sean necesarios volver a procesarlos. Este porcentaje se ve afectado por retrabajos o piezas defectuosas ya que se encuentra como una falta de control en la calidad o mal ajuste de la maquinaria.

La disponibilidad, el rendimiento y la calidad son parte fundamental para hallar la eficiencia real de los procesos, por lo que se lo calcula de la siguiente manera:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo Productivo}{Tiempo Disponible} * 100\% \quad (1.2)$$

$$Rendimiento = \frac{Producción Real}{Capacidad Productiva} * 100\% \quad (1.3)$$

$$Calidad = \frac{Piezas Buenas}{Producción Real} * 100\% \quad (1.4)$$

Y se relacionan como se muestra a continuación:

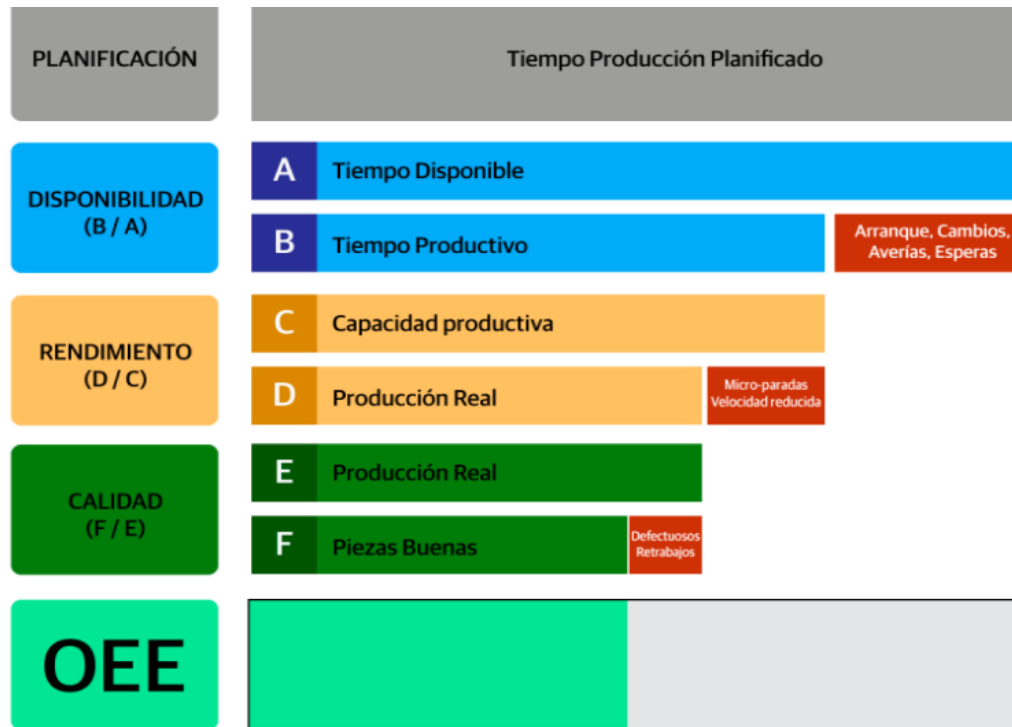


Figura 1.1 Cálculo del OEE

(OEE, 2016)

Dentro de la metodología para implementar el indicador de eficiencia general de equipos se deben considerar las posibles **Grandes Pérdidas del OEE**.

Las empresas tienen como desafío mitigar cada una de las pérdidas ya que impiden la efectividad de los equipamientos, la efectividad del trabajo humano, así como el uso efectivo de los recursos de producción. A continuación, el detalle de cada una de ellas.

Tabla 1.1 Las Grandes Pérdidas de la Industria

(Verzini, 2016)

N°	Pérdida	Descripción
1	Paradas Planificadas	Paralización periódica planificada.
2	Set - Up	Ajustes de equipamiento entre una parada y la puesta en marcha.
3	Averías en Equipamiento	Fallas en los equipos.
4	Averías en el Proceso	Son paradas por factores ajenos al proceso.
5	Start- Up	Pérdidas de tiempo por cambios no planificados de herramientas de corte o piezas de desgaste. Estos cambios requieren la paralización completa.

6	Pequeñas Paradas	Pérdidas por paradas menores de 5 o 10 minutos por problemas temporarios.
7	Velocidad reducida	Diferencia entre la velocidad teórica proyectada y la velocidad real.
8	Retrabajo	Fallas que convierten al producto en no conforme.
9	Deficiencias de la Gestión	Tiempo de espera de materiales, personal, instrucciones, reinicio luego de refrigerios o cambio de turnos, ineficiencias de los servicios de terceros.
10	Movimientos	Pérdidas del tiempo de las personas para realizar distintas operaciones.
11	Organización Ineficiente en Producción	Tiempo perdido de las personas por un balance inadecuado.
12	Deficiencias Logísticas	Pérdidas por falta de tecnología para automatizar provocando el ingreso de más personal que el necesario.
13	Mediciones, Controles y Ajustes Excesivos	Son pérdidas muy frecuentes realizadas por el operador como consecuencia de un proceso inestable.
14	Pérdidas de Energía	Es la energía invertida no usada con eficiencia durante el proceso.
15	Rendimiento de Materiales Productivos	Es la diferencia entre el peso de las materias primas utilizadas en la fabricación y el peso de los respectivos productos acabados con calidad aprobada (productos conformes).
16	Rendimiento de Materiales Accesorios	Es el dinero adicional gastado para reemplazar herramientas y repuestos o reacondicionar moldes, matrices y plantillas, resultado de roturas o desgaste por el uso.

Como parte del proceso es importante identificar los diferentes pasos para llegar a hacer una tableta. Primero se entra a elaboración de sólidos en donde con la materia prima se realiza la mezcla de forma en que se llegue a la contextura requerida. Luego de obtener el polvo este pasa al proceso de compresión en donde se convierte en tabletas de diferentes tamaños y formas. Saliendo de compresión, es necesario cubrir la tableta para darle sabor y mejorar la textura de la capa superior para que esta no sufra quebraduras. Una vez que la tableta ya está formada la misma entra a ser envasada en blísteres de aluminio-aluminio o aluminio-pvc dependiendo del requerimiento. Previo a este paso, todos los procesos han sido de lote a lote, con una transportación manual del producto, mientras que del envase de blíster hasta el empaquetamiento del producto final se moviliza el producto por medio de una banda transportadora, en donde finalmente se empacan en cajas individuales y luego en cartones con los que se envía el producto final.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto se logró identificar las oportunidades de mejora por la metodología “Design from Scratch for Six Sigma”. Esta técnica tiene como principio el diseñar servicios, procesos y productos en donde el estándar de calidad sea lo primordial del proyecto. El sistema elegido fue el DMADV en donde se define la oportunidad de mejora, se recolecta la información para analizarla, proponer una mejora y diseñar el prototipo con todo lo recolectado, considerando los requerimientos del cliente, las especificaciones del diseño y la inversión a realizar. La metodología consiste en 5 etapas que se enfocan en el proceso de recolección de datos y el indicador de eficiencia.

DMADV:

- Definición
 - Equipo de trabajo
 - VOC: Voz del Cliente
 - SIPOC
 - Despliegue de la función de calidad (QFD)
 - Requerimientos del cliente
 - Especificaciones del diseño
 - Declaración de la oportunidad
 - Restricciones
 - Triple línea base
 - Impacto económico
 - Impacto social
 - Impacto ambiental
- Recolección de datos
 - Proceso de recolección de datos
 - Variable X
 - Plan de recolección de datos
 - Verificación de datos
- Análisis
 - Opciones de diseño
 - Análisis de costos

- Matriz de decisión
- Evaluación y selección de la mejor opción de diseño
- Retroalimentación
- Propuesta de Mejora
 - Proceso de cálculo de OEE
 - Diseño del formato para el cálculo del OEE
 - Análisis de sensibilidad
 - Plan del prototipo
- Prototipo
 - Validación
 - Implementación

2.1 Definición

Primeramente, se identificaron los antecedentes de la empresa y la situación actual. Asimismo, se realizaron entrevistas con el personal del área de producción de la planta Betalactámica identificando los requerimientos del cliente, las especificaciones técnicas y las restricciones a considerar.

2.1.1 Equipo de trabajo

El equipo fue conformado por el tutor asignado de la universidad, por la jefa de Seguridad Industrial y Medio, y por el jefe de la Planta Betalactámica, quien introdujo a los operarios, inspectores y supervisores como su grupo de trabajo.

2.1.2 Voz del cliente

Para identificar las necesidades y requerimientos del cliente fue necesario realizar una lluvia de ideas del VOC por lo que se entrevistó a todo el personal del equipo de trabajo como se muestra en el Apéndice N.

2.1.3 SIPOC

Para establecer el alcance del proyecto fue necesario analizar cada uno de los procesos de la línea de producción para encontrar el cuello de botella e identificar la oportunidad de mejora.

Una vez identificada el área se realizó un SIPOC del proceso en donde se identificaron los proveedores, las entradas, el proceso, la salida y los clientes demostrando los pasos del proceso, como se muestra en el Apéndice A.

2.1.4 Despliegue de la función de calidad (QFD).

Para el QFD se analizó el VOC agrupándolos por similitudes para así obtener los requerimientos del cliente y las especificaciones técnicas del diseño. Seguidamente se procedió a realizar la tabla en donde se identificó la importancia para cada una de las opciones considerando su peso. Seguidamente se revisó la correlación entre las variables y el grado de relación en conjunto con el equipo de trabajo.

Una vez analizado el QFD como se muestra en el Apéndice B se observó cómo los requerimientos y las especificaciones técnicas se acoplan al proceso de recolección de datos.

2.1.4.1 Requerimientos del Cliente

Para los requerimientos del cliente se analizó las ideas obtenidas por medio del VOC identificando las que engloben a la mayoría, priorizando las más importantes, como se muestran en el Apéndice V.

2.1.4.2 Especificaciones del Diseño

En las especificaciones del diseño fue importante ver la relación que se tenía con los requerimientos del cliente identificando técnicamente que es lo que se espera encontrar con todos los posibles detalles, como se muestra en Apéndice W.

2.1.5 Declaración de la oportunidad

Para definir la oportunidad que se presentó con el proyecto se detalló la situación actual, el impacto que este poseía y el estado deseado al que se quiere llegar en la empresa.

2.1.5.1 Estado actual

En la planta farmacéutica se tiene un área productiva de antibióticos donde se empaquetan blísteres con una máquina semiautomática antigua. Esta línea de producción tiene una alta demanda y una gran variedad, sin embargo, la máquina no tiene una gran capacidad productiva ya que por lo general tiende a descalibrarse fácilmente logrando que el tiempo de producción se incremente. En el proceso no se identifican indicadores de producción más allá de la cantidad final de producto terminado que el área de empaque identifica y las pruebas de calidad y hermeticidad al calibrar el producto.

2.1.5.2 Impacto

Al ser la máquina empaquetadora de blísteres una máquina antigua no posee contadores automáticos con los que se pudiera cuantificar los resultados de la producción por lo que hay un valor de pérdida entre el producto entrante y saliente, así como los productos en reproceso y el tiempo perdido. Es importante medir las variables encontradas para evaluar el estado real y controlarlas. Con el proyecto se tienen datos reales a tiempo real informes automatizados y ahorro de tiempo.

2.1.5.3 Estado deseado

El jefe de producción y el gerente de producción necesitan cuantificar la eficiencia operativa real del proceso del envase de blíster debido al alto porcentaje de producto final perdido y el tiempo perdido en el proceso.

2.1.6 Triple base de la sostenibilidad

Como triple línea base se establecen los indicadores de impacto de los aspectos económicos, sociales y ambientales.

2.1.6.1 Impacto económico

- Incrementar la productividad de la línea.

- Reducir los costos de producción.

2.1.6.2 Impacto social

- Incrementar las recompensas por una mejora en el porcentaje de eficiencia.

2.1.6.3 Impacto ambiental

- Reducir el desperdicio de blíster de aluminio para reproceso.

2.2 Recolección de datos

En la segunda etapa, se estableció la fórmula a utilizar para diseñar el indicador del OEE el cual representa a la variable y , por lo que se procedió a revisar las variables x necesarias para obtener la información. Una vez establecidas se realizó la recolección de la información y la verificación de la confiabilidad de los datos.

2.2.1 Proceso de recolección de datos

Para recolectar los datos fue necesario:

1. Realizar un paseo Gemba analizando cada uno de los pasos en el proceso dentro del área.
2. Transformar la variable y en variables x que ayuden a efectuar los objetivos del proyecto.
3. Crear un formato para la recolección de la información que recolecte toda la información necesaria.
4. Analizar los resultados.

2.2.2 Variable X

Para calcular el indicador del OEE se utilizó la fórmula descrita en el 1er capítulo por lo que se identificó como variables X las variables de los tiempos en el proceso y las cantidades de producto saliente en la producción, como se muestra a continuación:

X1: Tiempo Disponible

X2: Tiempo Productivo

X3: Paradas no Programadas

X4: Capacidad Productiva

X5: Capacidad de producción real

X6: Producción Real

X7: Productos Buenos

X8: Productos para Reprocesar

2.2.3 Plan de recolección de datos

En esta etapa se revisó cada una de las variables con sus unidades de medición, el tipo de dato, las personas quienes toman las mediciones, el método de observación y de recolección de datos, las fechas de las recolecciones, donde se lo va a recolectar y el por qué. Además, se revisó los factores de estratificación y las notas de muestreo como se muestra en el Apéndice C. Al no tener datos históricos para la mayoría de las variables, los datos se obtuvieron diariamente en un lapso de 14 días con la ayuda del personal de la planta.

2.2.4 Verificación de datos

En esta fase fue importante contar con la ayuda de los operadores para realizar al menos tres mediciones para cada una de las variables. Se tomó en consideración a las mediciones del inspector, del supervisor y del operario con las al compararlas se encontraron bastantes similitudes dentro de las mismas. De igual forma, en la identificación de la capacidad productiva real se identificó el valor de fábrica de la velocidad y capacidad de la máquina envasadora, el cual fue comparado con el valor actual de la máquina.

En la capacidad real se midió la cantidad de producto saliente en un día, mientras que el valor de la producción final de productos buenos fue comparado con la cantidad de productos recibida por el área de empaque. Para la cantidad de producto en reproceso se contabilizó el peso del rechazo para identificar la cantidad del producto que debe volver a pasar por el proceso de envasado, tomando en consideración para las horas operativas las marcaciones a la hora de llegada y salida, así como para las paradas programadas por el almuerzo, las marcaciones en ese horario.

2.3 Análisis

En la tercera etapa, se revisaron las posibles opciones de diseño, en donde se tomaron en consideración las especificaciones técnicas y los requerimientos del cliente verificadas en la etapa de definición.

2.3.1 Opciones de diseño

Como primera opción se tiene el sistema de una compañía internacional diseñó programas de medición de eficiencia personalizados para compañías de manufactura. La propuesta trae un sistema con sensores que se instalan en las máquinas con lo cual se conecta a un dispositivo reprogramado que por medio de internet envía la información al software para analizar los datos. Una vez instalado, toda la información se muestra de forma automática en un tablero junto a informes describiendo los movimientos de las máquinas, las paradas, las pérdidas de producto, los cambios en la velocidad, y los indicadores de OEE en un periodo de tiempo.

Como parte del proyecto se incluye el diseño de la recolección de la información inicial, la personalización del tablero digital y la capacitación al personal.



Figura 2.1 Propuesta #1

(Evocon, s.f.)

La segunda opción fue una empresa que realiza formatos digitales que ayudan a la mejora continua de los procesos. Se presentó un formato en donde de forma automática se calculan los indicadores de eficiencia con la información real de las diferentes fases obteniendo el consolidado de todo lo ingresado. Como resultados se obtienen el cálculo del OEE diario, sin embargo, se agregaría el diseño de la recolección de datos, la traducción y adaptación del formato, los tableros con las diferentes gráficas de los indicadores, las paradas, los reprocesos, y el entrenamiento al personal.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) Calculator				
Fill in the white boxes only				
A	Given	Total Time Scheduled	480	minutes
B	Given	Planned Downtime		
		Shift Huddle	-10	minutes
		Break 1	-15	minutes
		Lunch	-10	minutes
		Break 2	-15	minutes
		Other	-20	minutes
		Sum of Planned Downtime	-50	minutes
C	A-B	Planned Production Time	430	minutes
D	Data Collected	Unplanned Downtime	-10	minutes
E	C-D	Operating Time	420	minutes
F	E/C*100%	AVAILABILITY	97.67%	
G	Counter	Total Pieces/Units Produced	150,000	pieces
H		Ideal Rate of Machine	400	pieces/min
I	G/(H*E)*100%	PERFORMANCE	89.29%	
J	Quality Control	Acceptable Pieces Produced	125,000	pieces
K	J/C*100%	QUALITY	83.33%	
	F*I*K	OEE	72.67%	

Figura 2.2 Propuesta #2

(Material, s.f.)

La tercera opción es similar a la primera con respecto a que es una empresa externa quien analiza la información, con la diferencia de que hay tres diferentes etapas del proyecto según las necesidades actuales del cliente así como la inversión que la empresa decida realizar. La primera para principiantes, la segunda la opción lean y la tercera la opción “black belt”. Cada una de las propuestas mejora de acorde aumenta el nivel por lo que para obtener el mayor provecho de la herramienta es necesario obtener el sistema con el máximo de los requerimientos para así obtener la información a tiempo real por medio de sensores, con presentaciones ejecutivas y tableros de resultados que demuestren toda la información procesada.

Como parte del proyecto a esta opción se le incluiría el diseño de la recolección de la información inicial, la personalización del tablero digital y la capacitación del sistema hacia el personal.



Figura 2.3 Propuesta #3
(SensrTrx, s.f.)

La cuarta propuesta se la propuso internamente reuniendo lo mejor de las tres propuestas anteriores. La propuesta presenta un formato digital con recolección de datos manual en una hoja de datos con el que se obtiene la información de los tiempos de los diferentes pasos del proceso, la capacidad productiva, la producción real, los productos para reproceso de forma en que se identifiquen todas las paradas no programadas y las pérdidas dentro del proceso. Para esta propuesta se agregó además un sensor que contabilice los productos salientes y una tablet para recolectar la información en el área. La propuesta presenta una presentación ejecutiva de los datos procesados y las gráficas de los indicadores, así como de las actividades, paradas, velocidades y reprocesos. Para esta propuesta es necesario capacitar al personal en el funcionamiento del sistema y la efectiva recolección de información.

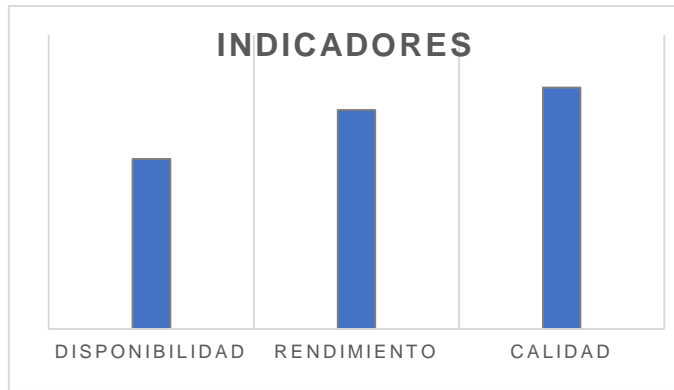


Figura 2.4 Propuesta #4 Resumen de Indicadores
(Elaboración Propia)

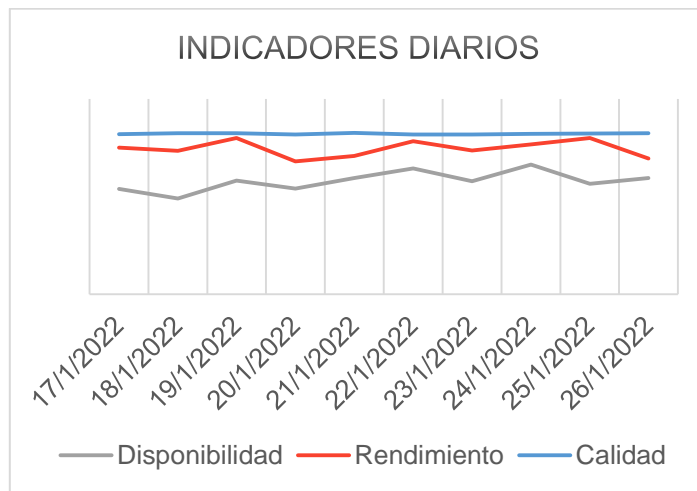


Figura 2.5 Propuesta #4 Indicadores Diarios
(Elaboración Propia)

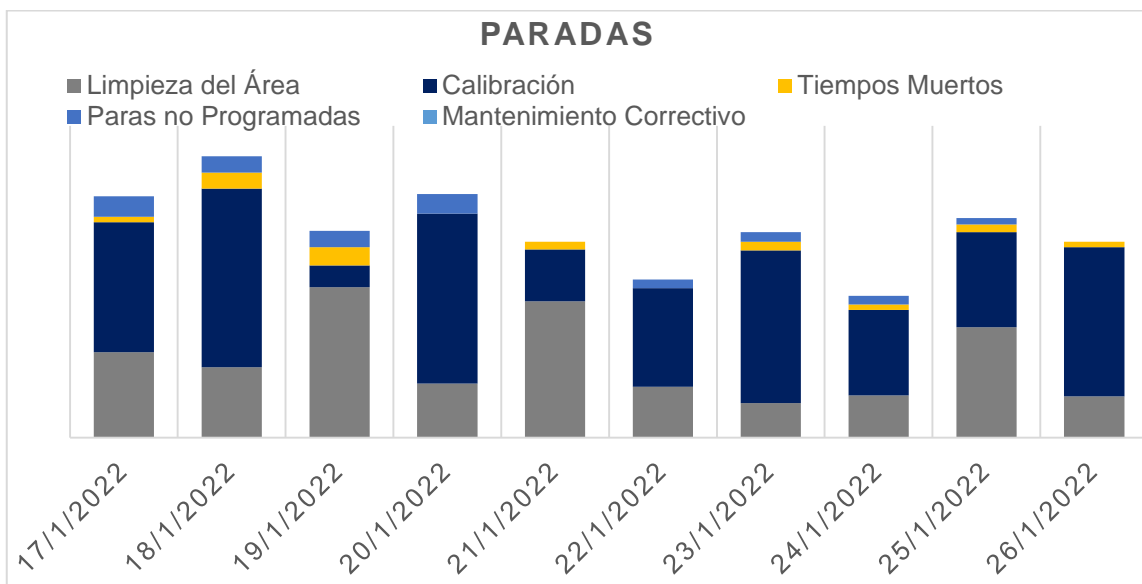


Figura 2.6 Propuesta #4 Paradas
(Elaboración Propia)

Como quinta propuesta interna se utiliza un formato digital similar al de la propuesta cuatro en donde se recolecta la información de las 3 variables con la diferencia de que el tablero digital se lo realiza en el programa Power Bi.



Figura 2.7 Propuesta #5
(Elaboración Propia)

2.3.2 Análisis de costos

Para lograr tomar una decisión entre las opciones de diseño se analizó el costo de cada una con los valores reales de todas las cosas a utilizar, así como el tiempo de las personas involucradas en la implementación del proyecto como se muestra en el Apéndice Ñ.

2.3.3 Matriz de decisión

Una vez realizado el análisis de costos se realizó la matriz de decisión considerando las especificaciones de diseño valorándolas según su importancia, peso y valor; tomando los valores de 3 si es poco relevante o no cumple con las expectativas, 5 si es relevante y cumple medianamente o 9 si es muy relevante y cumple con todas las expectativas.

Este análisis fue realizado junto al gerente de producción y el jefe de seguridad industrial, como se muestra en el Apéndice O.

2.3.4 Retroalimentación

Se presentó la información a la empresa quien encontró fascinante las opciones, sin embargo, por practicidad, eligió la cuarta propuesta ya que, al ellos recién iniciar el proceso de mejora continua, es la que más se ajusta a sus necesidades en el momento. Sin embargo, para presentar un valor agregado al proyecto se entregará como prototipo el tablero de gráficos con la información analizada en Excel, así como en Power BI.

Como retroalimentación se obtuvieron los comentarios en el Apéndice X los cuales fueron mejorados en su totalidad para el formato final como se muestra en el Apéndice H, en el Apéndice I y en el Apéndice J.

2.4 Propuesta de Mejora

En la cuarta etapa se analizó las opciones que conllevarían implementar el prototipo del diseño analizando todos los detalles de la recolección de datos, las herramientas a utilizar y la presentación de resultados.

2.4.1 Proceso de Cálculo del OEE

Para el proceso de cálculo se realizó un diagrama de flujo con el proceso detallado de la recolección de información, desde que es entregada la orden de producción hasta que finaliza el proceso de empaquetado de blíster como se muestra en el Apéndice G.

El operador recibe el producto en proceso desde el área de cubierta con la orden de producción con los requerimientos del cliente. Seguidamente, recibe la cinta de aluminio o el PVC a utilizar para el proceso con lo que se inicia la instalación y calibración de la máquina. Una vez que todo esté listo se prende la tablet, se inicia el programa y se llenan los datos iniciales del lote, así como las horas de inicio. Al inicio del proceso se realiza además una prueba de hermeticidad y de calidad para comprobar que el producto salga según las condiciones establecidas. Aleatoriamente se realizan inspecciones del proceso y de los datos obtenidos. Al terminar la producción se compara la información recolectada

en empaque y se cierra el lote. Una vez revisada la información se envía la información a los gerentes.

La información será recolectada utilizando una Vanquisher Android 8.1 Tablet PC resistente al agua y al polvo, IP67 de 8 pulgadas, 32 GB, a prueba de caídas, batería de iones de litio de 8500 mAh incorporada para más de 8 horas de trabajo en producción. Además, se instalará a la máquina un sensor con un contador incluido para facilitar el acceso a la información a tiempo real de la salida de producto en producción.

2.4.2 Diseño del formato para el OEE

Para realizar el diseño del formato del OEE se revisaron algunos modelos de tablas dinámicas que ayuden a la creación de gráficas e incluyan todos los requisitos del cliente. Se crearon tres diferentes formatos de tablas, una para cada indicador, en donde se incluía la información general del lote y el personal que realiza el levantamiento, así como información más específica acerca de los tiempos de producción, tiempo de las paradas, la capacidad de producción, la producción real y los productos finales en buen estado como se muestra en el Apéndice H, Apéndice I, Apéndice J.

2.4.3 Análisis de sensibilidad

Para el análisis se revisaron posibles escenarios que puedan ocurrir, así como la forma en la que estos afectan a la recolección de información, el cálculo del OEE y el análisis de los resultados como se muestra en el Apéndice K.

Llenar de forma manual la información en la tablet puede tomar aproximadamente 15 minutos en todo el día, sin embargo, agregándole a la máquina el sensor que contabilice los blísteres el tiempo se redujo a la mitad. Para prevenir descargas en la tablet es importante ponerla a cargar durante la hora del almuerzo y durante la noche para que no haya inconvenientes por falta de batería. Además, en el formato de recolección de datos el sistema está automatizado para que, si existe algún tipo de error al introducir las cantidades, este presente una notificación pintando la celda de un color amarillo e impidiendo que las gráficas se creen.

2.4.4 Plan de la implementación del prototipo

Para el plan de implementación del prototipo se especificó los pasos a seguir para cumplir con la implementación, considerando el por qué se lo va a hacer, cómo, dónde, cuándo, con que herramientas y con qué personal como se muestra en el Apéndice L y en el Apéndice M. Conjuntamente se detalló en una línea de tiempo las fechas de las diferentes etapas.

2.5 Prototipo

En el quinto avance, se implementó el prototipo del OEE en la máquina empacadora de blíster. Se entrenó al personal de la planta en todo el procedimiento de recolección de información, así como a los supervisores y gerentes para obtener el tablero con la información consolidada.

2.5.1 Validación

Al inicio, se verificó que cada uno de los pasos del plan de implementación del prototipo se siguiera de acuerdo con el cronograma el cual se encuentra en el Apéndice L y en el Apéndice M.

El 17 de enero del 2021 se realizó el entrenamiento del personal se realizó a las 11:30 y 14:45. El mismo día la instalación del sensor se la realizó con la ayuda del área de mantenimiento y el inicio del plan piloto junto a los operarios de envase de blíster.

2.5.2 Implementación

Para iniciar las pruebas piloto se le entregó una Tablet al personal que maneja la máquina para que recolecte la información correspondiente a los indicadores como se muestra en el Apéndice D, en el Apéndice E y en el Apéndice F.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para obtener el valor total del indicador de eficiencia se realizó un plan piloto de la implementación del prototipo en donde se calcularon las variables de la disponibilidad, del rendimiento y de la calidad con los datos obtenidos en 10 días de trabajo del 17 de enero del 2022 al 26 de enero del 2022, como se muestra en el Apéndice D, en el Apéndice E y en el Apéndice F. Analizando la información se pudo apreciar cómo se obtuvieron diferentes valores entre los indicadores, sin embargo, se observó una tendencia en ellos en donde la disponibilidad ronda el 69%, el rendimiento el 89% y la calidad el 99%. Causando así que solo los dos últimos se encuentren por encima del 80% el cual es el objetivo por llegar de la empresa tal cual se muestra en la Figura 3.1 Tendencia de la Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

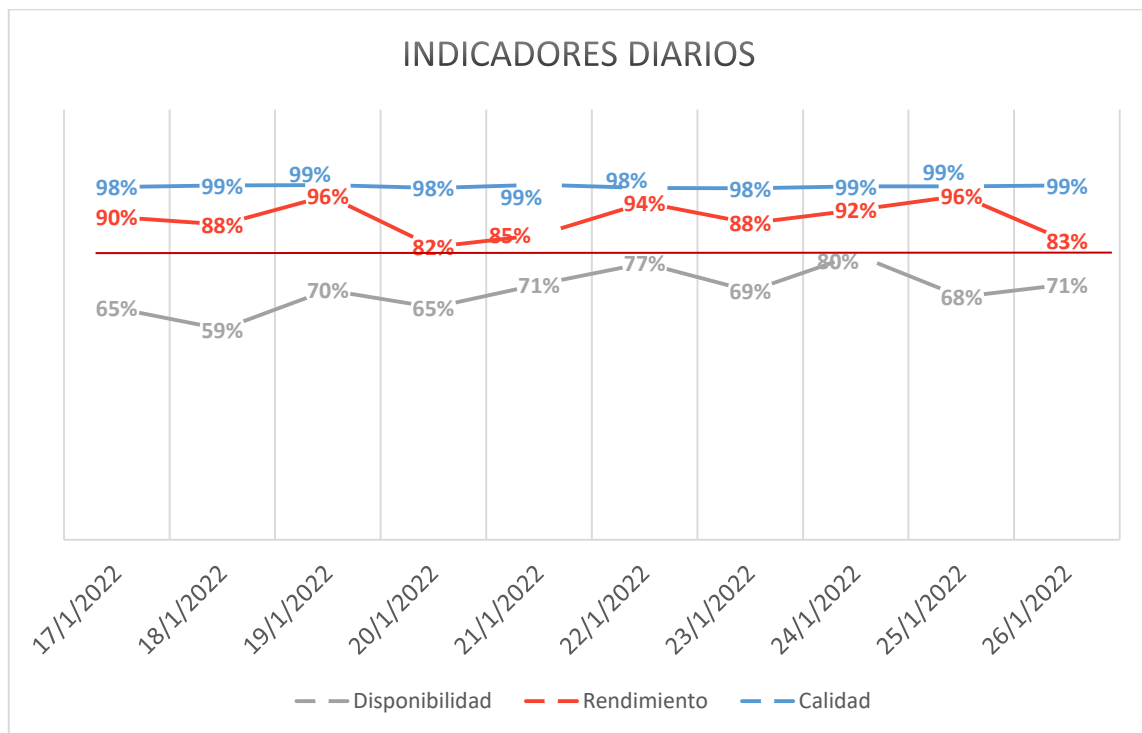


Figura 3.1 Tendencia de la Disponibilidad, Rendimiento y Calidad
(Elaboración Propia)

Al promediar estos valores usando la fórmula del OEE se obtuvo que el valor obtenido en los 10 días fue de 61%, el cual es un valor que se encuentra inaceptable y necesita ayuda urgente para mejorar el proceso productivo del área.

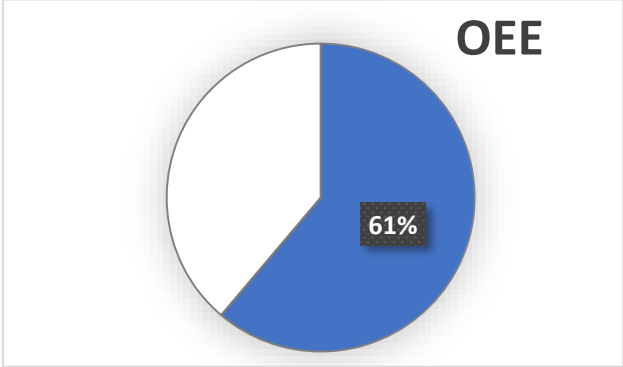


Figura 3.2 OEE
(Elaboración Propia)

De forma independiente se identificó además el promedio de cada uno de los indicadores del OEE como se muestra en la Figura 3.3 Indicadores de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

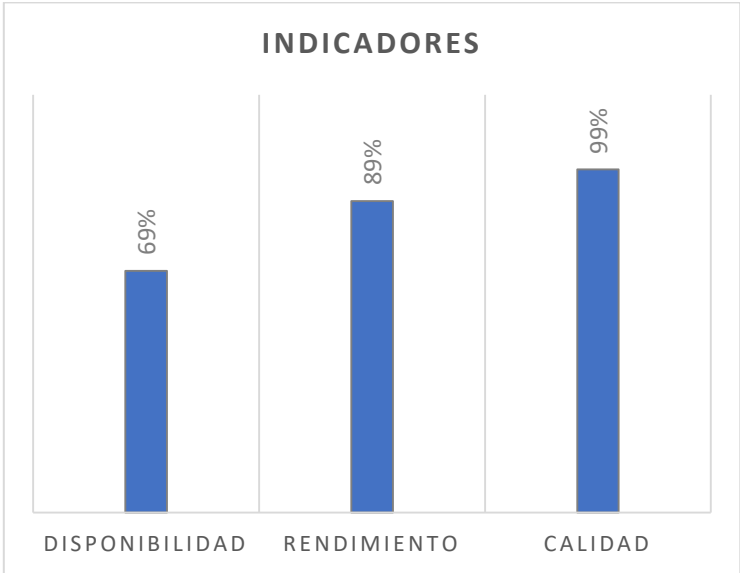


Figura 3.3 Indicadores de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad
(Elaboración Propia)

Para calcular cada uno de los indicadores se usaron las fórmulas previamente descritas en el capítulo 2 en donde se tomaron en consideración el tiempo operativo como tiempo total, el tiempo disponible, teniendo en cuenta las paradas programadas y el tiempo

productivo con las paradas no programadas analizando su promedio y de forma diaria como se muestra en el Apéndice Q.

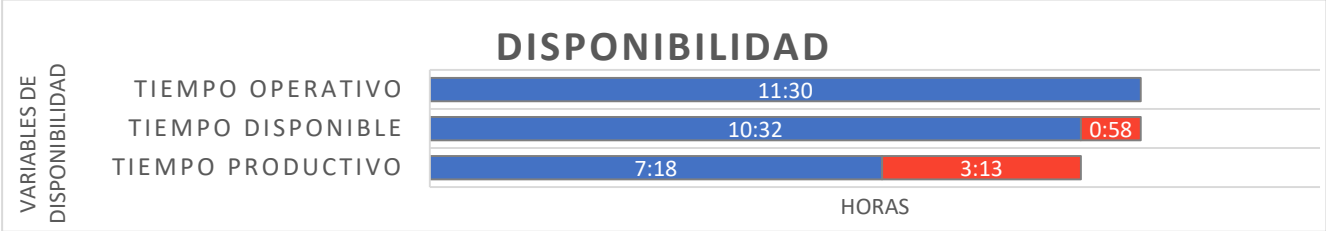


Figura 3.4 Variables de Disponibilidad
(Elaboración Propia)

Para el cálculo del rendimiento se consideró la capacidad productiva y la producción real, con lo cual se identificó que en los diez días se tuvo en promedio un reproceso de 2832 de blísteres por día.

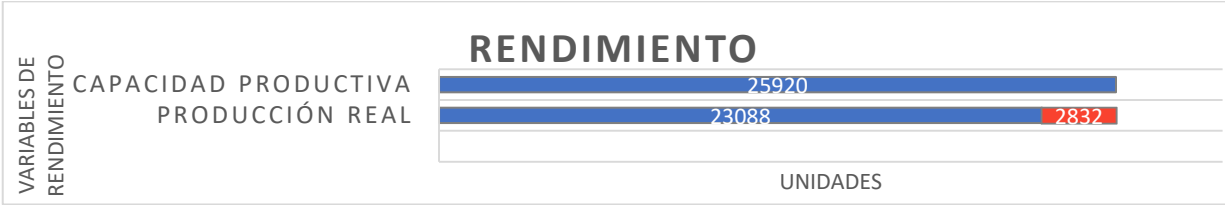


Figura 3.5 Variables de Rendimiento
(Elaboración Propia)

Para el cálculo de la calidad se utilizó la producción real obtenida en el rendimiento y los productos finales buenos que se obtuvieron al final del proceso listo para ser enviado a los clientes.



Figura 3.6 Variables de Calidad
(Elaboración Propia)

Por lo que analizando los datos y reemplazándolos en la fórmula pudimos identificar el OEE diario de la máquina envasadora de blísteres.

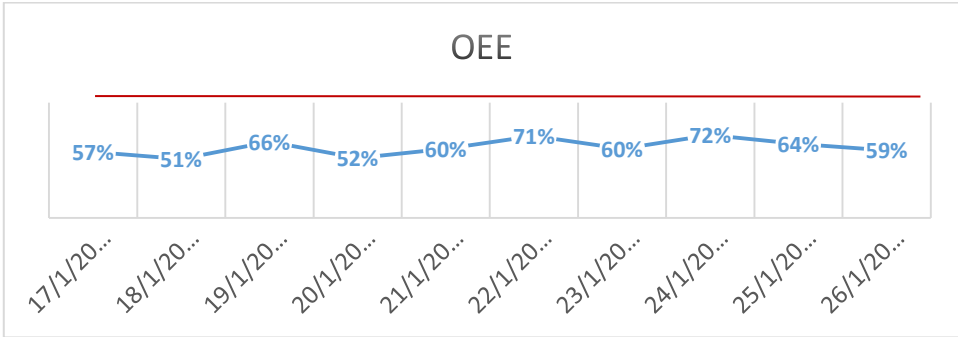


Figura 3.7 OEE semanal
(Elaboración Propia)

Al analizar la información con más detalle se pudo encontrar las pérdidas dentro del proceso como se muestra en la Figura 3.8 Pérdidas del Proceso.

Examinando los datos y clasificándolos por categorías se llegó a la conclusión que donde más tiempo pierden los trabajadores es en la calibración de la máquina como causa principal y en la limpieza del área como causa secundaria.

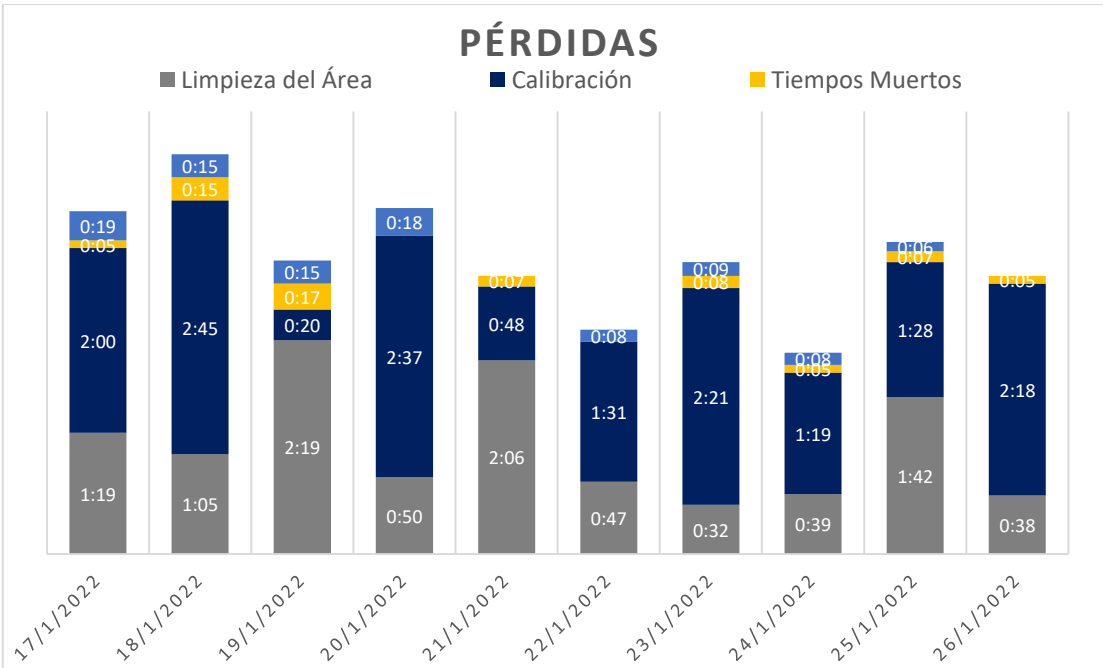


Figura 3.8 Pérdidas del Proceso
(Elaboración Propia)

3.1 Análisis de Costos

Al implementar el prototipo del diseño se tuvieron que considerar los siguientes costos tal cual se muestra en el Apéndice Ñ en la opción de diseño número #4.

Como principal valor a invertir fue el de la Tablet OP67 de 85mAh utilizada para recolectar la información. La Tablet se la compró en el extranjero a un costo de \$490 incluyendo envío. Para los programas y licencias de Excel y Power Bi la empresa ya tenía una licencia contratada por lo que no entraron dentro de los gastos de la implementación. Se instaló un sensor que contabilice la cantidad de blísteres salientes de la máquina automáticamente con un valor de \$62, mientras que la instalación fue realizada por el equipo de mantenimiento de la compañía que ocupó media hora en realizar el trabajo. Por último, como inversión se consideró \$5 en gastos de papelería varios al realizar las pruebas del prototipo.

Como factor importante a utilizar en la implementación del proyecto se utilizó además el tiempo de los operadores ocupándoles aproximadamente media hora en capacitarlos y media hora adicional por día entre los operadores y supervisores con lo que se cubre la recolección de información y la verificación de esta. Verificando el sueldo del personal este tiempo equivale aproximadamente a \$0.85 por día, \$312 al año.

En total se gastó aproximadamente \$557.85 en la implementación y funcionamiento del prototipo.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de analizar toda la información se pudo identificar que la línea de producción tuvo una buena implementación del sistema de medición del OEE, sin embargo, tiene posibilidades de mejorar su proceso para aumentar la eficiencia general de los equipos.

4.1 Conclusiones

- En conclusiones, el proceso para el sistema de medición de OEE se desarrolló tomando en consideración la situación actual de la empresa, los requerimientos del cliente, las especificaciones de diseño y las restricciones del proceso; con el objetivo de lograr un mejor control en la producción.
- Se adaptó el diseño del proyecto para que sea amigable con cualquier máquina o proceso que se realice en la empresa farmacéutica, generalizando los pasos, considerando los que más comunes.
- Con la culminación del proyecto se analizó el incremento de la productividad al plasmar los resultados actuales y concientizar al personal en la reducción de los costos, identificando en donde está la mayor cantidad de producto y tiempo perdidos.
- Se identificaron las tendencias diarias y semanales del OEE, así como sus paradas no programadas, los productos para reproceso y las pérdidas por el rendimiento de la máquina de forma en que se logró crear objetivos futuros para mejorar el procedimiento de envase de blíster.
- Para asegurar una buena implementación, conjuntamente se brindó capacitación al personal en la recolección de información y lectura de los resultados para cumplir con el objetivo de la triple línea base social con la que adicionalmente se

agregaron incentivos para mejorar los porcentajes de disponibilidad, rendimiento y calidad al incluirlos en la lista de razones por la que se dan bonos mensuales.

- Por medio del objetivo de la triple línea base ambiental es posible reducir la cantidad de aluminio desperdiciado en el producto en reproceso y en los residuos de aluminio al aumentar el nivel del indicador de calidad incrementando los productos buenos. Actualmente se desperdicia un aproximado de 334 blísteres de aluminio con los reprocesos el cual pudiera disminuir en al menos un 5%.
- En el objetivo económico de la triple línea base la productividad tiene la posibilidad de aumentar al subir el nivel del indicador de disponibilidad. Actualmente es el indicador con menor valor, sin embargo, al identificar en donde ocurren la mayor cantidad de paradas estas pueden ser controladas y cambiadas, aumentando de esa forma la productividad en el proceso.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda como mejora en el proceso el equipar la máquina para que sea más automatizada de forma en que la utilización alcance su máxima capacidad.
- Además, se recomienda realizar un estudio de tiempos y movimientos de cada una de las actividades del proceso para estandarizarlo, disminuyendo todos los posibles riesgos encontrados dentro del proceso para de esa forma disminuir los accidentes en el área productiva.
- Se recomienda también automatizar el área de empaque con máquinas de conteo que muestren el valor real que se empaca en los cartones para ser enviados a los clientes.
- Es necesario mejorar el cálculo del stock de seguridad en la planificación de la demanda en la producción para asegurar la disponibilidad de la materia prima necesaria para producir.

- Es importante organizar las máquinas y los procesos de tal manera que no se sea necesario un tiempo extenso al calibrar los equipos de envasado de blíster.
- Como posibilidad de mejora en la implementación del OEE es posible agregar un sistema de recolección de datos más automatizado en donde la máquina sea la que da el valor de las variables a procesar para obtener el indicador, con lo cual se disminuiría el error humano en la operación.

BIBLIOGRAFÍA

- Evocon. (s.f.). *Evocon*. Obtenido de <https://evocon.com/>
- Hamed, M. (s.f.). *Overall Equipment Effectiveness Simplified: Analyzing*.
- Hansen, R. C. (2001). *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/maintenance Tool for Increased Profits*. Industrial Press.
- Kennedy, R. K. (2017). *Understanding, Measuring, and Improving Overall Equipment Effectiveness*. New York: Productivity Press. Obtenido de OEE: <https://www.oeec.com/>
- Maintenance, J. I. (1996). *TPM for Every Operator*. Productivity Press.
- Material, S. S. (s.f.). *Six Sigma Material*. Obtenido de <https://www.six-sigma-material.com/OEE.html>
- OEE for Operators*. (1999). Productivity Press.
- OEE, S. (23 de marzo de 2016). *Sistemas OEE*. Obtenido de <https://www.sistemasoeec.com/calcular-oeec/>
- SensrTrx. (s.f.). *Production Monitoring*. Obtenido de <https://www.sensrtrx.com/>
- Stamatis, D. (2010). *The OEE Primer*. Productivity Press.
- Venkatesh, J. (2005). *An Introduction to Total Productive*. Obtenido de <http://courseware.cutm.ac.in/wp-content/uploads/2020/06/total-productive-management-pdf.pdf>
- Verzini, R. A. (2016). *Action Group*. Obtenido de Action Group: <http://www.actiongroup.com.ar/las-16-grandes-perdidas-industriales-tpm/>

APÉNDICES

APÉNDICE A

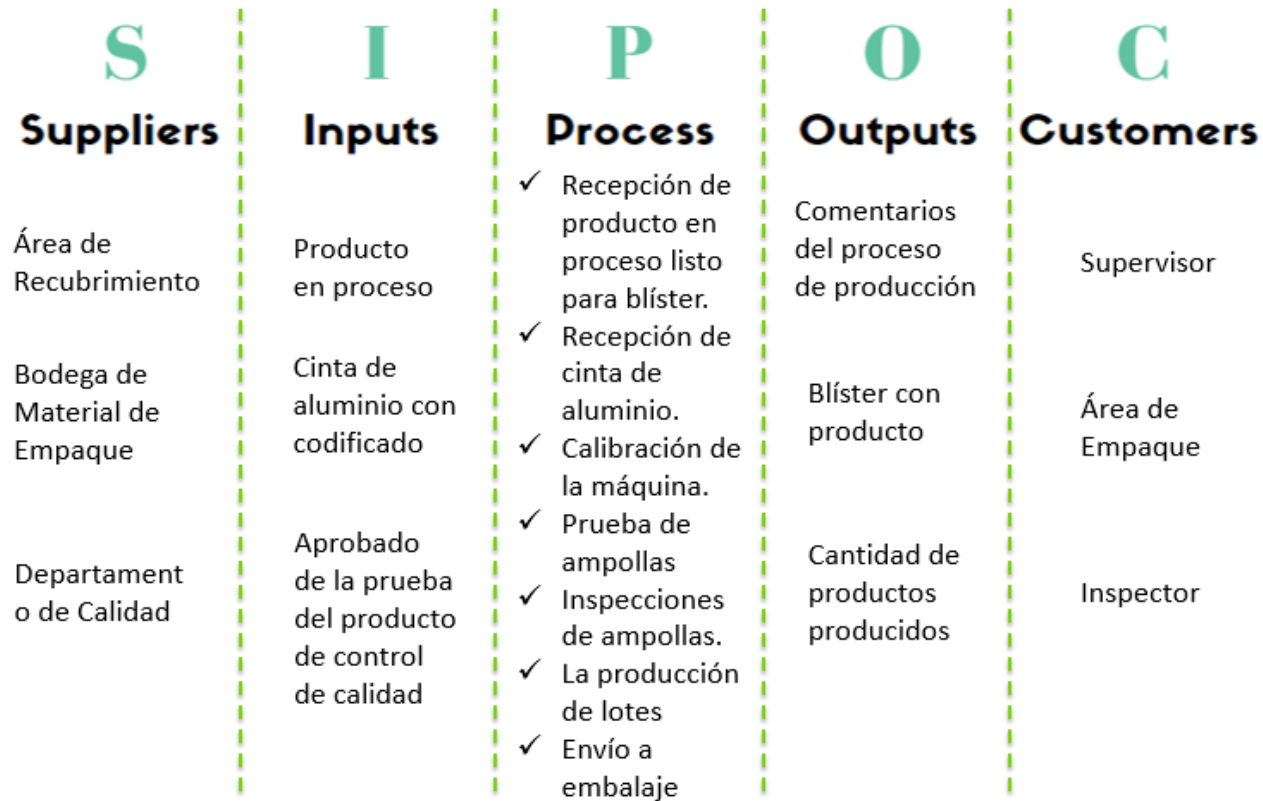
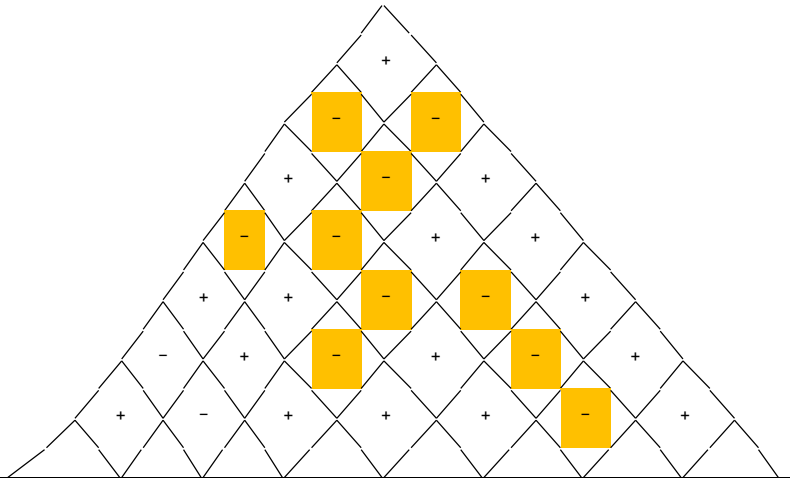


Figura 1 SIPOC del proceso
(Elaboración Propia)

APÉNDICE B



					# Columnas	1	2	3	4	5	6	7	8
					Mejoras	◊	▼	◊	▲	▲	▲	▼	▼
Filas #	Pesos	Peso relativo	Importancia	Máximo	Especificaciones del diseño Requerimientos del Cliente	Incluir todos los tiempos para cada uno de los pasos del proceso.	Crear un formato con celdas grandes donde sea fácil de llenar la información.	Incluir instrucciones detalladas de los pasos necesarios para obtener los resultados finales.	Incluir el detalle de por qué se detiene la producción y por cuánto tiempo.	Incluir las cantidades de los productos para reprocesar.	Incluir los ajustes y mantenimientos que se le realizan a la máquina.	Para la implementación, utilice los recursos disponibles actualmente.	Incluir un tablero con los gráficos de los resultados finales.
1		9%	7	9	Medir la eficiencia de los equipos en tiempo real.	●	▽	○	●	●	●	▽	▽
2		12%	9	9	Identificar las paradas programadas y no programadas.	●	▽	▽	●	▽	●	▽	▽
3		12%	9	9	Identificar las pérdidas de eficiencia.	○	▽	▽	●	●	▽	▽	▽
4		11%	8	9	Identificar los rechazos y los defectos en la producción.	▽	▽	▽	○	●	○	▽	▽
5		11%	8	9	Elaborar informes sencillos.	▽	○	●	▽	▽	▽	▽	●
6		11%	8	9	Elaborar informes fáciles de llenar.	○	●	●	▽	▽	▽	▽	▽
7		8%	6	9	Incluir un formato de manual para los operadores.	○	●	●	▽	▽	▽	○	○
8		9%	7	9	Incluir un formato digital para los supervisores.	○	●	●	▽	▽	▽	○	●
9		8%	6	9	Hacerlo asequible.	▽	▽	▽	▽	▽	▽	●	▽
10		9%	7	9	Personalice los resultados finales en una presentación ejecutiva.	▽	○	▽	○	○	○	▽	●
					Relación máxima	9	9	9	9	9	9	9	9
					Clasificación de importancia técnica	350.67	364	428	406.67	374.67	310.67	198.67	350.67
					Peso relativo	13%	13%	15%	15%	13%	11%	7%	13%
					Gráfico de peso								

Tabla 1 QFD
(Elaboración Propia)

APÉNDICE C

Tabla 2 Plan de Recolección de Datos
(Elaboración Propia)

¿Quién?	¿Qué?				¿Cómo se mide?		¿Cuándo?	¿Por qué?	¿Dónde?	Condiciones relacionadas	Notas de muestreo
Persona a cargo	Variab le	Datos	Unidad de medida	Tipo de datos	Método de observación	Método de recolección	¿Cuándo recolectarlo?	¿Por qué coleccionar?	¿Dónde se registró?	Factos de estratificación	Notas de muestreo
Verónica, el supervisor	X1	Tiempo disponible	Horas	Cuantitativo - Continuo	Entrevista	Prototipo de formato	25/10/2021 - 15/11/2021	Es necesario calcular el tiempo de producción real.	Paseo Gemba	A diario	Los datos se obtuvieron diariamente en un lapso de 14 días por cada turno con la ayuda de los operadores y el supervisor. No hay datos históricos para la mayoría de las variables.
Verónica, los operadores, el supervisor, el inspector	X2	Tiempo productivo	Horas	Cuantitativo - Continuo	Observación directa	Prototipo de formato	25/10/2021 - 15/11/2021	Es necesario calcular el porcentaje de disponibilidad real	Paseo Gemba	Tipos de paradas	
Verónica, los operadores, el supervisor	X3	Total de paradas no programadas	Horas	Cuantitativo - Continuo	Observación directa	Prototipo de formato	25/10/2021 - 15/11/2021	Es necesario calcular los tiempos muertos	Paseo Gemba	Tipos de paradas	
Verónica, el supervisor	X4	Capacidad de producción ideal	Blíster/ Horas	Cuantitativo - Discreto	Entrevista	Manual de la máquina	25/10/2021 - 15/11/2021	Para establecer la capacidad de la máquina.	Paseo Gemba	Tipo de material de blíster	
Verónica, el supervisor	X5	Capacidad de producción real	Blíster/ Horas	Cuantitativo - Continuo	Observación directa	Prototipo de formato	25/10/2021 - 15/11/2021	Identificar la capacidad real de la máquina.	Paseo Gemba	Tipo de material de blíster	
Verónica, los operadores	X6	Producción real	Blíster	Cuantitativo - Continuo	Observación directa	Orden de entrega	25/10/2021 - 15/11/2021	Identificar la cantidad total de productos.	Orden de entrega	Tipo de material de blíster	
Verónica, los operadores	X7	Buena producción	Blíster	Cuantitativo - Continuo	Observación directa	Prototipo de formato	25/10/2021 - 15/11/2021	Identificar el porcentaje de calidad	Informe del operador	Tipo de material de blíster	
Verónica, los operadores	X8	Productos para reprocesar	Blíster	Cuantitativo - Continuo	Observación directa	Prototipo de formato	25/10/2021 - 15/11/2021	Identificar el momento de reprocesamiento	Gemba	Tipo de material de blíster	

APÉNDICE D

Tabla 3 Recolección de Datos Disponibilidad

(Elaboración Propia)

Hoja de Registro para Máquina Empacadora de Blister - Disponibilidad																		
Nombre del Operador:				9832					Nombre del Supervisor:					2345				

Instrucciones: Llenar los espacios en blanco con la información en HORAS obtenida manualmente. Cuadro Gris: Datos Iniciales del Lote. Cuadro Naranja: Fecha, Hora de Inicio, Hora Final de los diferentes procesos.

Tiempo	Fecha	Código de Lote	Tamaño de Lote	Tiempo Total (Entrada - Salida)	Almuerzo	Baño	Baño 2	Baño 3	Mant. Preventivo	Capacitaciones	Producción	Producción 2	Limpieza del Inicio	Limpieza del Área Final	Calibración	Recalibración	Paras no Programadas	Paras no Programadas 2	Mant. Correctivo
Hora Inicio	17-1-22	CV722	100,000	7:00	12:45	11:00	14:30	15:02			9:43	15:32	7:20	17:47	8:15	15:00	10:10	18:11	
Hora Final	17-1-22	CV722	100,000	18:30	13:15	11:10	14:40	15:12			15:00	17:47	8:15	18:11	9:43	15:32	10:15	18:30	
Hora Inicio	18-1-22	CV722	100,000	7:00	12:40	10:40	14:50	15:34			10:34	15:31	7:20	18:05	8:00	15:20	11:30		
Hora Final	18-1-22	CV722	100,000	18:30	13:10	10:50	15:00	15:44			15:20	18:25	8:00	18:30	10:34	15:31	11:45		
Hora Inicio	19-1-22	HG442	100,000	7:00	12:50	11:00	14:30	17:29			9:34		7:10	18:15	9:14		13:00	18:00	
Hora Final	19-1-22	HG442	100,000	18:30	13:20	11:10	14:40	17:39			18:00		9:14	18:30	9:34		13:17	18:15	
Hora Inicio	20-1-22	HG442	200,000	7:00	12:45	10:45	13:53				10:30		7:15	18:00	7:35			10:12	
Hora Final	20-1-22	HG442	200,000	18:30	13:15	10:55	14:03				18:00		7:35	18:30	10:12			10:30	
Hora Inicio	21-1-22	OF016	100,000	7:00	12:35	11:42	14:39	15:02			9:00	16:23	7:10	17:59	8:45	15:50	7:53		
Hora Final	21-1-22	OF016	100,000	18:30	13:05	11:52	14:49	15:12			15:50	17:59	8:45	18:30	9:00	16:23	8:00		
Hora Inicio	22-1-22	OF016	100,000	7:00	12:45	11:00	12:25				9:03	17:36	7:20	18:03	7:48	17:20		7:40	
Hora Final	22-1-22	OF016	100,000	18:30	13:15	11:10	12:35				17:20	18:03	7:40	18:30	9:03	17:36		7:48	
Hora Inicio	23-1-22	GR853	200,000	7:00	12:40	10:40	13:45	15:25			9:24	15:54	7:10	18:15	7:27	15:21	7:10	15:45	
Hora Final	23-1-22	GR853	200,000	18:30	13:20	10:50	13:55	15:35			15:21	18:15	7:27	18:30	9:24	15:45	7:18	15:54	
Hora Inicio	24-1-22	GR853	100,000	7:00	12:48	11:42	14:39				8:30	16:53	7:15	18:03	7:32	16:24	18:25	16:45	
Hora Final	24-1-22	GR853	100,000	18:30	13:18	11:52	14:49				16:24	18:03	7:32	18:25	8:30	16:45	18:30	16:53	
Hora Inicio	25-1-22	VI934	100,000	7:00	12:37	10:45	12:25	15:34			9:53	13:03	7:15	18:15	8:42	12:40	18:23	12:57	
Hora Final	25-1-22	VI934	100,000	18:30	13:07	10:55	12:35	15:44			12:40	18:15	8:42	18:30	9:53	12:57	18:30	13:03	
Hora Inicio	26-1-22	VI934	200,000	7:00	12:45	7:05	13:45	17:29			9:45		7:07	18:12	7:27		10:10		
Hora Final	26-1-22	VI934	200,000	18:30	13:15	7:15	13:55	17:39			18:12		7:27	18:30	9:45		10:15		

APÉNDICE E

Tabla 4 Recolección de Datos Rendimiento.

(Elaboración Propia)

Hoja de Registro para Máquina Empacadora de Blíster			
Nombre del Operador:	9832	Nombre del Supervisor:	2345

Instrucciones: Llenar los espacios en blanco con la información en CANTIDADES obtenida manualmente. Cuadro Gris: Datos Iniciales del Lote. Cuadro Verde: Cantidad de Blíster Obtenidos en 1 Min.

Unidades	Fecha	Código de Lote	Tamaño de Lote	Capacidad Productiva	Producción Real
Blíster	17-1-22	CV722	100,000	24000	21600
Blíster	18-1-22	CV722	100,000	24000	21120
Blíster	19-1-22	HG442	100,000	24000	23040
Blíster	20-1-22	HG442	200,000	28800	23520
Blíster	21-1-22	OF016	100,000	28800	24480
Blíster	22-1-22	OF016	100,000	24000	22560
Blíster	23-1-22	GR853	200,000	28800	25440
Blíster	24-1-22	GR853	100,000	24000	22080
Blíster	25-1-22	VI934	100,000	24000	23040
Blíster	26-1-22	VI934	200,000	28800	24000

APÉNDICE F

Tabla 5 Recolección de Datos Calidad
(Elaboración Propia)

Hoja de Registro para Máquina Empacadora de Blíster			
Nombre del Operador:	9832	Nombre del Supervisor:	2345

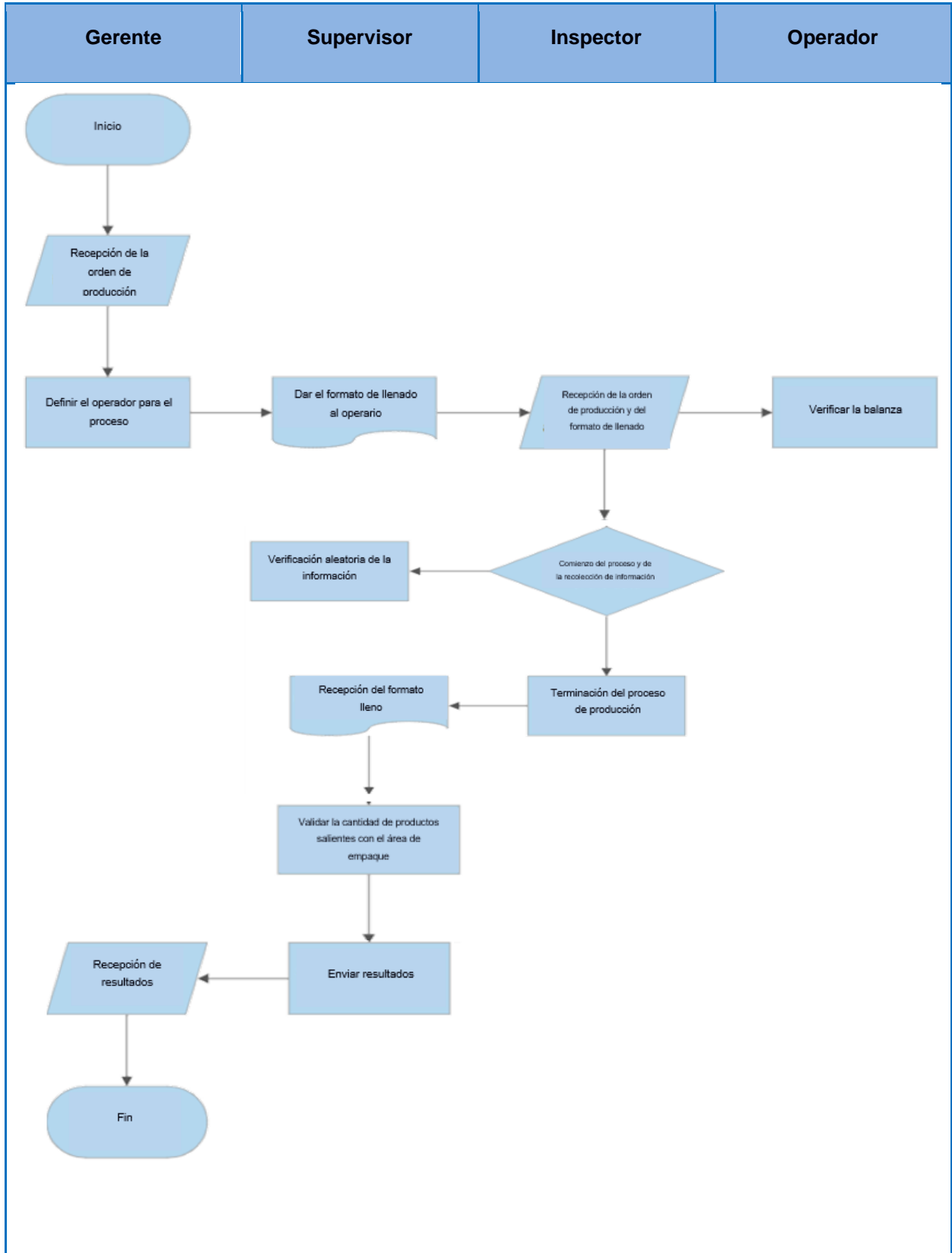
Instrucciones: Llenar los espacios en blanco con la información en CANTIDADES obtenida manualmente. Cuadro Gris: Datos Iniciales del Lote.

Cuadro Azul: Cantidad Total de Blíster

Unidades	Fecha	Código de Lote	Tamaño de Lote	Producción Real	Productos para Reproceso	Buenos Productos
Blíster	17-1-22	CV722	100,000	21600	350	21250
Blíster	18-1-22	CV722	100,000	21120	234	20886
Blíster	19-1-22	HG442	100,000	23040	245	22795
Blíster	20-1-22	HG442	200,000	23520	432	23088
Blíster	21-1-22	OF016	100,000	24480	235	24245
Blíster	22-1-22	OF016	100,000	22560	425	22135
Blíster	23-1-22	GR853	200,000	25440	503	24937
Blíster	24-1-22	GR853	100,000	22080	321	21759
Blíster	25-1-22	VI934	100,000	23040	323	22717
Blíster	26-1-22	VI934	200,000	24000	275	23725

APÉNDICE G

Tabla 6 Proceso de cálculo del OEE
(Elaboración Propia)



APÉNDICE K

Tabla 10 Diseño del formato digital de la calidad
(Elaboración Propia)

Factores	Recopilación de datos	Registro de producto terminado	Entrada de datos a la plantilla de Excel	Cálculo de OEE	Análisis de resultados
Si el supervisor falta un día.	El inspector podrá verificar los datos.	No afecta.	No afecta.	No afecta.	No afecta
Producto con especificaciones especiales y diferente velocidad de envasado.	No afecta. Todas las especificaciones pueden ser modificadas.	No afecta.	El formato permite cambiar la velocidad utilizada. No afecta.	No afecta.	No afecta.
Renovación de equipos de envase de blíster.	No afecta.	No afecta.	No afecta.	No afecta.	No afecta.
Precisión de los equipos de medición.	Tomar tiempos con diferentes relojes afecta la precisión de los datos.	El saldo sin encerrar afecta directamente el indicador de calidad.	No afecta.	Los indicadores OEE no son precisos debido a errores de medición.	Puede afectar la variable calidad.
Número reducido de operadores.	Se debe seleccionar un operador externo para recopilar datos.	Datos inexactos por falta de formación.	Datos inexactos por falta de formación.	Datos inexactos por falta de formación.	Análisis con baja precisión
Si se trabajan horas extraordinarias.	El nuevo operador puede necesitar un entrenamiento rápido.	No afecta.	Sólo cambia el número de minutos trabajados.	A medida que aumenta la producción, también lo hará el número de cambios y tiempos.	No afecta.
Si aumenta la demanda / Se agrega otro turno.	El formato es adaptable ya que pide ingresar la cantidad de minutos por día del turno.	Se incrementará el número de registros por día.	Se incrementará la cantidad de tiempo de registro.	No afecta.	Más datos, mayor precisión a la hora de interpretar y proponer mejoras.
Adaptabilidad a otros equipos.	Se añaden más días al formato.	No afecta, es adaptable.	No afecta, es adaptable.	No afecta, es adaptable.	No afecta, es adaptable.

APÉNDICE L

Tabla 11 Plan de la implementación del prototipo

(Elaboración Propia)

Mes	Jan -22	Jan -22	Jan -22	Jan -22
Actividad	3-7	10-14	17-21	24-28
Recopilación de datos OEE				
Presentación del Prototipo				
Corrección de la retroalimentación				
Presentación final del prototipo				
Formación para el jefe de producción y los operarios				
Instalación de los sensores por el área de mantenimiento				
Instalación de programas y archivos de recopilación de datos en la tableta.				
Prueba piloto de prototipo				

APÉNDICE M

Tabla 12 Plan de la implementación del prototipo con preguntas 5W
(Elaboración Propia)

¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	Instrumentos	¿Donde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Validación	Quién valida
Cálculo del OEE de los datos recogidos	Porque permitirá conocer la situación actual del proyecto	Introducción de datos recopilados durante el proyecto	Plantilla de Excel	Compañía	03/01/2022 – 14/01/2022	Líder del proyecto	Datos recolectados	Jefe de producción
Presentación del prototipo al jefe de producción	Porque será útil para revisar los ajustes finales deseados por el cliente	Reunión	PowerPoint	Empresa	7/01/2022	Operadores	Comparación con las especificaciones de diseño	Jefe de producción
Hacer las correcciones finales	Necesario para perfeccionar el diseño.	Cambiar el proceso basado en la retroalimentación dada	Excel	Casa	10/01/2022 – 12/01/2022	Supervisor	Última presentación del prototipo final	Jefe de producción
Presentación prototipo final	Para finalizar el proyecto de diseño.	Mostrándoselo al jefe de producción	PowerPoint	Empresa	14/01/2022	Líder del proyecto	Cumplimiento de las especificaciones de diseño y requisitos del cliente	Gerente de seguridad
Implementar capacitación para el supervisor y los operadores.	Permitirá un correcto desarrollo del proceso diseñado	Mediante explicación práctica de todo el proceso	PowerPoint	Empresa	17/01/2022	Jefe de producción	Firma recogida de la formación	Jefe de producción
Instalaciones de los sensores y de los programas y ficheros de recogida de datos	Porque se necesita para	Por instalación del sensor y los programas	Formatos realizados	Empresa	17/01/2022	Gerente de seguridad	Datos recolectados	Jefe de producción
Prueba piloto de prototipo	Mostrará el estado de los equipos actuales y la correcta ejecución del proceso y diseño	Siguiendo el proceso de recogida establecido	Excel/ Power Bi	Empresa	17/01/2022 – 27/01/2022	Líder del proyecto	Seguimiento constante durante el proceso.	Jefe de producción

APÉNDICE N

Tabla 13 Voz del Cliente
(Elaboración Propia)

Jefe de Planta Betalactámica	Supervisor	Inspector	Operarios	Jefa de Seguridad Industrial y Gestión Ambiental
Identificar dónde están ocurriendo las pérdidas de producto	Separar los procesos para su Independencia, cada uno de ellos tiene un tiempo de ciclo diferente	Incluir el tiempo de las inspecciones de los productos	Incluir el tiempo empleado en la calibración	Identificar la capacidad de la máquina
Identificar el proceso para cada producto	Incluir la cantidad del lote	Identificar cuánto se produce	Incluir el tiempo de cada paso en el proceso	Identificar los pasos potenciales en los que hay producto suelto
Identificar el número de pedido	Incluir el reproceso	Incluir la utilidad de la máquina	Identificar el área en la que se está realizando el proceso	Hacer un formato entendible
Incluir el estado de la máquina	Incluir la eficiencia de la máquina	Tener en cuenta que se fabrican 3 productos en la línea	Identificar la máquina utilizada en el proceso	Tener en cuenta todos los datos en tiempo real
Incluir el rendimiento de la máquina	Tener en cuenta la variabilidad del tiempo de producción	Incluir los montajes en el proceso	Facilitar el llenado	Incluir la calidad de los productos
Incluya la disponibilidad de la máquina y el operador que la maneja	Incluya los tiempos perdidos	Incluya el análisis de la calidad del producto final	Incluya la cantidad de productos que necesitan ser reprocesados	Haga todos los números enteros

APÉNDICE Ñ

Tabla 14 Análisis de Costos

(Elaboración Propia)

Opción de Diseño 1		Opción de Diseño 2		Opción de Diseño 3		Opción de Diseño 4		Opción de Diseño 5	
Servicio personalizado de OEE	\$1615.56 / año	Plantilla	\$4 una sola vez	Inicial	\$695 / año	Gastos de papelería	\$30 / año	Gastos de papelería	\$30 / año
		Tiempo de personal interno 1 hora c/d	\$624 / año	Lean	\$995 / año	Tiempo de personal interno 30 min c/d	\$312 / año	Tiempo de personal interno 30 min c/d	\$312 / año
Tiempo de personal interno 5 horas	\$8.4 una sola vez	Tablet IP67 de 85mAh (en stock)	\$490	Black Belt	\$1495 / año	Tablet IP67 de 85mAh (en stock)	\$490	Tablet IP67 de 85mAh (en stock)	\$490
		Gastos de papelería	\$60 / año	Tiempo de personal interno	5 horas = \$8.4 una sola vez	Sensor con contador	\$62	Sensor con contador	\$62
Total	\$1623.96	Total	\$1178	Total	\$1503.4	Total	\$894	Total	\$894

APÉNDICE O

Tabla 15 Matriz de Decisión

(Elaboración Propia)

Especificaciones de diseño	Valor	Opción #1	Opción #2	Opción #3	Opción #4	Opción #5
Incluir todos los tiempos para cada uno de los pasos del proceso.	9	9	3	9	9	5
Crear un formato con celdas grandes donde sea fácil de llenar la información.	3	5	5	5	9	9
Incluir instrucciones detalladas de los pasos necesarios para obtener los resultados finales.	5	9	9	9	5	5
Incluir el detalle de por qué se detiene la producción y por cuánto tiempo.	9	9	3	9	9	9
Incluir las cantidades de los productos para reprocesar.	5	9	5	5	9	9
Incluir los ajustes y mantenimientos que se le realizan a la máquina.	5	5	5	5	9	9
Para la implementación, utilice los recursos disponibles actualmente.	5	3	9	3	9	9
Incluir un tablero con los gráficos de los resultados finales.	9	9	3	9	9	9
Costo	9	\$1623.96	\$1178	\$1503.4	\$894	\$894
		9	9	9	9	9
Puntaje total		469	317	449	511	475

APÉNDICE P

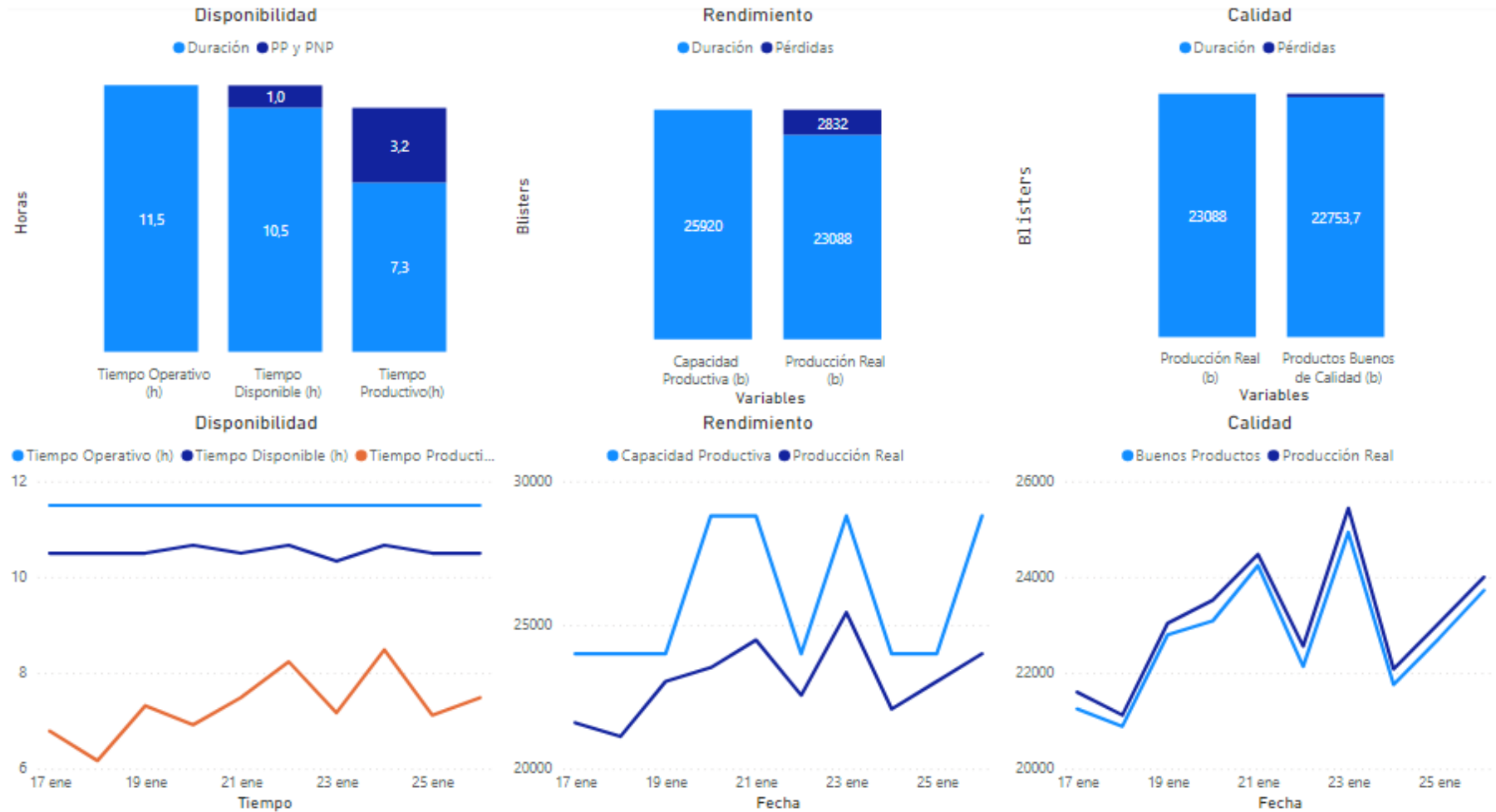


Figura 2 Gráficos de los resultados de OEE en Power BI
(Elaboración Propia)

APÉNDICE Q

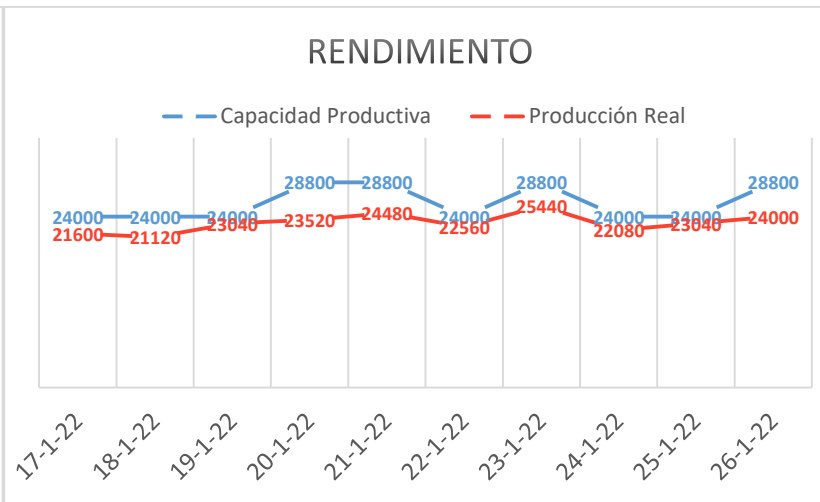
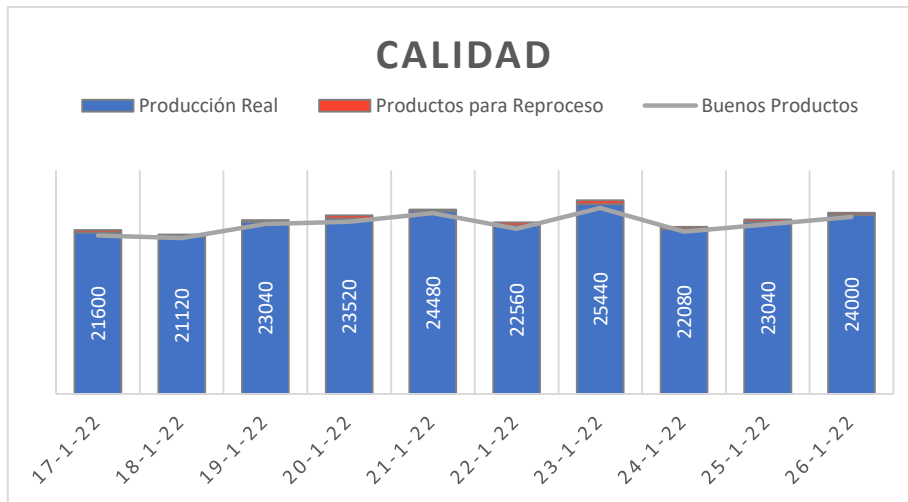
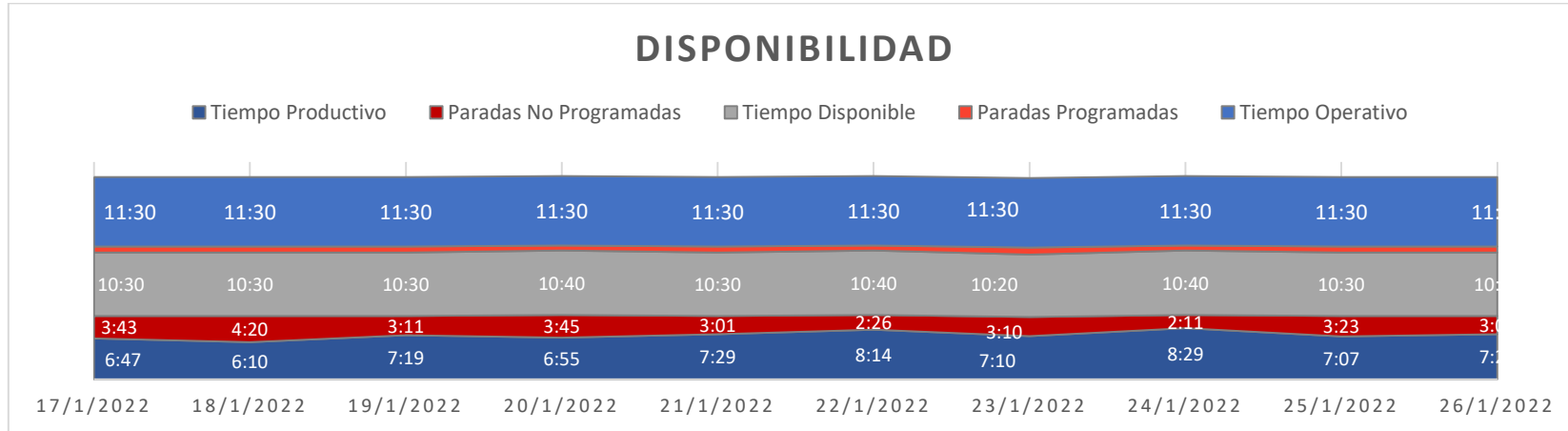


Figura 3 Gráficos de los resultados semanales de la Disponibilidad, Calidad y Rendimiento en Excel

(Elaboración Propia)

APÉNDICE R

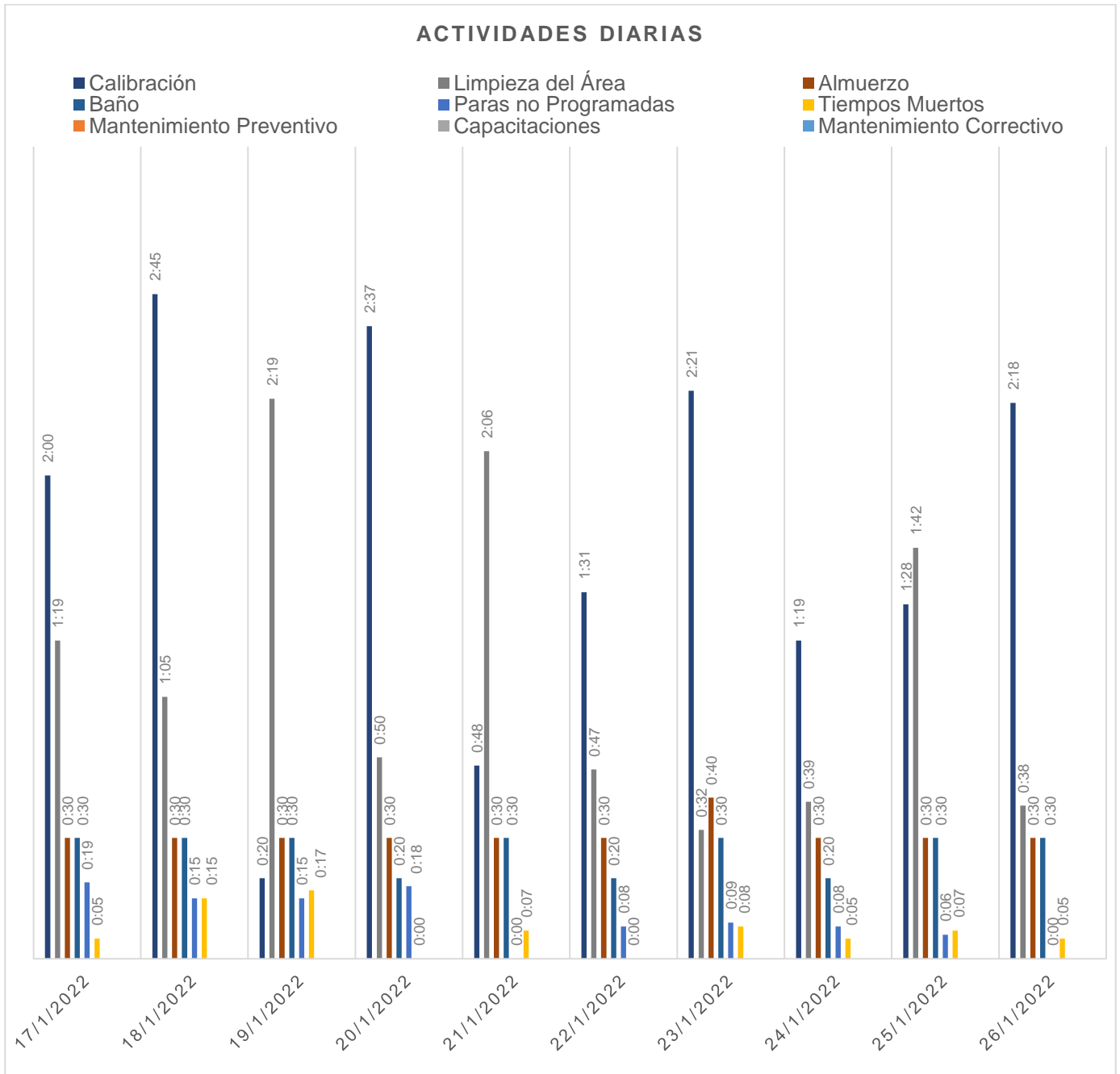


Figura 4 Gráficos de las actividades diarias en Excel

(Elaboración Propia)

APÉNDICE S

Tabla 16 Información Obtenida de la Recolección de Datos Inicial del 25-Oct-21 al 05-Nov-21

(Elaboración Propia)

Hoja de Registro del Proceso de Envase de Blíster														
Fecha	25-Oct-21		26-Oct-21		27-Oct-21		28-Oct-21		29-Oct-21		04-Nov-21		05-Nov-21	
Hora	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Tiempo Total	07:00	18:30	07:00	18:30	07:00	18:30	07:00	18:30	07:00	15:30	07:00	18:30	07:00	18:30
Descanso	11:00	11:30	11:00	11:28	10:58	11:27	10:55	11:30	10:58	11:28	10:50	11:25	11:00	11:31
Baño	09:05	09:10	07:05	07:15	11:23	11:26	10:45	10:55	11:42	11:53	10:45	10:55	07:05	07:14
Baño	12:25	12:30	10:35	10:43	14:53	15:02	13:53	13:59	14:39	14:43	12:25	12:38	13:45	13:58
Baño	14:45	14:50	15:34	15:42	17:29	17:33	15:25	15:30	-	-	13:53	13:59	15:02	15:12
Baño	17:30	17:35	18:01	18:05	-	-	17:23	17:30	-	-	17:29	17:43	16:58	17:04
Mantenimiento Preventivo	-	-	-	-	-	-	-	-	11:00	11:15	-	-	-	-
Limpieza Inicial	07:00	07:25	07:00	07:20	07:00	07:35	07:00	07:33	07:00	08:00	07:00	07:48	07:00	07:27
Calibración de Máquinas (aluminio, sellado, corte)	07:25	09:05	07:20	08:00	07:35	07:55	07:33	07:52	08:00	09:00	07:48	09:03	07:27	08:26
Prueba de Sellado y Corte	09:05	09:15	08:00	08:10	07:55	08:05	07:52	08:09	09:00	09:10	09:03	09:13	08:26	09:15
Recalibración (si es necesario)	09:15	09:55	08:10	08:25	08:05	08:38	08:09	08:42	09:10	09:38	09:13	09:53	09:15	09:45
Muestra de Producto para Control de Calidad	09:55	10:05	08:25	08:35	08:38	08:45	08:42	08:55	09:38	09:48	09:53	10:03	09:45	10:01
Inspección de Blísteres con Producto	10:05	10:15	08:35	08:48	08:45	09:05	08:55	09:00	09:48	10:00	10:03	10:13	10:01	10:13
Producción de Blíster	10:15	17:30	08:48	18:00	09:05	17:40	09:00	17:29	10:00	12:45	10:13	17:33	10:13	17:28
Reprocesamiento de Blísteres No Conformes	17:30	18:00	18:00	18:05	17:40	18:05	17:29	18:00	12:45	13:38	17:33	18:03	17:28	18:20
Limpieza Final	18:00	18:30	18:05	18:30	18:05	18:30	18:00	18:30	13:38	15:30	18:03	18:30	18:20	18:30
Tiempo muerto	18:15	18:30	14:35	14:45	08:48	08:56	07:53	08:00	12:45	13:00	10:07	10:12	10:10	10:15
Paradas No Programadas	07:25	07:40	11:30	11:35	09:45	09:54	07:45	07:53	08:45	08:54	07:25	07:40	12:48	13:00
Tiempo de Reparación	-	-	14:45	15:18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamaño del Lote	100000		100000		100000		100000		6500		25000		25000	
Código del Lote	CF023		CF023		CF023		CF023		CF02301		OB490		OB491	

Tabla 17 Información Obtenida de la Recolección de Datos Inicial del 08-Nov-21 al 16-Nov-21

(Elaboración Propia)

Hoja de Registro del Proceso de Envase de Blíster														
Fecha	08-Nov-21		09-Nov-21		10-Nov-21		11-Nov-21		12-Nov-21		15-Nov-21		16-Nov-21	
Hora	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Tiempo Total	07:00	18:30	07:00	18:30	07:00	18:30	07:00	18:30	07:00	18:30	07:00	18:30	07:00	18:30
Descanso	10:55	11:28	10:58	11:30	10:56	11:23	11:00	11:25	10:49	11:28	11:00	11:30	10:58	11:30
Baño	07:07	07:14	08:53	09:05	10:55	11:02	11:15	11:31	07:15	07:23	10:45	10:56	07:05	07:13
Baño	13:34	13:38	10:13	10:21	12:05	12:18	14:57	15:02	10:25	10:42	13:53	14:03	10:35	10:49
Baño	15:23	15:42	12:38	12:48	13:23	13:29	17:19	17:33	15:38	15:49	15:23	15:33	15:34	15:40
Baño	18:15	18:26	15:49	15:57	17:19	17:33	18:17	18:23	18:04	18:13	17:19	17:35	18:01	18:10
Mantenimiento Preventivo	07:05	07:34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10:24	10:42
Limpieza Inicial	07:00	08:36	07:00	07:25	07:00	07:22	07:00	07:19	07:00	07:26	07:00	07:26	07:00	07:27
Calibración de Máquinas (aluminio, sellado, corte)	08:36	10:23	07:25	07:55	07:22	07:49	07:19	07:39	07:26	09:26	07:26	09:15	07:27	09:03
Prueba de Sellado y Corte	10:23	10:34	07:55	08:05	07:49	08:10	07:39	08:17	09:26	09:35	09:15	09:25	09:03	09:18
Recalibración (si es necesario)	10:34	10:37	08:05	08:05	08:10	08:10	08:17	08:23	09:35	09:45	09:25	09:45	09:18	09:46
Muestra de Producto para Control de Calidad	10:37	10:45	08:05	08:13	08:10	08:18	08:23	08:31	09:45	09:58	09:45	09:57	09:46	10:05
Inspección de Blísteres con Producto	10:45	10:49	08:13	08:22	08:18	08:20	08:31	08:39	09:58	10:12	09:57	10:04	10:05	10:15
Producción de Blíster	10:49	18:00	08:22	17:30	08:20	17:47	08:39	15:00	10:12	18:00	10:04	17:32	10:15	17:25
Reprocesamiento de Blísteres No Conformes	18:00	18:00	17:30	18:00	17:47	18:05	15:00	16:23	18:00	18:15	17:32	18:15	17:25	18:00
Limpieza Final	18:00	18:30	18:00	18:30	18:05	18:30	16:23	18:30	18:15	18:30	18:15	18:30	18:00	18:30
Tiempo muerto	-	-	07:29	07:39	10:34	10:45	15:00	15:15	11:30	11:39	-	-	-	-
Paradas No Programadas	15:15	15:30	-	-	15:21	15:34	07:40	07:48	15:30	15:41	15:32	15:48	-	-
Tiempo de Reparación	-	-	-	-	-	-	15:15	15:30	-	-	-	-	-	-
Tamaño del Lote	100000		100000		100000		100000		25000		25000		25000	
Código del Lote	OX403		OX403		OX403		OX403		FK932		OI012		OI012	

APÉNDICE T

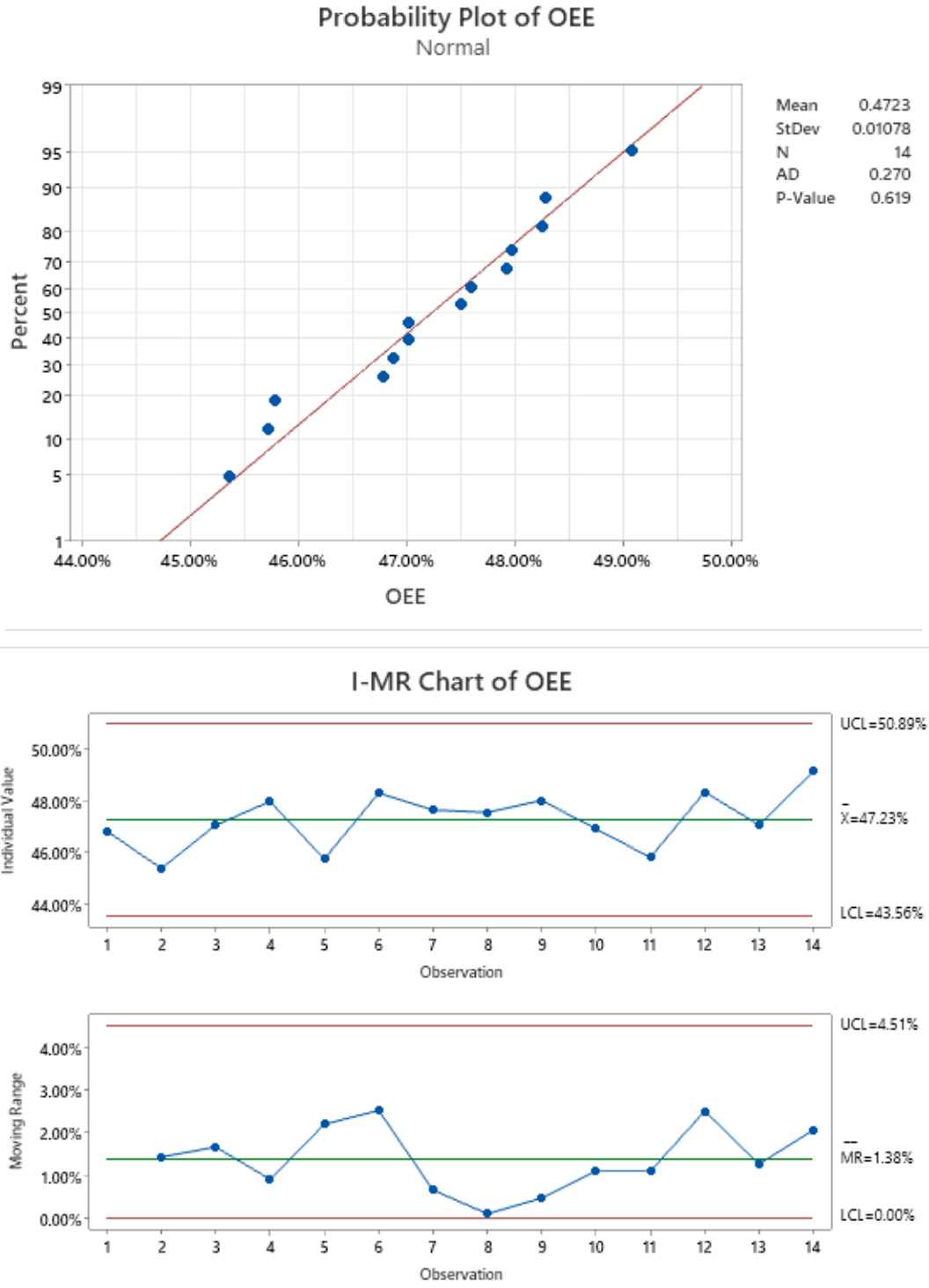


Figura 5 Prueba de Normalidad y Análisis de Estabilidad
(Elaboración Propia)

APÉNDICE U

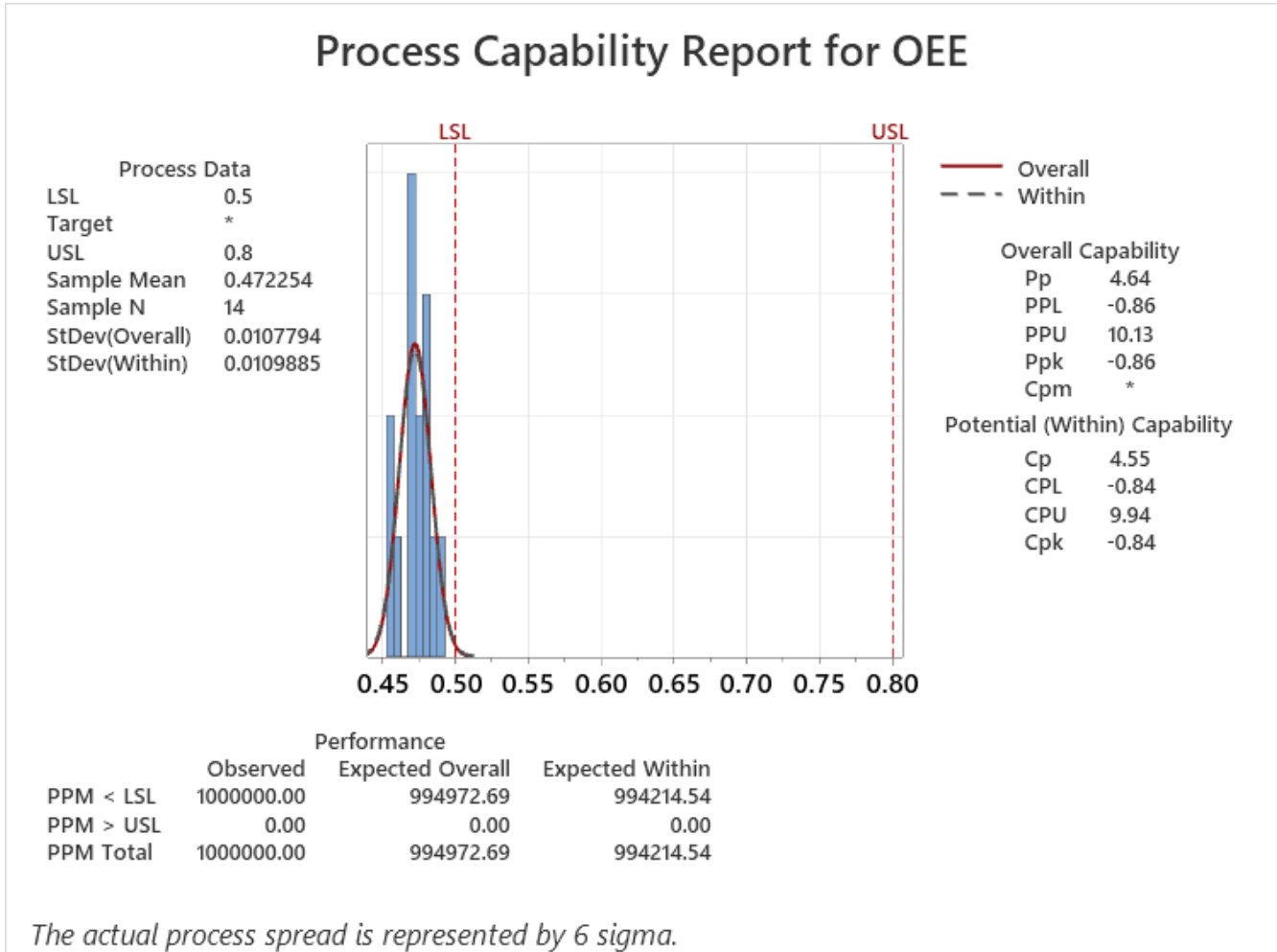


Figura 6 Análisis de Capacidad
(Elaboración Propia)

APÉNDICE V

Requerimientos del Cliente:

- Medir la eficiencia del equipo a tiempo real
- Identificar las paradas programadas y no programadas
- Identificar las pérdidas de eficiencia
- Identificar los rechazos y los defectos en la producción.
- Elaborar informes sencillos
- Elaborar informes fáciles de completar
- Incluir un formato manual para los operadores.
- Incluir un formato digital para los supervisores
- Hacerlo accesible, con un precio bajo.
- Personalizar los resultados finales para que se muestren como en una presentación ejecutiva

APÉNDICE W

Especificaciones del Diseño:

- Incluir todos los tiempos para cada uno de los pasos del proceso.
 - Crear un formato con celdas grandes donde sea fácil de llenar la información.
 - Incluir instrucciones detalladas de los pasos necesarios para obtener los resultados finales.
 - Incluir el detalle de por qué se detiene la producción y por cuánto tiempo.
 - Incluir las cantidades de los productos para reprocesar.
 - Incluir los ajustes y mantenimientos que se le realizan a la máquina.
 - Para la implementación, utilice los recursos disponibles actualmente.
- Incluir un tablero con los gráficos de los resultados finales

APÉNDICE X

Retroalimentación del prototipo:

- La toma de tiempos debe ser verificada con la información del área de empaque, por lo que se debería agregar un espacio para poner la cantidad final de producto saliente.
- Mantener el formato de forma general, para que en un futuro se pueda utilizar el mismo formato y la misma metodología para medir la eficiencia en el resto de los procesos de la empresa.
- Revisar la presentación del reporte final para convertirlo en una presentación ejecutiva fácil de entender.
- Incluir el tamaño de lote y el código de lote para cada uno de los procesos diarios en vez de para todo el formato de la semana.
- Reducir la cantidad de idas al baño, la cantidad de veces en las que se produce y el número de tiempos muertos o paradas programadas.
- Añadir más detalle a la columna de tiempo total, limpieza del área y calibración.

APÉNDICE Y

Maximum blanking frequency	Alu/ PVC: 50 time/min AL/AL 30time/min
Maximum working capacity	Alu/ PVC: 200 blisters/min AL/AL :120 blisters/min
Stroke	130mm (according to customer's request)
Maximum forming area	245x122mm
Maximum forming depth	18mm (upon request)
Packaging material	PVC: 260x0.25(0.15-0.5)mm
	PTP: 260x0.02mm
Power supply	Four wire three phrase 380V 50Hz (220V 60Hz)
Total power	5.7KW
Power of main motor	1.5KW
Air flow	0.38m ³ /min
Dimension of machine(L*W*H)	4200x650x1700mm
Weight	1500kg

Figura 7 Especificaciones técnicas de la máquina envasadora de blíster
(Elaboración Propia)