



**Optimizar rutas de mantención en líneas de producción de
productos analcohólicos en base a fallas y detenciones.**

Ingeniería civil industrial

Francisco Pérez

Fernando Vásquez

07 de Diciembre 2023

Resumen Ejecutivo

El área de operaciones de envasado de NPR, se enfoca de lleno en el proceso productivo de la planta, es decir, el equipo busca sacar el mayor provecho a las 4 líneas que hay en la planta. Para poder medir esto se usa el OPINONA, una medida de eficiencia que divide el tiempo efectivo de producción en el tiempo disponible de producción. Es muy importante recalcar que al igual que todas las plantas de CCU, en NPR se trabaja bajo la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) y esto lleva un mantenimiento preventivo de las máquinas, además de buscar que sea autónomo, es decir, cada operador debe ser capaz de identificar las fallencias de la línea e intentar solucionarlo o buscar ayuda.

A finales de Julio cuando se comenzó a trabajar en una mejor visualización de los datos, tanto por parte de los operadores de línea, el equipo de operaciones de envasado y los directivos de la planta, además del paso de SDI a SAP, como plataforma para imputar las detenciones, los números de esta medida de eficiencia eran los siguientes para cada línea. Línea 3: 35.80%; Línea 4: 49.44%; Línea 5: 53.96%; Línea 6: 62.53%. Estos son los datos que tiene la planta entre las fechas del 01/01/2023 al 31/07/2023.

Como problema identificamos que, era difícil para los operadores poder interpretar los números que ellos mismos estaban generando junto a sus equipos en cada producción y por eso se les hacía difícil presentar los ciclos cortos, son reuniones que se realizan todos los días con una duración de 30 minutos por línea para revisar lo ocurrido en las últimas 24 horas en temas de calidad, seguridad y eficiencia, es decir, OPINONA y detenciones. Además, hay una preocupación por los números de la planta y la relación de estos con el mantenimiento autónomo.

Para poder dar solución a esto, en primer lugar, se implementó más gestión visual en las líneas de proceso, esto para estandarizar algunas limpiezas o cambios de piezas dentro de las máquinas. La gestión visual consta de una serie de pasos con su respectiva foto para una mejor explicación. Por otro lado, se realizó un dashboard en PowerBi que permite visualizar de mejor manera las pérdidas de OPINONA, según las detenciones o pérdidas de velocidad de la línea. Por último, se trabajó en dos códigos de programación. El primero realiza una tabla por fecha y máquina, para que cada línea pueda ver las fallas por máquina en puntos de OPINONA y no en horas, esto para mejorar la visualización, el segundo código, está en proceso, pero realiza un ranking de las máquinas que más fallan por mes, para realizar un mantenimiento más efectivo de la línea y enfocarse en lo que está perjudicando la eficiencia de la planta. Luego de implementar estas soluciones el OPINONA de las líneas es el siguiente: Línea 3: 40.83%; Línea 4: 43.18% ; Línea 5: 53.27%; Línea 6: 63.54%. Esto toma los datos desde 01/08/23 al 19/11/2023.

Abstract

"The packaging operations area at NPR is fully focused on the plant's production process, aiming to optimize the utilization of the 4 lines available. The team uses OPINONA as a measure of efficiency, dividing effective production time by available production time. It's crucial to note that, like all CCU plants, NPR operates under the Total Productive Maintenance (TPM) methodology, involving preventive machine maintenance and encouraging autonomous problem-solving by operators.

In late July, efforts were initiated to enhance data visualization for line operators, packaging operations teams, and plant executives. This coincided with the transition from SDI to SAP for tracking downtime events. During this period (January 1, 2023, to July 31, 2023), the OPINONA figures for each line were as follows: Line 3: 35.80%, Line 4: 49.44%, Line 5: 53.96%, and Line 6: 62.53%.

A challenge identified was the difficulty faced by operators in interpreting the production data generated by their teams during daily 30-minute Short Daily Improvement (SDI) meetings. These meetings cover the last 24 hours, addressing quality, safety, efficiency (OPINONA), and downtime. There was also concern about plant metrics and their correlation with autonomous maintenance.

To address these challenges, visual management on the process lines was increased to standardize cleaning and part changes within the machines. A PowerBi dashboard was developed to visualize OPINONA losses based on line downtime or speed losses. Additionally, two programming codes were created. The first generates a table by date and machine to help each line visualize OPINONA losses per machine in points rather than hours. The second code, still in progress, aims to rank machines with the highest failures per month for more effective line maintenance.

After implementing these solutions, the OPINONA for the lines are now as follows: Line 3: 40.83%, Line 4: 43.18%, Line 5: 53.27%, and Line 6: 63.54%. During this period (August 1, 2023, to November 19, 2023).

Índice

Resumen Ejecutivo	1
Abstract	2
Contexto de la empresa	4
Planteamiento del problema	5
Objetivos	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
Estado del arte	7
Soluciones	8
Solución Escogida	9
Riesgos	11
Mitigaciones	12
Metodología	12
Medidas de desempeño	13
Desarrollo del proyecto	14
Evaluación Económica	18
Resultados	21
Conclusiones	27
Anexos	28
Bibliografía	29

Contexto de la empresa

CCU se fundó como sociedad anónima en 1902 por un grupo de empresarios, y en sus primeros años la compañía se dedicó principalmente a la producción de cervezas en nuestro país. La marca experimentó un crecimiento significativo y decidió expandirse al resto del país y Latinoamérica, además de ampliar su gama de productos y empezar a producir bebidas analcohólicas como jugos, bebidas y agua mineral.

Hoy en día CCU Chile cuenta con 20 plantas productivas y 29 centros de distribución, a lo largo de todo el país, lo que permite tener un portafolio de cerca de 140 marcas y 100.000 clientes solo en Chile.

Yo me encuentro realizando la pasantía en la planta de Renca, la cual fue fundada en 2021 y en la cual se producen exclusivamente bebidas analcohólicas, como, por ejemplo, Pepsi, Bilz y Pap, Gatorade, Watts, Cachantun, Lipton, entre otras marcas. Además, cabe recalcar que se envasa tanto en PET como en lata, y por su parte el PET, se envasa tanto en frío como en caliente. Esta planta consta con 4 líneas para envasar, las cuales desde ahora se nombrarán de la siguiente manera; Línea 3 (Hotfill), Línea 4 (PET), Línea 5 (PET), Línea 6 (Latas). Durante estos meses nos enfocaremos en aumentar el OPINONA de las líneas y por ende el de la planta.

El OPINONA es un indicador de eficiencia que se utiliza en las plantas de la compañía, el cual se mide según el tiempo teórico de producción dividido en el tiempo efectivo de trabajo, es decir, se ve afectado por las detenciones planeadas de las líneas de proceso, los cambios de producto, las paradas externas, que pueden ser por falta de materia prima, las paradas mayores a 5 minutos y las paradas menores y bajas de velocidad.

Para entender un poco cómo se mide el OPINONA, veremos lo siguiente, en primer lugar, tenemos el tiempo total, que corresponde a la cantidad de días del mes, en horas. Este tiempo se divide en tiempo con dotación de personal y el tiempo no usado por falta de personal. Por su parte el tiempo con dotación se separa en tiempo de trabajo operacional y los momentos en que hay mantenimiento externo. Siguiendo con eso el tiempo de trabajo operacional se desglosa en tiempo efectivo de trabajo y tiempo sin orden de producción o tiempos de aseo, reunión, capacitaciones, entre otras cosas. El tiempo efectivo se divide en tiempo disponible de producción y tiempo de cambio de producto y/o detenciones planeadas. Este tiempo disponible se reparte en tiempo de producción real y paradas externas, la producción real se distribuye en tiempo de operación y paradas mayores a

5 minutos, continuando con la explicación este tiempo de operación lo podemos dividir en tiempo de producción y bajas de velocidad y/o paradas menores, y para finalizar este último se separa en producto bueno o tiempo teórico de producción y los tiempos de rechazo o reproceso.

Planteamiento del problema

Por lo tanto, el principal dolor dentro del equipo es el aumento de detenciones de distinta índole en las líneas de proceso, esto debido a falta de mantención en algunos equipos o por la realización de estas durante el los horarios en que se podría producir. Por otro lado, la oportunidad que vimos junto a mi supervisor fue la de aplicar una metodología de mantenimiento autónomo, en el equipo de operadores que desarrollan sus funciones en la etiquetadora de la línea 3 (Hotfill) de la planta. A través de un mantenimiento preventivo de los equipos, esto permitirá que la etiquetadora cumpla con los estándares de limpieza, inspección y lubricación necesarias para desarrollar un producto que cumpla con las necesidades de los clientes.

A continuación, podemos ver algunos datos de OPINONA de finales del año pasado y principios de este año. Si se analizan los datos se darán cuenta que cuando se pensó en cuál podía ser el problema a solucionar dentro de la estructura de trabajo, el OPINONA oscilaba entre el 50 y 60% aproximadamente. Por lo que se pensó en cómo ir a mejorar esos números de cara a la última parte del año y de esa forma estimar las proyecciones del corto plazo.

Luego de analizar la planta en general, se pensó en cómo empezar a atacar el problema del bajo OPINONA, para eso era necesario ir a ver línea a línea los números que presentaba cada una y esos números son los siguientes: Línea 3: 35.80%; Línea 4: 49.44%; Línea 5: 53.96%; Línea 6: 62.53%. Estos son los datos que tiene la planta entre las fechas del 01/01/2023 al 31/07/2023.

Teniendo esos datos a la mano, lo cual no fue fácil, debido a que no se contaba con una visualización clara de ellos, se llegó a la conclusión de que se debía comenzar con la línea 3, que era la que presentaba un OPINONA más bajo.

El OPINONA es fundamental al momento de hablar del modelo de negocios de CCU, ya que este se calcula en base a los litros producidos en cada turno, por cada una de las líneas de la planta, es decir, cada punto de OPINONA que ganemos en un turno se traduce en más botellas producidas y eso en una opción para vender más. Entonces al atacar desde varias aristas las pérdidas de velocidad o fallas de las máquinas, sumado al apoyo en terreno que se les brindará a los operadores, se buscará aumentar el OPINONA y de esta forma mejorar los números económicos de la empresa.

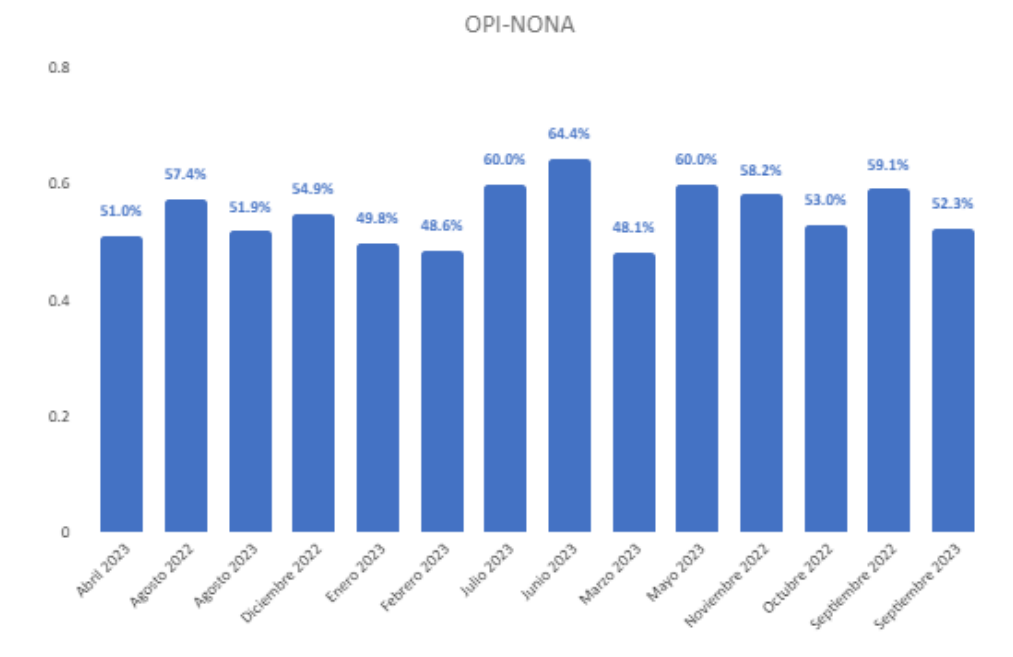


Imagen 1: OPINONA al inicio del proyecto.

Fuente: CCU, 2023. Información entregada por equipo de envasado

Objetivos

Objetivo General

El objetivo general de este proyecto está formulado de acuerdo con el enfoque SMART. Y este consiste en aumentar el OPINONA mensual de la línea 3 para llegar a un 50% en un plazo de 3 meses.

Para alcanzar el objetivo general de este proyecto, nos vamos a enfocar en los siguientes 3 objetivos específicos, que desarrollaremos durante estos meses.

Objetivos Específicos

1) **Implementar mejoras en los estándares de limpieza, inspección y lubricación:** Esto consiste en un constante trabajo con los operadores de las líneas para mejorar los estándares LIL y avanzar hacia la mantención autónoma, principalmente lo haré desarrollando gestión visual para que se unifiquen los criterios de limpieza, inspección y lubricación en cada parte del proceso de envasado.

2) **Mejorar la comunicación con los operarios para que estén al tanto de las mantenciones y sus importancias, además de la importancia de realizar los controles de calidad:** Con este punto mejoraremos tanto la producción como calidad del producto, para cumplir con las órdenes de

producción de la mejor manera y no poner en riesgo la calidad del producto y tampoco la seguridad de los operadores.

3) Optimizar las rutas de mantención en la línea para disminuir los tiempos que estas toman y no intervenir la producción: En este punto desarrollaremos un código que nos permita saber la ruta que reduce al máximo el tiempo que la línea está detenida, esto teniendo en cuenta la capacidad de producción de cada equipo que compone la línea y el tiempo que dure la mantención que se le debe hacer.

Estado del arte

“TPM es altamente eficaz en empresas que cuentan con muchas operaciones automáticas y secuenciales (empresas intensivas en el uso de maquinaria), ya que combina un conjunto de actividades y técnicas para lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad de producción instalada, sin requerir grandes inversiones” (García, 2011)

“La esencia de KAIZEN es sencilla y directa: KAIZEN significa mejoramiento. Más aún, KAIZEN significa mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores. La filosofía de KAIZEN supone que tanto nuestra forma de vida - sea nuestra vida de trabajo, vida social o vida familiar - merece ser mejorada de manera constante.” (Masaaki Imai, 2001)

CCU Chile, líder en la industria de bebidas del país, se enfrenta a desafíos constantes para mantener la eficiencia y la calidad en su producción. La implementación de TPM (Mantenimiento Productivo Total) y Kaizen ha surgido como una estrategia clave para abordar estos desafíos, alineándose con su compromiso con la mejora continua.

La adopción de TPM y Kaizen en la empresa se basa en las raíces japonesas de estas metodologías y su evolución global en la industria. El compromiso con la mejora continua ha llevado a la incorporación de los pilares del TPM en la empresa.

Kaizen y su Relación con el TPM: El enfoque Kaizen en CCU fomenta la mejora continua en la producción y el mantenimiento. Esta filosofía se integra con la metodología, reforzando la cultura de mejora constante en todos los aspectos de la operación.

Los pilares con los que trabajamos en CCU, son los siguientes: CA/MA (Control Activo/ Mantenimiento Autónomo), Seguridad, 5S, Calidad, ME (Mejora Enfocada), DPO (Desarrollo Personas y Organización).

La implementación de los pilares de TPM en la planta han resultado en un Mantenimiento Autónomo en el que los operadores desempeñan un papel activo en el cuidado de los equipos, un Mantenimiento Planificado que programa actividades de mantenimiento de manera eficiente, un

Mantenimiento Calificado que se enfoca en la capacitación del personal y la Mejora Continua constante.

Métricas de Fiabilidad: La medición de la confiabilidad en la empresa se basa en el Mean Time To Repair (MTTR) y el Mean Time Between Failures (MTBF). Estas métricas se utilizan para evaluar el rendimiento de los equipos y reducir los tiempos de inactividad.

La aplicación de estas metodologías en CCU ha llevado a mejoras notables en la eficiencia de la producción y la calidad de los productos. Se destacan casos de éxito específicos en la empresa.

La integración exitosa de TPM, Kaizen y métricas de fiabilidad en CCU Chile ha contribuido significativamente a la eficiencia y la confiabilidad en la industria de bebidas tanto alcohólicas como analcohólicas. Esta revisión resalta la importancia de estas metodologías en la gestión industrial de una empresa líder en Chile.

Soluciones

Las soluciones propuestas para este proyecto son las siguientes:

1. Creación de Checklist para el control de los estándares de Limpieza e Inspección, que son parte del estándar LILA, correspondiente al pilar CAMA de TPM.
2. Creación de un Dashboard para que los operadores de cada línea puedan entender y presentar de mejor manera las pérdidas de OPINONA de sus respectivas líneas, esto corresponde al pilar de DPO.
3. Desarrollo de dos códigos de programación, uno para poder visualizar las detenciones de las máquinas en puntos de OPINONA por día. Y el otro para poder ver qué máquinas fallan con mayor frecuencia en cada línea y cuáles son estos tiempos, para decidir las rutas de mantención.

Para la selección de la solución se realizó una escala Likert del uno al cinco, donde uno corresponde a que la solución analizada tiene muy poca incidencia en ese factor, y cinco hace referencia a que esta repercute mucho en el análisis.

Solución	T° implementación (10%)	Impacto (30%)	Costo (30%)	Horizonte (10%)	Autonomía (20%)	Ponderación
1	2	3	1	2	5	2,6
2	3	5	2	4	5	3,8
3	5	5	3	4	4	4,1

Tabla 1: Selección de la solución

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

Solución Escogida

En la práctica llevaremos a cabo las 3 soluciones, pero la prioritaria es el desarrollo de los códigos de programación que nos llevan a mejorar la forma en que se presentan los datos y cómo lo visualizan los operadores en cada línea, para poder llevar un seguimiento diario de las pérdidas de OPINONA, además de poder calcular el MTTR y MTBF para tomar mejores decisiones en cuanto a la mantención preventiva de los equipos.

Las soluciones serán implementadas de la siguiente manera. Para el caso del Checklist, en primer lugar, tuve que ir a la Línea 3, y solicitarle al operador mantenedor de la línea que me ayude a realizar el checklist de las etiquetadoras, esta línea cuenta con dos etiquetadoras que se utilizan dependiendo del producto que se esté envasando. En esta línea se envasan los jugos WATTS y Gatorade.

Por otro lado, para el dashboard, primero utilizamos los datos que teníamos a mano, que los proporcionaba SDI, luego comenzamos a capacitar a los operadores para comenzar a imputar las detenciones en SAP y extraer la base desde ahí, esto fue a inicios de Octubre, y en estas últimas semanas se estuvo trabajando en un código que nos permite crear una tabla para poder ver los puntos de OPINONA perdidos por cada máquina de cada línea. Para un futuro, la idea es poder verlo por modo de falla.

Por último, estamos trabajando en otro código que nos entregue en minutos, un ranking con las máquinas que más se detienen, para poder planificar de mejor manera las mantenciones.

Plan de implementación

Para la implementación completa de las soluciones propuestas, se habla de las tres soluciones ya que como se podrá ver, se trabajó en todas las soluciones propuestas porque van de la mano, se deberán considerar las siguientes etapas:

A. Etapa de integración: En esta etapa se capacitará a los operadores de línea, sobre cómo cargar datos en SAP, además de enseñarles a visualizar el dashboard para que ellos sean quienes guíen las reuniones de ciclo corto:

- En una primera etapa se les enseñará a los operadores a cargar datos en SAP, ya que tiene algunas diferencias con la plataforma anterior, además los operadores deberán comenzar a manejar de mejor manera el site ya que ellos comenzarán a guiar los ciclos cortos
- Estas implementaciones son principalmente para los ciclos cortos, para recordar, estas son reuniones de 30 minutos por cada línea en la que se ven los números que dejó el día anterior, en el área de envasado, el ciclo corto se enfoca en calidad, seguridad y eficiencia.

- Para poder implementar las tres soluciones presentadas, es muy importante que estén bien imputados los datos de las detenciones de cada línea en cada uno de los turnos, para eso cada operador debe ingresarlos a SAP 10 minutos antes que finalice su turno y después se puede descargar la planilla y comenzar a trabajar con los datos.

B. Etapa de implementación: En esta etapa se comienza a trabajar en el dashboard y los estándares de limpieza de las máquinas, en primer lugar, se comienza con las máquinas más críticas y luego se realizarán las demás, para eventualmente tener estándares de limpieza, inspección y lubricación para cada una de las máquinas del área de envasado. Paralelo a todo esto se comenzó a trabajar en los códigos de programación que nos permitirán seguir avanzando en la mejora continua y la mantención autónoma.

C. Etapa de monitoreo y evaluación: Mediante las métricas de desempeño planteadas, será necesario realizar un monitoreo de rendimiento una vez las soluciones se vayan implementando, con el fin de realizar una evaluación de resultados y comparar con las expectativas iniciales.

A continuación, se puede apreciar la carta Gantt de las actividades hechas y por realizar para la completa implementación de estas soluciones, junto con las tareas realizadas a lo largo de este proyecto:

Actividad Realizada	31-07-08	07-08-08	14-08-08	21-08-08	28-08-09	04-09-09	11-09-09	18-09-09	25-09-09	02-10-10	09-10-10	16-10-10	23-10-10	30-10-11	06-11-11	13-11-11	20-11-11	27-11-12	04-12-12	11-12-12	18-12-12	25-12-12	01-01-06
Inducción pilar CAMA																							
Definir y presentar proyecto																							
Definir objetivos y métricas																							
Introducción SAP y PowerBI																							
Presentación Dashboard																							
Código Mantención líneas																							
Apoyo operadores																							
Revisiones métricas acordadas																							
Preparación Informe pasantía																							
Evaluaciones de avance																							

Tabla 2: Carta Gantt proyecto

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

Riesgos

Una vez planteada la solución, es muy importante considerar los riesgos que puedan ocurrir a la hora de implementar estas soluciones. Es por esto que además de considerar los riesgos, debemos considerar ciertas mitigaciones que permitan alcanzar el éxito en este proyecto.

Para este análisis de riesgo se consideraron tres variables para analizar: en primer lugar, se identificaron los riesgos que podían venir asociados a la implementación del proyecto. Luego se consideró la probabilidad de que este evento ocurra y el impacto que puede generar en la planta.

A continuación, podrán ver los tres riesgos que se identificaron y más abajo una matriz de riesgos, donde luego de un análisis con escala Likert del uno al cinco en la cual se calculó la probabilidad de ocurrencia del riesgo y con la misma escala se midió el impacto que este puede traer.

Estos son algunos de los riesgos que hemos identificado a lo largo del tiempo en la compañía:

1. Dificultad por parte de los operadores para entender los datos debido al cambio en el sistema que entrega los datos, ya que en CCU estamos cambiando de SDI a SAP.
2. Problemas con el código debido a las credenciales de Google Sheets para cargar la base. Se me hizo muy difícil crear las credenciales API.
3. La inclusión de los modos de falla en el código para poder visualizar, las detenciones por modo de falla en puntos de OPINONA.

Evento	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo
1	4	3	12
2	2	5	10
3	3	3	9

Tabla 3: Nivel de riesgo.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

Probabilidad/ impacto	Insignificante	Menor	Significativo	Mayor	Severo
Muy probable					
Probable			1		
Moderado			3		
Poco Probable					2
Extraño					

Tabla 4: Matriz de Riesgos.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Mitigaciones

1. Realizar capacitaciones personalizadas a los operadores de cada línea para que aprendan a realizar las imputaciones en SAP, además de hacer un seguimiento continuo de los datos que están ingresando.
2. Comenzar a trabajar en Google Colab, en lugar de Python y buscar en distintos lugares como abrir un Google Sheets en el código y poder trabajar con él.
3. En primer lugar, se trabaja con un código de programación y luego de algunas semanas investigando se comienza a trabajar directamente en PowerBi, esto con el fin de que el archivo no pese tanto y su actualización demore menos.

Metodología

Para realizar la implementación de forma correcta y amigable para todos quienes deban trabajar con esta información, se utilizarán metodologías KANBAN las cuales son frecuentemente usadas por CCU para el desarrollo de sus soluciones de las distintas tareas que se presentan en la empresa. Ahora bien, con respecto a la realización del del proyecto, la metodología se desarrolla de la siguiente manera:

En primer lugar definimos el problema, que en este caso es el bajo OPINONA que presenta la línea 3 de la planta, luego vimos los datos para determinar las causas, y llegamos a que se deben principalmente a fallas externas, cambio de producto y detenciones planeadas, para solucionar esto decidimos que es muy importante seguir capacitando a los operadores para poder alcanzar el mantenimiento autónomo que se espera y realizamos los estándares de limpieza, inspección y lubricación de las máquinas más críticas de la línea, con esto cubrimos los dos primeros objetivos específicos propuestos al inicio del proyecto. Esto se traduce en la realización de gestión visual para la ayuda de los operadores en sus funciones diarias.

En el caso del tercer objetivo se busca realizar estos códigos para en el primer caso seguir contribuyendo a la buena visualización de los datos del dashboard y que todos se puedan visualizar en los mismos términos, es decir, en puntos de OPINONA. Por otro lado, con el segundo código se busca ayudar en la mantención de las máquinas con el ranking que esta entrega.

Objetivo específico 1: En primer lugar se verificó que los principales estándares de limpieza e inspección estuvieran listos y los que faltaban se realizaron, esto se hizo principalmente en la línea 3 y se comenzó con las dos etiquetadoras de botellas, ya que estas máquinas eran las que presentaban el mayor número de detenciones, para esto se conversó con los operadores y se realizó el estándar en conjunto para su posterior impresión e instalación en las etiquetadoras, esta gestión visual está

acompañada de un checklist que corrobora que la limpieza e inspección se esté realizando.

Objetivo específico 2: Para cumplir este objetivo se realizó el dashboard que presenta las pérdidas de OPINONA, lo que apoyó la creación de un portal por parte del equipo de TPM de la planta para unificar los accesos a los controles de la planta y las visualizaciones de los resultados y de esta manera poder realizar de manera más expedita las reuniones de ciclo corto y la revisión de los controles de calidad y seguridad.

objetivo específico 3: Para este objetivo se trabajó en primer lugar en el orden de los datos en una hoja de cálculo, que también alimentaba al Dashboard, luego comencé a realizar el código, el cual desde entonces ha estado en constantes mejoras, ya que faltaban muchos datos para completarlo, en este momento, está casi listo, pero no hay un dato exacto sobre los tiempos de mantención de cada una de las máquinas, por lo que debemos esperar a que se finalice el trabajo con los estándar LIL.

Medidas de desempeño

Las medidas de desempeño que utilizaremos durante este tiempo para medir el progreso de los objetivos son los siguientes:

Obviamente utilizaremos el OPINONA, que como vimos al inicio, es el tiempo de producto bueno dividido en el tiempo efectivo de trabajo. También mediremos la eficiencia de la línea, dividiendo el tiempo de producto bueno en el tiempo disponible de producción. Otro indicador importante es la efectividad de la línea que se mide dividiendo el tiempo disponible de producción en el tiempo con dotación de personal.

Las fórmulas que se muestran a continuación tienen directa relación con los objetivos específicos del proyecto, la primera que se analiza es la de OPINONA, como se ha visto a lo largo del informe, esta es la principal forma de medir el cumplimiento que presenta la planta y cada una de las líneas. Por otro lado, las tres siguientes tienen relación con las detenciones que presentan las líneas y la rapidez con que estas son solucionadas, es decir, estas mediciones son parte importante de lo que se visualiza en el dashboard y lo que se comenta en las reuniones de ciclo corto.

La última fórmula que se ve corresponde al cumplimiento que presenta cada uno de los checklist que se han realizado para revisar los estándares de limpieza de las máquinas.

OPINONA=	Tiempo de Producto bueno
	Tiempo efectivo de trabajo

Tabla 5: Fórmula OPINONA.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

MTBA=	Tiempo de muestreo
	Número de asistencias

Tabla 6: Fórmula MTBA .

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

MTBF=	Tiempo total disponible - tiempo detenido
	Número de paradas

Tabla 7: Fórmula MTBF.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

MTTR=	Tiempo total de mantenimiento
	Número de reparaciones

Tabla 8: Fórmula MTTR.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

Cumplimiento de actividades=	Número de actividades totales
	Número de actividades realizadas

Tabla 9: Fórmula cumplimiento checklist.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Si logramos que todos estos indicadores aumenten, habremos conseguido que la productividad también lo haga, y también habrá un mayor control sobre la limpieza de los equipos.

Desarrollo del proyecto

Los resultados que se esperan de este proyecto son los siguientes:

1. Se espera tener un mayor control y registro de la Limpieza, Inspección y Lubricación de las etiquetadoras de la línea 3, esto va directamente en línea con el concepto de Mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo, algo que busca CCU con la metodología TPM.
2. Queremos que los operadores sean quienes guíen las reuniones de ciclo corto, reuniones que se llevan a cabo todos los días para revisar los números de cada línea el día anterior, para

esto es la creación del dashboard y la implementación de los códigos de programación, todo esto, con la idea que sea más amigable y rápido para el análisis de los operadores.

A continuación, se muestran algunos de los avances que hemos logrado en este tiempo:

En el primer caso podemos ver cómo se realiza la gestión visual en la planta. Por un lado, tenemos los POEV (Procedimiento Operacional de Estándar Visual), esto es un conjunto de pasos explicativos, con sus respectivas imágenes para que todos los operadores realicen cierto procedimiento de la misma manera dentro de la planta. Otro caso de gestión visual son las LUP (Lección de Un Punto) Este instrumento nos permite comunicar alguna instrucción o posibilidad de mejora dentro de la planta y que los operadores realicen las acciones de la misma manera y sin cometer errores, ejemplos de esto lo veremos a continuación:

La siguiente LUP, se implementó en todas las líneas de producción de envasado y permite estandarizar sobre cómo se debe soldar en envasado en caso de ser necesario y que elementos de protección personal se deben utilizar.

LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)

Analisis seguridad en el trabajo (AST)

Operador a instruir: Pablo Palma H. Fecha de realización: 25-8-2023

Área del punto: Envasado Área/Línea/Equipo: ENVASADO/L3

CONDICIÓN DE LUP (Marque solo una con una X)	CATEGORÍA (Marque solo una con una X)	EFECTOS DE ACCIÓN Y RECOMENDACIONES
Condiciones Básicas	<input checked="" type="checkbox"/> SOMA	Operador: Cuidar y Mantener
Caso de Problema	<input type="checkbox"/> Calidad	ME
Caso de Mejora	<input type="checkbox"/> IS	ISO

INSTRUCCIONES:

Responsable por realizar: Francisco Frangola Firma: [Firma]

Responsable del área: Luis Lopez Firma: [Firma]

Al realizar trabajos de soldadura, corte u otro procedimiento que involucre riesgos de accidentes, debemos cumplir las siguientes condiciones:

- Realizar ACT autorizado por departamento prevención de riesgos.
- Quies realizar maniobras, ya sea corte, soldadura, trabajos en altura, en espacios confinados. Debe permanecer acompañado o supervisado, en caso de necesitar asistencia.
- Se deben utilizar los elementos de protección personal, Sombra para protección de partículas, extintor, armas u otros. Elementos de protección y control deben cumplir norma y estar probados.

CCU TPM

Imagen 3: LUP Línea 5.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

Por otro lado, este POEV permite que los operadores tanto de la línea cuatro como la línea cinco, realicen un test de integridad en los filtros de la respectiva línea.

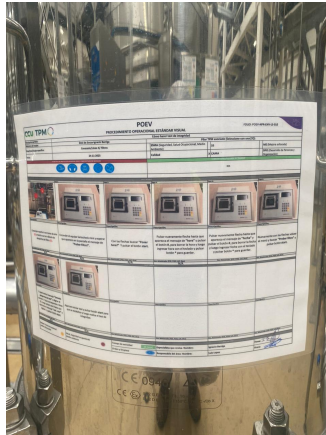


Imagen 4: POEV Línea 5.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

También se realizó un código de programación que permite generar un ranking donde se muestran las máquinas que más fallaron por línea y sus respectivos tiempos de falla en horas, para posteriormente hacer una ruta de mantención.

A continuación, veremos el paso a paso para la creación del código:

En esta parte se ven los códigos necesarios para que Google Colab acceda a la base que se extrae de SAP y que está pegada en un Google Sheets, separado por cada línea y filtrado por fecha, la idea es ir realizando cada mes el ranking, además se importan algunas librerías que permiten trabajar esa base a través de la creación de un data frame.

```
#importamos libreria PANDAS excel para python /https://pandas.pydata.org/docs/getting_started/index.html
import pandas as pd
# doy acceso al drive de google colab
from google.colab import auth
auth.authenticate_user()
# importo modulo libreria gspread para google sheets
import gspread
# me identifico en google sheets
from google.auth import default
creds, _ = default()
# Traigo 2 funciones de la libreria obtener con dataframe y colocar con dataframe
from gspread_dataframe import get_as_dataframe, set_with_dataframe
# nombro gc a la funcion gspreadsheet
gc = gspread.authorize(creds)
#abrir hoja de calculo
```

Imagen 5: Credenciales para el código.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

Las líneas que vemos a continuación permiten ingresar a la base que se utilizara para el análisis, luego crea el data frame y finalmente se eliminan algunas columnas y filas para ordenar y poder ver los números de forma correcta.

```
# debo tener la hoja con nombre identico y libro con nombre identico
try_1= gc.open("Ranking de OPI-NPR por Maquina").worksheet("BD_ColabL3")
# lo asignamos a una variable
df = pd.DataFrame(try_1.get_all_values())
# Usar la primera fila como encabezado
df.columns = df.iloc[0]
# Eliminar la primera fila (encabezado) del DataFrame
df = df[1:]
N_df = df.drop(columns=['Desc_Paro_1', 'Desc_Paro_3', 'Desc_Paro_4', 'Texto notificación', 'Texto breve material', 'Eficiencia', 'OPI', 'OPINONA'])
# Cambiar el nombre de las columnas
N_df = N_df.rename(columns={"Desc_Paro_2": "Maquina", "Recurso": "Linea"})
N_df.head()
```

Imagen 6: Creación del data frame.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Luego, se deben quitar las comas que trae la base para una mejor visualización de los datos y luego se crea un resumen, solo con las columnas que se van a necesitar para la creación de la lista, estas son: Líneas, Maquina y tiempo de paro en hora, luego se imprimen las máquinas con más tiempo de detención.

```
N_df['Tiempo de paro [hs]'] = N_df['Tiempo de paro [hs]'].str.replace(',', '').replace(' ', '0').astype(float)
resumen = N_df.groupby(['Linea', 'Maquina'])['Tiempo de paro [hs]'].sum().reset_index()
# Ordena el resumen por tiempo de detención en orden descendente
resumen = resumen.sort_values(by='Tiempo de paro [hs]', ascending=False)
# Imprime las máquinas que más están fallando y sus tiempos de detención
print("Máquinas con más tiempo de detención:")
print(resumen)
```

Imagen 7: Visualización del data frame.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

En esta parte el código ordena la lista de forma ascendente, es decir, de la máquina con mayor tiempo de detención a la que presente un menor tiempo y la vuelve a pegar en el Google Sheets para tener toda la información en el mismo lugar.

```
# Ordena el resumen por tiempo de detención en orden descendente (Mayor a menor)
resumen = resumen.sort_values(by='Tiempo de paro [hs]', ascending=False)

# Conecta con la hoja de Google Sheets donde deseas guardar los resultados
# Reemplaza 'Nombre de tu hoja de cálculo' y 'Nombre de tu hoja' con los nombres reales de tu hoja de cálculo y hoja
worksheet = gc.open("Ranking de OPI-NPR por Maquina").worksheet("OUT_COLABL3")

# Guarda el DataFrame en la hoja de cálculo (sobrescribe la hoja existente)
set_with_dataframe(worksheet, resumen)
```

Imagen 8: Volver el data frame al Google Sheets.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

En esta última parte se vuelven a importar algunas librerías que nos van a permitir realizar la ruta de mantención teniendo en cuenta las máquinas que más tiempo han estado detenidas, la idea en futuro es también tomar en cuenta el tiempo que se demora cada mantención y que este sea agregado como variable a tener en cuenta para la realización de la ruta.

```

import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt
def crear_grafo(df):
    G = nx.DiGraph()
    for i in range(len(resumen) - 1):
        maquina_actual = resumen.iloc[i]['Maquina']
        maquina_siguiente = resumen.iloc[i + 1]['Maquina']
        tiempo_paro = resumen.iloc[i + 1]['Tiempo de paro [hs]']
        G.add_node(maquina_actual)
        G.add_node(maquina_siguiente)
        G.add_edge(maquina_actual, maquina_siguiente, weight=tiempo_paro)
    return G
def dibujar_grafo(G):
    # Aumenta la separación vertical entre nodos
    pos = {node: (index, -index * 4) for index, node in enumerate(G.nodes())}
    labels = nx.get_edge_attributes(G, 'weight')
    node_size = 1000
    node_color = 'skyblue'
    edge_color = 'gray'
    nx.draw(G, pos, with_labels=True, node_size=node_size, font_weight='bold', node_color=node_color, edge_color=edge_color)
    nx.draw_networkx_edge_labels(G, pos, edge_labels=labels)
    plt.show()
# Suponiendo que ya tienes tu DataFrame N_df
mi_grafo = crear_grafo(N_df)
dibujar_grafo(mi_grafo)

```

Imagen 9: Creación del ranking de máquinas.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto

Esto mismo se realizó para cada una de las cuatro líneas de la planta y de esta manera tener todo más ordenado, ya que los datos provienen de cuatro hojas diferentes y se imprimen en cuatro hojas diferentes.

Evaluación Económica

Para la evaluación económica de este proyecto se llevará a cabo un Flujo de caja, en el que se analizan los costos de las mantenciones tanto correctivas como preventivas. En el análisis se tomó en cuenta una tasa de descuento del 10% anual, lo que corresponde a un 0,79% mensual, esta se utilizará para calcular el valor actual del proyecto, y a este valor se llegó luego de hablar con la gente de control de gestión en la empresa.

Para desarrollar el flujo y la posterior evaluación del proyecto se debe partir viendo cuales son los costos en los que incurre la planta al momento de hacer una mantención. En el tema de los costos, fueron incluidos: Las remuneraciones correspondientes a cada uno de los operadores de las 4 líneas con las que cuenta envasado, luego se mostrarán los pagos que tienen relación con las horas extra que se tomaron en las mantenciones y por último los costos asociados a esas mantenciones, donde se incluye cualquier tipo de servicio externo y/o materiales usados durante la reparación.

Es muy importante recalcar que, por temas de confidencialidad, sumado al poco tiempo que lleva en funcionamiento la empresa, fue muy difícil acceder a los datos y no se pudo contar con la totalidad para la creación de la evaluación económica.

Remuneraciones	Agosto	Septiembre	Octubre
L3	\$56.611.310	\$42.648.787	\$42.710.760
L4	\$43.667.379	\$40.168.135	\$34.377.393
L5	\$111.606.175	\$104.018.247	\$108.700.693
L6	\$49.132.313	\$41.956.192	\$43.251.769

Tabla 10: Remuneraciones de envasado.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Horas Extra	Agosto	Septiembre	Octubre
L6	\$1.777.628	\$782.947	\$1.195.532
L5	\$6.237.467	\$3.361.052	\$5.182.903
L4	\$6.937.726	\$3.431.185	\$3.700.342
L3	\$8.613.023	\$3.333.748	\$3.736.780

Tabla 11: Horas extra de envasado.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Gastos mantención	Agosto	Septiembre	Octubre
L3	\$0	\$1.900.443	\$3.193.727
L4	\$6.505.309	\$4.157.339	\$1.251.186
L5	\$21.383.512	\$177.887.875	\$19.723.021
L6	\$690.645	\$0	\$0

Tabla 12: Costos de mantención de envasado.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Luego de todo esto, se realizó una cuarta tabla en donde se resumen todos los costos, para incluirlos en el posterior flujo de caja.

Costos	Agosto	Septiembre	Octubre
L3	\$65.224.333	\$47.882.978	\$49.641.267
L4	\$56.410.155	\$47.686.526	\$40.811.482
L5	\$139.927.413	\$285.337.307	\$132.124.056
L6	\$51.600.586	\$42.739.139	\$44.447.301
Total	\$313.162.487	\$423.645.950	\$267.024.106

Tabla 13: Resumen total de costos de envasado.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Por otro lado, se tuvieron que calcular los ingresos relacionados al área de envasado de la planta NPR, para eso se tuvo que extraer de SAP la cantidad de Hectolitros que se generaron en los meses a analizar y luego se multiplicó por \$120 pesos, que es el precio al que envasado vende cada litro de producto terminado.

Entonces, en la primera tabla veremos el resumen de hectolitros generados por envasado en los tres meses que analizamos y en la siguiente tabla veremos los ingresos asociados a estas cantidades.

Hectolitros	Agosto	Septiembre	Octubre
L3	29.700 HL	51.146 HL	63.137 HL
L4	50.483 HL	74.660 HL	66.998 HL
L5	178.069 HL	86.642 HL	159.573 HL
L6	40.917 HL	38.694 HL	30.849 HL

Tabla 14: Hectolitros producidos por envasado.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Ingresos	Agosto	Septiembre	Octubre
L3	\$356.400.000	\$613.752.000	\$757.644.000
L4	\$605.796.000	\$895.920.000	\$803.976.000
L5	\$2.136.828.000	\$1.039.704.000	\$1.914.876.000
L6	\$491.004.000	\$464.328.000	\$370.188.000
Total	\$3.590.028.000	\$3.013.704.000	\$3.846.684.000

Tabla 15: Ingresos por litro de envasado.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Y, por último, veremos el flujo de caja realizado para el análisis de las mantenciones que se generaron durante estos tres meses en el área antes mencionada, y también veremos el valor actual de estos números, recordemos que se utilizó una tasa de descuento del 0,79% mensual.

Flujo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	
Costos	-\$403.997.783	-\$313.162.487	-\$423.645.950	-\$267.024.106	
Ingresos		\$3.590.028.000	\$3.013.704.000	\$3.846.684.000	
Total Flujo	-\$403.997.783	\$3.276.865.513	\$2.590.058.050	\$3.579.659.894	\$9.446.583.457

Tabla 16: Flujo de caja correspondiente a mantenciones de envasado.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Para poder calcular el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno, se tomó como inversión el dinero utilizado en mantención y remuneraciones durante el mes de Julio.

VAN	\$8.892.943.362
TIR	794%

Tabla 17: VAN y TIR del proyecto

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Podemos ver que la TIR es excesivamente alta, esto se debe en gran medida a que los flujos de efectivo son muy altos y este es un proyecto de muy corto plazo, además de tener una inversión muy reducida debido a los tiempos que se tomaron en cuenta.

Resultados

Por otro lado, como solución al problema de la baja de OPINONA se identificó la dificultad que se presentaba a la hora de querer visualizar las pérdidas de este indicador y poder sacar conclusiones con respecto a estas. Es por eso que se estuvo trabajando en un Dashboard realizado en PowerBi que permite con los datos extraídos de SAP, poder ver de mejor manera las detenciones de las máquinas y algunos otros datos que se creyeron relevantes para el análisis.

En las siguientes imágenes podremos ver lo que se visualiza en cada reunión de ciclo corto y que permite entender de mejor manera lo que está ocurriendo en cada una de las líneas y en el área de envasado en general.

En la primera página se ve un macro de cómo está la planta en un rango de fecha seleccionado, además de poder ir filtrando por cada una de las líneas con las que cuenta la planta, al poder ir moviendo la fecha, se puede ir viendo el avance o retroceso que presente cada línea en términos de OPINONA, además de poder ver el desglose de los tipos de detención

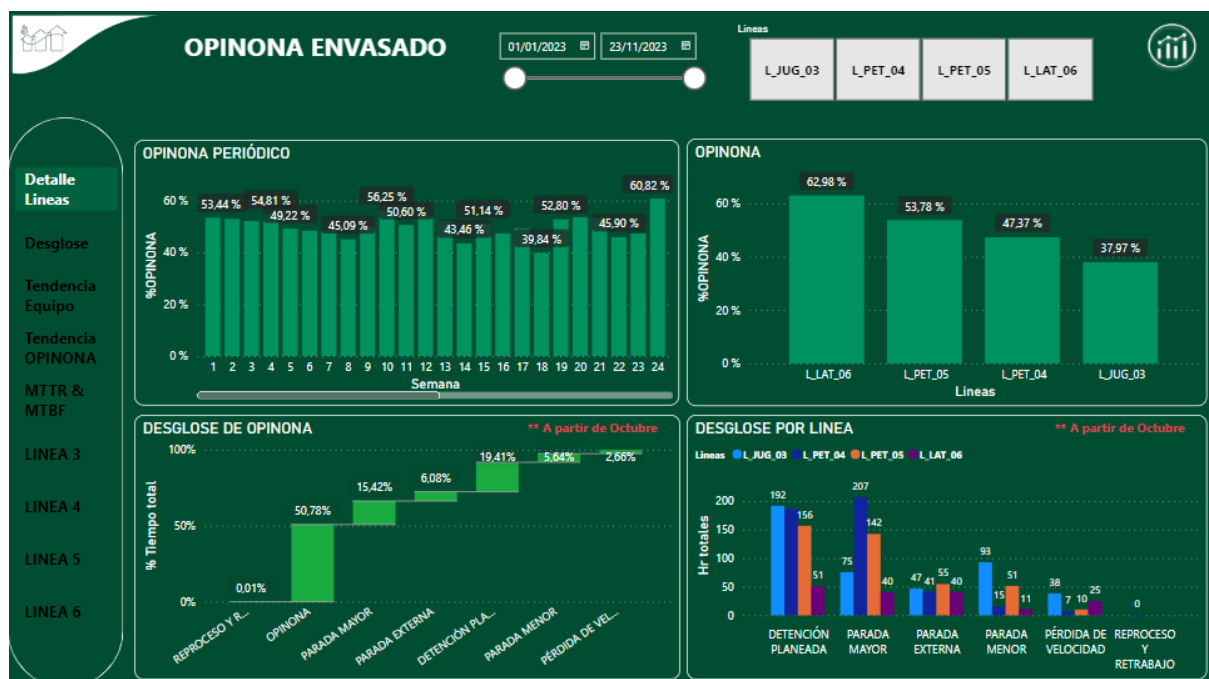
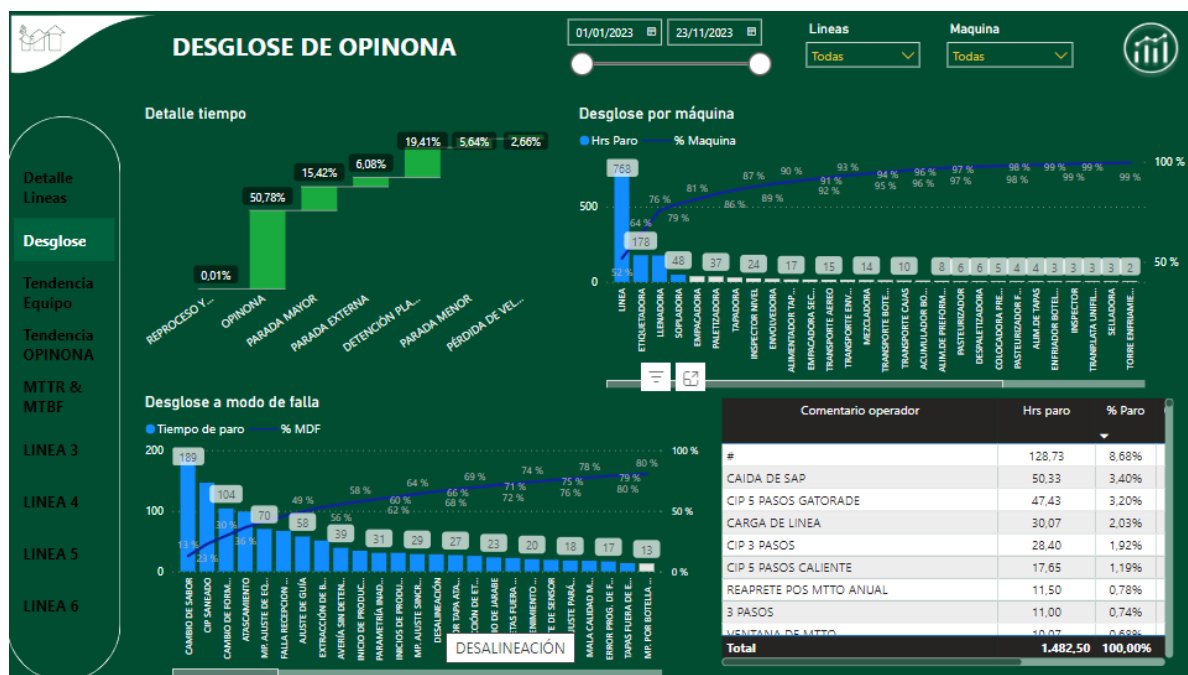


Imagen 10: OPINONA después del proyecto.

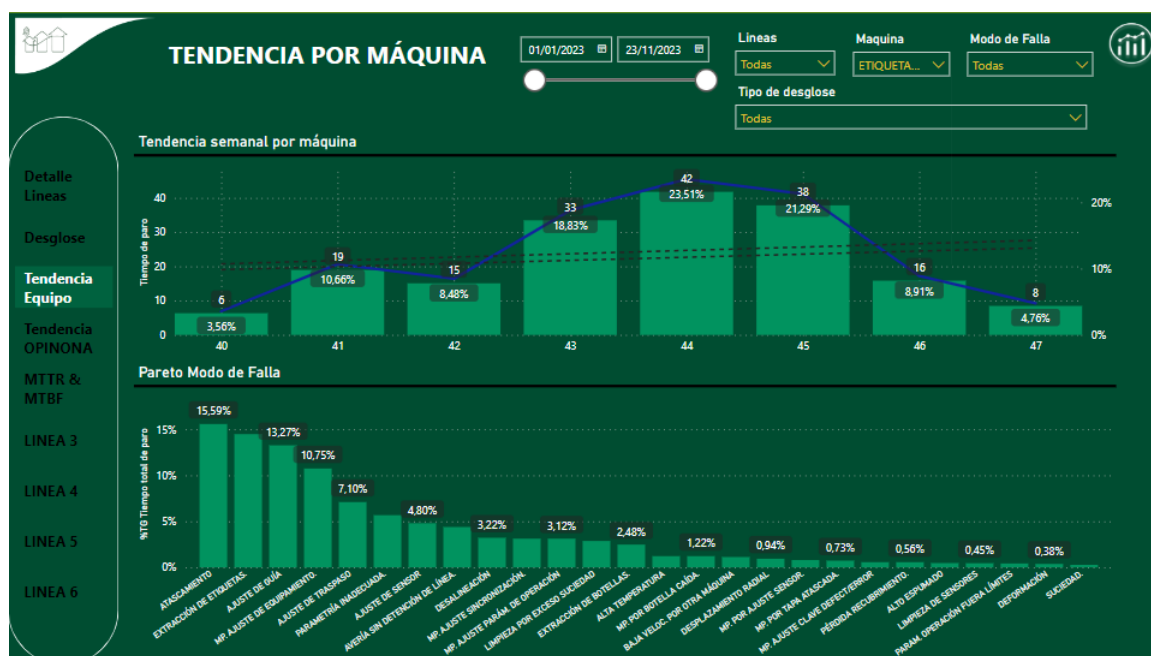
Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Luego de visualizar el detalle más general de la planta, en donde se pudo ver el OPINONA y su desglose para la el área en general y además para cada línea, en el rango de fecha que se necesite analizar, luego pasamos al desglose de cada línea, en donde se puede analizar cuál es la máquina que presenta más tiempo de detención y afecta más al OPINONA, además de aparecer el respectivo modo de falla que presento y algún comentario que añade el operador de la línea analizada.



Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

En la tercera pestaña se puede ver la tendencia que presente alguna máquina en específico a lo largo del periodo que se quiera analizar, en este caso se seleccionó la Etiquetadora, que es la máquina que en la pestaña anterior mostró más puntos perdidos, además esta hoja permite visibilizar la tendencia de los modos de falla que presenta la Etiquetadora.



Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

En la cuarta pestaña se muestra la tendencia que ha presentado el OPINONA y las tipos de detenciones o pérdidas de velocidad, para un análisis de cómo va evolucionando la planta durante un segmento de tiempo y que se debe mejorar para seguir aumentando la producción de envasado.

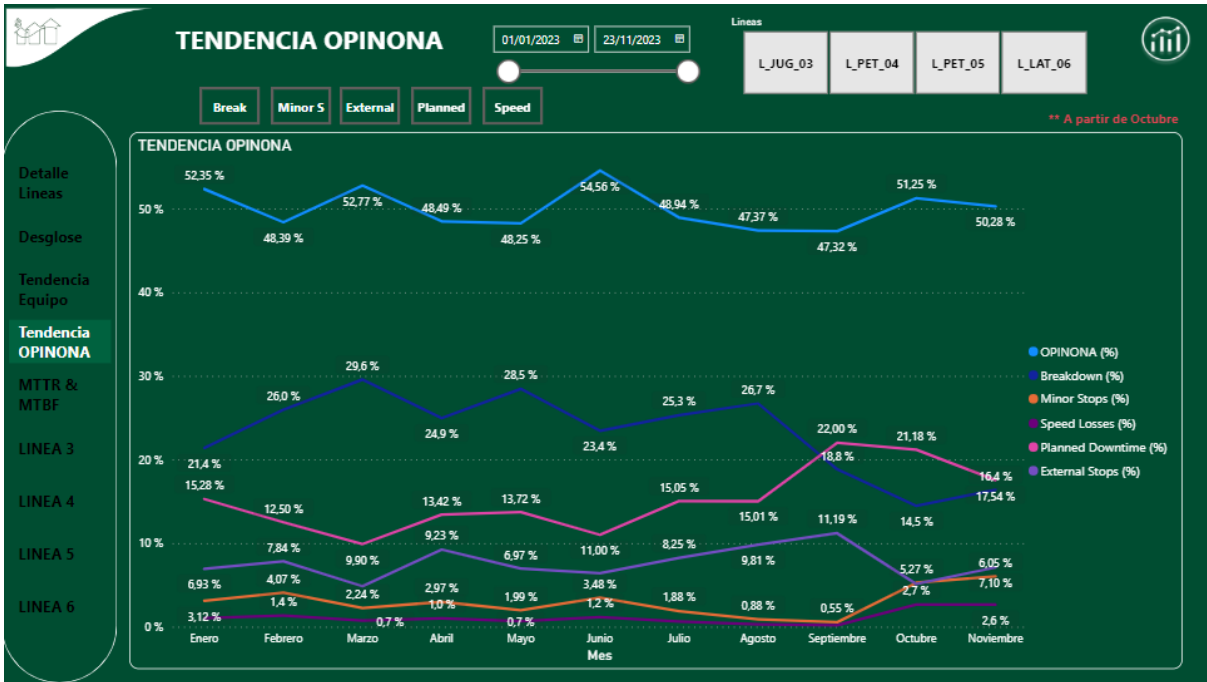


Imagen 13: Tendencia OPINONA y detenciones.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Otra medición que se consideró importante para el análisis del comportamiento de la planta durante el tiempo, es MTTR, esta sigla hace referencia al tiempo medio que se requiere para reparar alguna falla, y por otro lado está el MTBF, esto corresponde al tiempo medio entre fallas, es decir, el tiempo que transcurre entre una detención y otra y las tendencias que estos han presentado durante el año. En este caso también se tomó en cuenta la Etiquetadora, ya que es la máquina que presenta más tiempos de falla



Imagen 14: MTTR y MTBF de la planta y por línea.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Las últimas cuatro pestañas, están separadas por línea, para una visualización más rápida en el ciclo corto, y permiten mostrar el desglose del OPINONA, además de unos gráficos de Pareto para el break o parada mayor, minor stop o parada menor y speed loss o pérdida de velocidad.

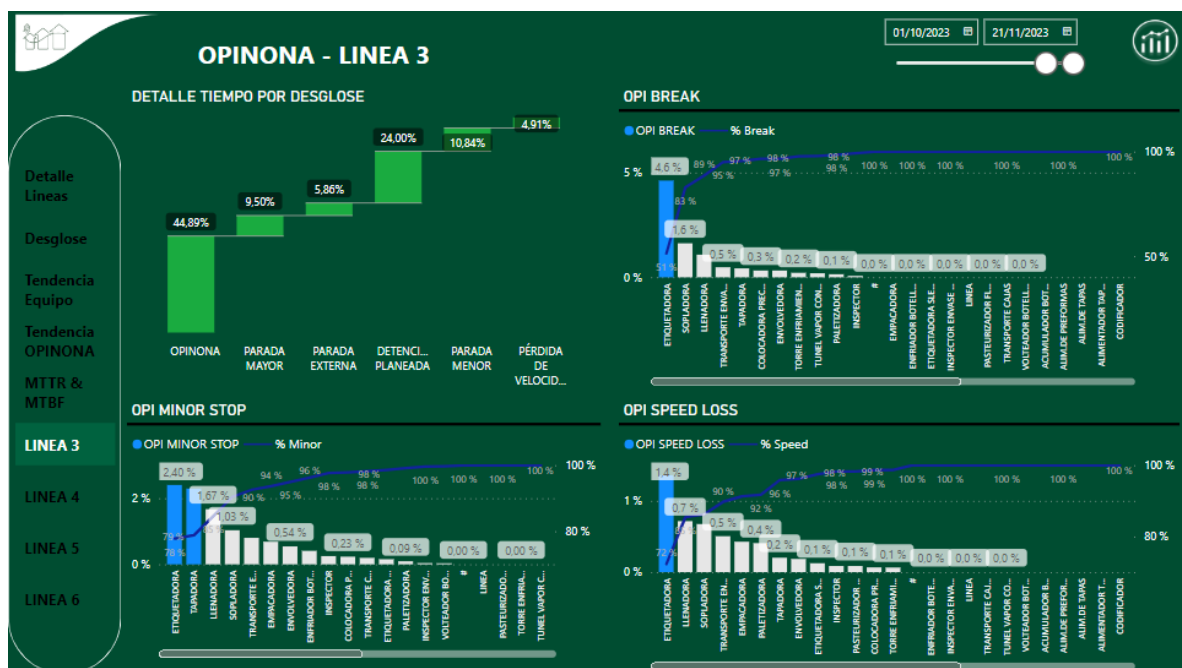


Imagen 15: Desglose línea 3.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Aquí se presentó lo más relevante en cuanto al trabajo con el dashboard y en donde se utilizó por un tiempo uno de los códigos creados durante el semestre para poder visualizar la pérdida por máquina y por modo de falla en puntos de OPINONA, como podemos ver en la última lámina.

Para finalizar veremos los resultados que entregó el código de programación para la Línea 3 durante el mes de Octubre.

En primer lugar, se podrá ver el data frame que se crea en Google Colab y que permite ver sólo las 3 variables que nosotros queremos analizar.

```
Máquinas con más tiempo de detención:
      Línea      Máquina  Tiempo de paro [hs]
4   L_JUG_03      ETIQUETADORA      305.0
6   L_JUG_03      LLENADORA      172.0
8   L_JUG_03      SOPLADORA      146.0
12  L_JUG_03  TRANSPORTE ENVASES      91.0
9   L_JUG_03      TAPADORA      76.0
1   L_JUG_03      EMPACADORA      41.0
3   L_JUG_03      ENVOLVEDORA      38.0
2   L_JUG_03  ENFRIADOR BOTELLAS      32.0
7   L_JUG_03      PALETIZADORA      30.0
0   L_JUG_03  COLOCADORA PRECINTO      25.0
10  L_JUG_03      TORRE ENFRIAMIENTO      22.0
11  L_JUG_03      TRANSPORTE CAJAS      15.0
13  L_JUG_03  TUNEL VAPOR CONTRACC ETIQUETA      15.0
5   L_JUG_03      INSPECTOR ENVASE LLENO      3.0
14  L_JUG_03      VOLTEADOR BOTELLAS      3.0
```

Imagen 16: Data frame de las máquinas y sus tiempos de falla en horas.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Luego de esto se pega este ranking en el Google Sheets para que quede al lado de la base que entrega los datos al código y poder visualizarlos de mejor manera.

Línea	Máquina	Tiempo de paro [hs]
L_JUG_03	ETIQUETADORA	305
L_JUG_03	LLENADORA	172
L_JUG_03	SOPLADORA	146
L_JUG_03	TRANSPORTE ENVASES	91
L_JUG_03	TAPADORA	76
L_JUG_03	EMPACADORA	41
L_JUG_03	ENVOLVEDORA	38
L_JUG_03	ENFRIADOR BOTELLAS	32
L_JUG_03	PALETIZADORA	30
L_JUG_03	COLOCADORA PRECINTO	25
L_JUG_03	TORRE ENFRIAMIENTO	22
L_JUG_03	TRANSPORTE CAJAS	15
L_JUG_03	TUNEL VAPOR CONTRACC E	15
L_JUG_03	INSPECTOR ENVASE LLENO	3
L_JUG_03	VOLTEADOR BOTELLAS	3

Imagen 17: Ranking de detenciones por máquina .

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Y en la última parte del código se puede ver la ruta en base a los tiempos de duración de las detenciones de cada una de las máquinas que forman parte de esta línea.



Imagen 18: Ruta de mantención según ranking.

Fuente: Francisco Pérez, 2023. Desarrollo de proyecto.

Conclusiones

Para finalizar este proyecto debemos, decir que a pesar de que se avanzó en los tres objetivos específicos planteados al inicio de este semestre, no se pudo alcanzar el objetivo general SMART, que era alcanzar un 50% de OPINONA en la línea 3 (Hotfill), este objetivo fue planteado ya que al iniciar el proceso esta medición se encontraba cercana al 35%, El equipo siempre supo que era un objetivo muy ambicioso pero necesario para alcanzar los objetivos propuestos por la planta para este año. Pero por otro lado no hay duda que si se sigue avanzando en la capacitación de los operadores para alcanzar el mantenimiento autónomo y esto se debe hacer a través de la gestión visual, estos objetivos se van a alcanzar y la planta podrá llegar a los números que se propusieron al iniciar el año o siendo más conservadores se podrán alcanzar los objetivos propuestos para el 2024.

Por otro lado, es muy importante recalcar que el proyecto sufrió muchas modificaciones durante su proceso, principalmente debido a los plazos y métricas propuestos en un inicio. Ejemplos claros de esto, es que una vez listos los códigos nos enfocamos en la realización de los estándares de limpieza, inspección y lubricación, los que lamentablemente aún no se encuentran listos en su totalidad, por lo que aún no podemos implementar la optimización de las rutas de mantención, como se había acordado al inicio de este proceso.

En otros temas, se avanzó lo acordado en el dashboard que permite realizar las reuniones de ciclo corto y visualizar las pérdidas de OPINONA, que presenta cada línea en directa relación con las fallas de sus respectivas máquinas, además se avanzó bastante en los LUP y POEV, ya que en el proceso nos dimos cuenta que todavía faltaban muchos aspectos que alinear entre los operadores para el correcto funcionamiento de las líneas y poder cumplir con los estándares de calidad y la producción acordada.

Por lo que podemos concluir, que a pesar de haber avanzado mucho en los objetivos específicos del proyecto, no pudimos cumplir con la métrica acordada en el objetivo SMART.

A modo de recomendación, en el corto plazo, es decir, antes de la mitad de 2024 es muy importante terminar los estándar de limpieza e inspección de cada una de las máquinas de línea 3 y seguir muy de cerca el checklist de estos estándares, además es muy importante ser más reiterativo en la importancia de los controles de calidad que se deben seguir en cada turno.

Pensando en el mediano o largo plazo, me refiero a finales del 2024, sería muy importante y bueno para la planta seguir mejorando los distintos Dashboards que se han generado, ya que ha habido una muy buena recepción por parte de los supervisores de línea, además de seguir incentivándolos a que tomen el liderazgo en los ciclos cortos y se empoderen de sus puestos de trabajo, esto a mi parecer es muy importante para lograr el mantenimiento autónomo.

Anexos

Una parte fundamental en la creación del dashboard fue el código que veremos paso a paso a continuación, este nos permitió ver las pérdidas de OPINONA de cada una de las líneas, según las máquinas que la componen y según los modos de falla que presentaban estas máquinas.

En primer lugar, podemos ver la importación de algunas librerías necesarias para realizar los cálculos dentro del código, además de las credenciales que permiten abrir la hoja de cálculo, trabajar en el data frame que crea el código y luego de todos los cálculos volver a imputar en la hoja de cálculo para ser ingresada al dashboard.

```
#importamos libreria PANDAS excel para python /https://pandas.pydata.org/docs/getting_started/index.html
import pandas as pd
# doy acceso al drive de google colab
from google.colab import auth
auth.authenticate_user()
# importo modulo libreria gspread para google sheets
import gspread
# me identifico en google sheets
from google.auth import default
creds, _ = default()
# Traigo 2 funciones de la libreria obtener con dataframe y colocar con dataframe
from gspread_dataframe import get_as_dataframe, set_with_dataframe
# nombro gc a la funcion gspreadsheet
gc = gspread.authorize(creds)
#abrir hoja de calculo
# debo tener la hoja con nombre identico y libro con nombre identico
```

En esta parte se le indica al código cuál es la hoja de cálculo que debe abrir y la pestaña que debe importar, además de definir las columnas que sirven para los cálculos. Luego se les asigna una fecha a las columnas 2 y 4 que corresponden a las máquinas y a los modos de fallas. Y por último le pedimos que nos muestre el data frame.

```
print("Desglose L3")
try_1= gc.open("Análisis de OPI-NPR").worksheet("L3")
columns = ["N1","N2","N3","N4"]
df = pd.DataFrame(try_1.get_all_values())
df.columns = columns
df = df[columns]
# lo asignamos a una variable
print(df.head())

# Definir tus DataFrames en lugar de valores estáticos, revisar para obtener solo una columna y luego esa columna pasarla a una lista
single_value = "L_JUG_03" # Usar el DataFrame df que importaste de Google Sheets
n2 = [value for value in df['N2'].tolist() if value.strip()] #Usar el DataFrame df que importaste de Google Sheets
n4 = [value for value in df['N4'].tolist() if value.strip()] #Usar el DataFrame df que importaste de Google Sheets
print (n2)

start_date = datetime.date(2023, 10, 10)
end_date = datetime.date(2023, 12, 31)
data = {
    'Date': pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='D').tolist() * len(n2),
    'SingleValue': [single_value] * len(pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='D')) * len(n2),
    'N2List': [item for item in n2 for _ in range(len(pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='D')))]
}

df = pd.DataFrame(data)

# Resto del código para visualizar el DataFrame 'df'
print(df)
```

La última parte consiste en que el código pegue este nuevo data frame en una nueva pestaña dentro de la hoja de cálculo, la que posteriormente será incluida en el Dashboard.

```
# Define el nombre de la hoja de cálculo y el título de la hoja en Google Sheets
spreadsheet_name = "Análisis de OPI-NPR" # Nombre de tu hoja de cálculo
worksheet_title = "OUT_L3" # Puedes cambiar el nombre de la hoja según tus preferencias

# Autentica en Google Sheets

# Abre la hoja de cálculo
spreadsheet = gc.open(spreadsheet_name)

# Limpia la hoja de cálculo existente o crea una nueva hoja si es necesario
try:
    worksheet = spreadsheet.worksheet(worksheet_title)
    spreadsheet.del_worksheet(worksheet)
except:
    pass
worksheet = spreadsheet.add_worksheet(worksheet_title, rows=df.shape[0], cols=df.shape[1])
ws = gc.open("Análisis de OPI-NPR").worksheet("OUT_L3")
# Escribe el DataFrame 'df' en la hoja de cálculo
set_with_dataframe(ws, df)
```

Bibliografía

1. <https://www.redalyc.org/pdf/430/43021583012.pdf>
2. <https://es.scribd.com/document/379940531/kaizen-la-clave-de-la-ventaja-competitiva-japonesa-masaaki-imaipdf-pdf>