# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

**PROYECTO**

*METRICAS PARA LA MEJORA DEL MANTENIMIENTO Y EFICIENCIA DEL PERSONAL*

***PROYECTO DE INTEGRAL DE EDUCACION DUAL***

**EMPRESA**

*OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V.*

**PRESENTA**

*PEREZ MUNGUIA ALEXANDER*

**CARRERA**

*INGENIERÍA MECATRÓNICA*

**ASESOR INTERNO**

*MTRO. ROBERTO DOMÍNGUEZ LÓPEZ*

**ASESOR EXTERNO**

*ING.JUAN REYES FRAGOSO*

**PERIODO**

*19/MAR/2024 AL 19/JUL/2024*

# *AGRADECIMIENTOS*

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa al desarrollo y éxito de este proyecto de residencias profesionales.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi familia, cuyo apoyo incondicional y aliento constante me han dado la fuerza necesaria para completar este proyecto. Su amor y comprensión han sido fundamentales para superar los desafíos y alcanzar mis metas.

Agradezco también a mi asesor externo, Ing. Juan Reyes Fragoso, por su valiosa orientación y experiencia que han sido clave para el desarrollo de este trabajo. Su disposición para compartir conocimientos y su orientación han enriquecido significativamente este proyecto.

Mi agradecimiento se extiende igualmente a mi asesor interno, Mtro. Roberto Domínguez López, cuya guía y apoyo dentro de la institución académica han sido esenciales para llevar a cabo este trabajo con éxito. Su compromiso con mi formación profesional es algo que valoro enormemente.

Finalmente, deseo agradecer a la empresa OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V. por brindarme la oportunidad de realizar mis residencias profesionales en sus instalaciones. La experiencia adquirida y el conocimiento obtenido durante este periodo han sido invaluables para mi desarrollo profesional y personal. A todos los colaboradores de la empresa, gracias por su apoyo y colaboración durante este tiempo.

## *RESUMEN*

El documento se dedica a la implementación y desarrollo de métricas, así como a su aplicación en los procesos de mantenimiento dentro de la empresa OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V., con el objetivo de aumentar la eficiencia y la calidad de las operaciones. Se enfatiza en cómo estas métricas pueden contribuir a mejorar el desempeño del personal al proporcionar una evaluación más precisa y estructurada de su trabajo.

Además, se profundiza en los conceptos de indicadores clave de rendimiento (KPIs), explicando su relevancia en la medición y evaluación del desempeño organizacional. Se destaca la importancia de estos indicadores no solo como herramientas para el seguimiento del progreso hacia los objetivos estratégicos, sino también como mecanismos para garantizar la calidad en todos los niveles de la organización. A través del uso adecuado de estas métricas y KPIs, se busca crear un entorno de mejora continua que beneficie tanto a la organización como a sus empleados.



## *ABSTRACT*

*The document focuses on the implementation and development of metrics, as well as their application in the maintenance processes within OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V., with the goal of increasing operational efficiency and quality. It emphasizes how these metrics can help improve staff performance by providing a more accurate and structured evaluation of their work.*

*Additionally, it delves into the concepts of Key Performance Indicators (KPIs), explaining their relevance in measuring and evaluating organizational performance. The importance of these indicators is highlighted not only as tools for tracking progress towards strategic goals but also as mechanisms for ensuring quality at all levels of the organization. Through the appropriate use of these metrics and KPIs, the aim is to create an environment of continuous improvement that benefits both the organization and its employees.*

# ÍNDICE

***AGRADECIMIENTOS*** ..... 2
***RESUMEN*** ..... 3
***ABSTRACT*** ..... 3
**ÍNDICE** ..... 4
***Introducción*** ..... 6
***CAPITULO 1: Datos Generales de la Empresa*** ..... 7
*Nombre de la Empresa* ..... 7
*Giro y Tipo de Capital* ..... 7
***Visión*** ..... 7
***Dirección y Mapa de Localización*** ..... 7
***Organigrama de la COMPAÑÍA. OWENS AMERICA S.DE R.L. DE C.V*** ..... 8
..... 8
***Historia de la Compañía OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V*** ..... 9
***Descripción de puesto y área de trabajo*** ..... 10
*Departamento* ..... 10
*Jefe de área* ..... 10
***Problemática*** ..... 10
***Objetivos*** ..... 11
*Objetivo general* ..... 11
*Objetivos específicos* ..... 11
***Alcances*** ..... 11
***Justificación*** ..... 12
***Limitaciones*** ..... 12
***CAPITULO 2: Marco Teórico*** ..... 13
*OBJETIVOS DE MEJORAMIENTO* ..... 14
*Método Delphi* ..... 14
**ANTECEDENTES HISTORICOS** ..... 19
**CAPITULO 3: Descripción del proceso** ..... 21
***3.1 Taller de Maquinas IS*** ..... 22
***3.2 TALLER REPARACION DE MOLDES*** ..... 31
***3.3 INSTRUMENTACION/ELECTRONICOS*** ..... 36

***CAPITULO 4: Resultados*** ..... 51

***Conclusión*** ..... 54

***COMPETENCIAS DESARROLLADAS*** ..... 55

# *Introducción*

La empresa OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V., líder en la manufactura de envases de vidrio, enfrenta desafíos comunes en la gestión de su área de servicios, donde problemas recurrentes y tiempos prolongados de mantenimiento impactan negativamente en la producción y los costos operativos.

Este proyecto de residencias profesionales se centra en el desarrollo e implementación de un sistema de métricas y indicadores clave de rendimiento (KPIs) específicamente diseñados para el área de servicios de la empresa. Utilizando herramientas de análisis de datos como Excel y Power BI, el objetivo principal es establecer un marco que permita identificar, cuantificar y mitigar las deficiencias en el mantenimiento de equipos. Este enfoque no solo busca mejorar la calidad y eficiencia del mantenimiento, sino también proporcionar una evaluación estructurada y precisa del desempeño del personal, promoviendo un entorno de trabajo más organizado y eficaz.

El proyecto aborda tanto los aspectos técnicos como humanos, reconociendo la importancia de la capacitación y la gestión adecuada del talento para lograr una mejora sostenible en el tiempo. Se exploran metodologías como los objetivos SMART y el método Delphi, que facilitan la identificación de prioridades y la toma de decisiones informadas. Además, se destaca la relevancia de crear dashboards y diagramas de Pareto para visualizar y comunicar los resultados de manera clara y efectiva, facilitando así la retroalimentación continua y el ajuste de estrategias.

En resumen, este proyecto no solo pretende solucionar problemas inmediatos de mantenimiento, sino también establecer una cultura de mejora continua que beneficie tanto a la organización como a sus empleados. A través de la implementación adecuada de métricas y KPIs, OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V. puede posicionarse mejor para enfrentar los desafíos futuros y mantenerse competitiva en el mercado global.

# *CAPITULO 1: Datos Generales de la Empresa*

## *Nombre de la Empresa*

OWENS AMERICA S.DE R.L. DE C.V

## *Giro y Tipo de Capital*

MANOFACTURA DE ENVACES DE VIDRIO

## *Visión*

En O-I, nuestra visión es ser el proveedor más innovador, sostenible y preferido de soluciones de embalaje que construyen marcas. Si bien creemos que el embalaje de vidrio ya es la solución de embalaje más sostenible, la sostenibilidad en O-I abarca más que lo que producimos. También se trata de cómo lo producimos. Involucra el ecosistema interconectado que incluye a nuestros proveedores, clientes, nuestro personal y las comunidades donde operamos. Se trata de lograr un equilibrio entre nuestras operaciones y los productos que fabricamos con las necesidades actuales y futuras de nuestras comunidades, el planeta y nuestra prosperidad colectiva. En O-I, el camino hacia este equilibrio, la sostenibilidad, se basa en la resiliencia, la innovación y el desafío constante de transformar lo que hacemos.

## *Dirección y Mapa de Localización*

*Lechería López Portillo 7, 54940 Méx.*




*Ilustración 1:Mapa de Localización de la Compañía OWENS AMERICA S.DE R.L. DE C.V*

https://maps.app.goo.gl/JSEXaV1FDvyUUB7H7

## *Organigrama de la COMPAÑÍA. OWENS AMERICA S.DE R.L. DE C.V*

El presente Organigrama, muestra a los altos mandos dentro de la compañía, con el fin de atender emergencias lo más pronto, a cargo del personal de cada área asignada.




*Organigrama de la Compañía [proporcionada por la misma]*

*Ilustración 2*

## *Historia de la Compañía OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V.*

O-I Glass, Inc., conocida comúnmente como O-I, tiene una historia rica y centenaria que ha hecho de la empresa un líder mundial en la producción de envases de vidrio. Fundada en 1903 en Ohio, Estados Unidos, la empresa fue establecida por Michael J. Owens, un innovador que cambió la industria del vidrio con su invención de la máquina automática para fabricar botellas. Esta tecnología revolucionaria automatizó un proceso que hasta entonces se realizaba a mano, lo que permitió una producción masiva y eficiente de botellas de vidrio.

A lo largo del siglo XX, O-I se expandió globalmente, estableciendo plantas de producción y oficinas en todo el mundo. La empresa se ha destacado no solo por su capacidad de producción, sino también por su compromiso con la innovación y la sostenibilidad. O-I ha desarrollado tecnologías avanzadas para el reciclaje de vidrio y ha promovido prácticas sostenibles en toda su cadena de suministro, fortaleciendo su posición como líder en el sector de envases de vidrio sostenibles.

En la actualidad, O-I Glass sigue siendo un socio clave para las principales empresas de alimentos y bebidas a nivel mundial, transformando ingredientes básicos en envases de vidrio hermosamente diseñados que no solo preservan la frescura y calidad de los productos, sino que también ayudan a las marcas a contar sus historias de manera visual y táctil. Con un enfoque en la sostenibilidad, O-I trabaja continuamente para equilibrar sus operaciones con las necesidades de las comunidades y el planeta, promoviendo un futuro más saludable y feliz para todos.

### *Descripción de puesto y área de trabajo.*

*Departamento*

Servicios

*Jefe de área*

- Ing. Jose Gpe. Gonzalez Berrios.

El departamento es responsable del mantenimiento de las máquinas, incluyendo equipos electrónicos, mecánicos y de moldura. Su función principal es asegurar que estas máquinas operen con la máxima eficiencia posible. Esto implica llevar a cabo un mantenimiento regular y preventivo, así como responder rápidamente a cualquier problema o fallo que pueda surgir, con el objetivo de minimizar el tiempo de inactividad y optimizar el rendimiento general de la producción.

## *Problemática*

En el área de servicios de la empresa American Owens recientemente se han generado fallas después de un mantenimiento, tiempos muy prolongados en los mantenimientos generando una gran pérdida de producción.

Si bien las fallas reportadas no son potencialmente peligrosas para las máquinas no podemos dejar de lado que cuando ocurren si generan una perdida en producción al igual que una pérdida de dinero en refacciones,

Al no prestarle atención a estas fallas comunes que si bien nos son peligrosas o no representan un daño mayor a la maquina pueden generar un mayor desgaste en la maquina generando así un desgaste mayor en las máquinas.

# *Objetivos*

## *Objetivo general*

Implementar métricas para la mejora del mantenimiento así como mejor desempeño del personal con el uso del software Excel y Power BI en el área de servicios de la fábrica American Owens para reducir los costes de mantenimiento, tener un mantenimiento de mayor calidad y la velocidad.

## *Objetivos específicos*

- Analizar las diferencias entre áreas para conocer cuáles son sus principales deficiencias en el mantenimiento con un registro de datos de las fallas más comunes para generar las metas a cumplir y tener una mejora continua
- Garantizar que el personal de a conocer los principales problemas en su área de trabajo mediante formularios para tener un mejor entendimiento de las debilidades de cada trabajador y poder cubrir mejor sus necesidades obteniendo mejor eficiencia,
- Realizar metas y objetivos a alcanzar en base al previo análisis de datos para aplicar en las métricas a aplicar.

# *Alcances*

Dicho aplicara las métricas en el área de servicios, para determinar eventos que generan más tiempo muerto en máquinas y poder reducirlo,

Generando un mantenimiento eficiente, de mayor calidad y haciendo que el personal este más cómodo y con las herramientas necesarias para tener un mejor desempeño.

## *Justificación*

En la empresa American Owen, en el área de servicios se presentaron diversas problemáticas con el tiempo de mantenimiento, trayendo con esto un mantenimiento deficiente de baja calidad y con mal rendimiento del personal, por lo que es de suma importancia determinar diversos indicadores y métricas para obtener un mejor desempeño de personal trayendo consigo un mantenimiento más eficaz y de mejor calidad.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende aplicar las métricas e indicadores, con el fin de que se mejore el desempeño y hacerlo medible para la empresa, y así tener una mayor retroalimentación que genere un mejor desempeño y calidad en mantenimiento.

## *Limitaciones*

Es un proyecto que por cuestión de firmas y permisos no se puede aplicar de manera tan fácil en más plantas de O-I(American Owens )

# *CAPITULO 2: Marco Teórico*

Para el uso de los indicadores y la realización de métricas se tiene que entender el concepto básico, KPIs, de acuerdo a como lo dice (Heidy Joana Villa Buitrago 2002)

“Los indicadores claves de rendimiento se definen como un término de la industria para una medida o métrica que evalúa el rendimiento respecto de algún objetivo. Además, se utilizan comúnmente en las organizaciones para medir tanto el éxito como la calidad en el cumplimiento de sus objetivos, la promulgación de los procesos o la entrega de productos y servicios.”

Un KPI es una herramienta fundamental para cualquier industria porque proporciona métricas claras y específicas que ayudan a medir el rendimiento y el éxito de diversas áreas dentro de tu industria como lo menciona (RIOS JACOBO OSCAR IVAN, 2010)

“Un KPI es principalmente una herramienta que permite estandarizar con argumentos cuantitativos , definiendo en qué estado se encuentra un determinado proceso por lo tanto las compañías como las personas deben conocer deben aplicar métodos para la medición del desempeño para su análisis y en caso de fallas corregir el sistema inmediatamente, anqué los KPI están íntimamente ligados a la estrategia, estos deben emplearse con un lenguaje coloquial que en momento de su aplicación encuentre los suficientes datos para su alimentación y calculo”

Los KPIs generan una mejor perspectiva y una validación sobre los puntos que están fallando dentro de la organización, en este caso American Owens, y de esta manera generar un mayor enfoque sobre estos puntos

Para establecer los KPIs se necesita conocer los objetivos a cumplir, para lograr que estos objetivos sean óptimos y conseguir un alto desempeño en la empresa, se deben establecer de forma que sean óptimos y concretos, para esto existen diversas formas, una de estas son los objetivos de mejoramiento.

## *OBJETIVOS DE MEJORAMIENTO*

Dentro de las organizaciones, los objetivos sirven como el lenguaje común que utilizan los gerentes y líderes para definir claramente lo que la organización se propone alcanzar como lo menciona (Antón, 1997). “Por esto, existen diferentes métodos encaminados al análisis de los objetivos, permitiendo su identificación y clasificación. Uno de estos métodos es GBRAM”

Los objetivos de mejoramiento dentro de American Owens expresan sus necesidades, como lo son el rendimiento del personal calidad de mantenimiento y tiempo muerto en paro de máquinas.

Una de las metodologías que se ocupar para generar nuestros objetivos para un KPI o una métrica seria la metodología Delphi

### *Método Delphi*

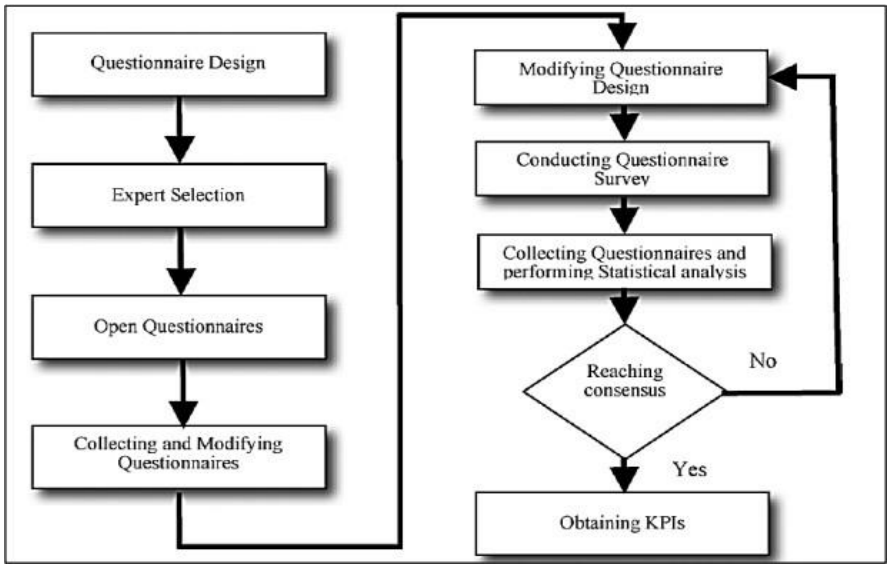
El método Delphi consiste en la intervención de un grupo de expertos para tratar un tema en específico relacionado a las áreas donde se tiene mayor deficiencia en dentro de la Unidad Económica.

Tsai y Cheng (2011) realizan un análisis de los indicadores clave de rendimiento para una organización de venta online interesada en incrementar la venta de los productos para la tercera edad. “El estudio se propone la utilización de Balance Scorecard (BSC) para la definición de sus objetivos, ya que éste permite tener una visión global de la organización con base en cuatro factores: finanzas, clientes, procesos internos y aprendizaje y crecimiento.”

Los indicadores clave de rendimiento se utilizan para evaluar las operaciones dentro de la empresa, ayudando así establecer las responsabilidades dentro de la organización permitiendo identificar las áreas con menor desempeño.

*Proceso de la metodología Delphi (Tsai y Cheng,2011)*

*Ilustración 3*




.

Otra de las formas para establecer un objetivo para los KPIs y una de las más comunes es metodología SMART.

Objetivos Smart se define por sus siglas en ingles

- Específico (Specific)
- Medible (Measurable)
- Alcanzable (Achievable)
- Realista (Realistic)
- De duración limitada (Time-bound)

El autor (Guillaume Steffens, Anne-Christine Cadiat, 2010) menciona "que la utilidad en management y en la gestión de proyectos los criterios SMART se utilizan para definir objetivos e indicadores clave de rendimiento (icr o kpis) Y son eficaces para facilitar su realización."

Son muy eficaces porque indica que un objetivo debe responder 5 características para validar su pertinencia tiene que ser específico, medible, asignable, Realista, y temporalmente definido.

Dentro de American Owens aplicar indicadores o KPIs generarían una mayor visión de cuáles son las áreas con el menor rendimiento y cuáles son las áreas de oportunidad a mejorar con base a esto modificar o establecer los KPIs con objetivos mejor desarrollados.

Se pueden establecer diversas métricas para mejorar el desempeño dentro de la organización teniendo en cuenta los KPIs establecidos, así como los objetivos en base a las metodologías mencionadas antes, dándonos como resultado mejor desempeño no sólo en las áreas de mantenimiento.
al tener un mejor desempeño dentro del área de servicios Nos puede dar mejor desarrollo comercial como en otras áreas de la organización
las métricas y los KPIs pueden ser aplicados en otras áreas dentro de American Owens Generando así hoy un mayor índice de productividad en planta.

Una vez establecidos objetivos del área correspondiente se procede a generar dashboards en Excel con los indicadores y resultados dando a conocer el nivel de desempeño del personal.

Recordando que EXCEL es una aplicación que puede ayudarnos a crear macros, dashboards, cálculos y realizar otras actividades mediante hojas de cálculo. Dentro de Excel se crea un dashboard recordando que un dashboard es una interfaz visual que suele mostrar información de forma rápida y resumida.

En un dashboard, se organiza toda la información recopilada utilizando métricas e indicadores de rendimiento, lo que permite generar un informe visual y preciso. De esta manera, se comunica al personal cómo ha sido su desempeño respecto a las metas establecidas.
Dentro de Excel también se pueden generar diagramas de Pareto para obtener un informe del porcentaje real de tiempo muerto en la producción, lo cual ayuda

a identificar y priorizar las principales causas de los problemas relacionados con la eficiencia y el rendimiento en el proceso productivo.

Se debe tener en cuenta que un diagrama de Pareto sigue la regla del 80 -20, lo cual nos permite identificar y focalizar en las principales causas que representan el mayor porcentaje de afectación real en un proceso o situación como lo menciona (Bonet Borjas, Carlos Manuel 2005)

“La Ley de Pareto es una herramienta de calidad y plantea “En cualquier negocio o industria pocos elementos son vitales, mientras que la gran mayoría no lo son”. También se conoce como Ley 20 – 80 ⇒ El 20% de la población es la que provoca el 80 % de los problemas. Hay que buscar el 20% de los rubros que más influyen o quienes provocan el 80% de los problemas.”.

Para obtener la información necesaria para generar un diagrama de Pareto, es crucial recopilar datos provenientes de métricas e indicadores mediante macros en Excel. Estos datos se almacenarán en una base de datos, la cual servirá como fuente principal para la creación del diagrama de Pareto posteriormente.

Una base de datos es un sistema estructurado donde se almacenan registros alfanuméricos que se generan a través de encuestas, compras y otros tipos de interacciones dependiendo del propósito para el cual se utiliza la base de datos. Este sistema permite gestionar y organizar la información de manera que sea fácilmente accesible, modificable y consultable según las necesidades específicas de uso, la autora (Márquez 2011) explica de mejor manera lo que es una base de datos” Una base de datos es un conjunto de datos almacenados en memoria externa que están organizados mediante una estructura de datos. Cada base de datos ha sido diseñada para satisfacer los requisitos de información de una empresa u otro tipo de organización, como por ejemplo, una universidad o un hospital.”

Recordando que esta base de datos se va a enriquecer con el uso de macros, es importante saber que una macro en Excel consiste en una serie de acciones pregrabadas que se ejecutan automáticamente al activarlas mediante un botón u otro tipo de activación virtual. Esto permite automatizar tareas repetitivas o complejas dentro de las hojas de cálculo, mejorando así la eficiencia y la productividad en el manejo de datos y procesos como lo menciona (Laura Briones Gil 2012) “Una macro es un conjunto de comandos que se almacenan en Excel de manera que están siempre disponibles cuando se necesita ejecutarlas. Las macros se utilizan principalmente para evitar tener que repetir los pasos de aquellas tareas que se realizan una y otra vez.”

# ANTECEDENTES HISTORICOS

## Las métricas a través del tiempo

Una de las primeras métricas desarrolladas fue la OKR  Según el artículo de Anders Schneiderman (2023), menciona que “a mediados de los años 70, Andrew Grove de Intel, quien acuñó la frase "solo los paranoicos sobreviven", experimentó con un método de desarrollo de métricas centrado en ayudar a las nuevas empresas como Intel a prosperar. Avancemos hasta 1999. John Doerr era un antiguo miembro del personal de Intel que había sido entrenado en el método de Grove y que ahora trabajaba en una empresa de capital de riesgo. Doerr propuso a los fundadores de Google que su incipiente empresa adoptara una variante del exitoso enfoque de Grove a la que llamó Objetivos y Resultados Clave (OKR). **Los OKR ayudaron a Google a convertirse en una potencia** y, en las siguientes décadas, los OKR se extendieron primero por toda la industria tecnológica y luego a otras”

Los OKR se componen de una meta clara y  de 3 a 5 resultados clave.

La métrica OKR, a pesar de su estructura sencilla, sirvió como base para el desarrollo de otros modelos de medición del desempeño. Su implementación facilitó la creación de indicadores más específicos y eficientes, como los KPI, los cuales permiten un seguimiento más detallado y preciso del rendimiento en diversas áreas.

## KPI´s

Los KPI tienen su origen a principios del siglo XX, cuando Frederick Taylor, padre de la gestión científica, introdujo la idea de utilizar datos y mediciones para optimizar la productividad y la eficiencia en la industria. Su enfoque se basaba en establecer estándares claros y evaluar el desempeño en función de estos.

Sin embargo, el término "indicador clave de rendimiento" apareció más tarde y su significado ha evolucionado con el tiempo. En las décadas de 1950 y 1960, Peter Drucker popularizó la Gestión por Objetivos (MBO), influyendo en la adopción de los KPI como una herramienta clave para medir el rendimiento en relación con

metas específicas. De hecho, tanto los KPI como los OKR derivan en parte de los principios promovidos por Drucker.

Con el paso del tiempo, la gestión empresarial fue incorporando nuevos enfoques que impulsaron la evolución de los KPI. Estrategias como la Gestión de la Calidad Total (TQM) y el Cuadro de Mando Integral fortalecieron su aplicación, convirtiéndolos en un elemento esencial para la medición y mejora del desempeño organizacional.

En la actualidad, los KPI se han convertido en una de las métricas más utilizadas para medir el rendimiento, especialmente en startups, donde es fundamental establecer objetivos con un enfoque a más largo plazo. La elección de esta métrica responde a diversas razones clave:

1. **Enfoque estratégico a largo plazo**: A diferencia de otras métricas como los OKR, los KPI permiten un seguimiento más sostenido en el tiempo, lo que ayuda a las startups a medir su crecimiento y evolución de manera continua.
2. **Medición del rendimiento en diferentes áreas**: Los KPI pueden aplicarse en diversas áreas dentro de una empresa, como ventas, marketing, operaciones y finanzas, brindando una visión integral del desempeño organizacional.
3. **Seguimiento del progreso hacia objetivos específicos**: Al establecer KPI, las startups pueden monitorear su avance en función de metas predefinidas, lo que les permite realizar ajustes estratégicos cuando sea necesario.
4. **Diferencia clave con los OKR**: Una de las principales diferencias entre los KPI y los OKR es el marco temporal en el que se establecen los objetivos. Mientras que los OKR suelen centrarse en plazos cortos o medianos, los KPI están diseñados para evaluar el rendimiento a lo largo de períodos más prolongados.

Gracias a estas características, los KPI se han consolidado como herramientas esenciales para la toma de decisiones estratégicas en startups y otras organizaciones que buscan un crecimiento sostenido y medible.

Gracias a estas dos métricas, hoy en día es posible desarrollar indicadores personalizados basados en sus principios fundamentales. Tanto los KPI como los OKR han servido como referencia para la creación de nuevas metodologías de medición del rendimiento, permitiendo a las empresas adaptar sus métricas a sus necesidades específicas.

Si bien existen muchas otras métricas utilizadas en diferentes sectores, los KPI y los OKR han sido los pilares sobre los que se ha construido gran parte de la evolución en la medición del desempeño. Su impacto ha facilitado el desarrollo de enfoques más especializados y flexibles, ayudando a organizaciones de todo tipo a mejorar su eficiencia y alcanzar sus objetivos con mayor precisión.

# CAPITULO 3: Descripción del proceso

La implementación de métricas e indicadores en el área de servicios tiene como objetivo mejorar el desempeño, reducir las fallas continuas en los mantenimientos y disminuir el tiempo muerto por paros correctivos. El área de servicios se divide en tres áreas específicas, y en cada una de ellas se diseñarán métricas específicas o ajustadas para resaltar y analizar los aspectos deficientes.

- En el área de servicios, se implementarán métricas e indicadores para:
    - Mejorar el desempeño.
    - Reducir las fallas continuas en los mantenimientos.
    - Disminuir el tiempo muerto por paros correctivos.
- El área de servicios se divide en tres áreas:

  - Taller de máquinas IS.
  - Taller de reparación de moldes.
  - Instrumentación y electrónicos.
- En cada área, se diseñarán métricas específicas o ajustadas para:
  - Resaltar los aspectos deficientes de cada área.
  - Realizar un análisis detallado y preciso.

## *3.1 Taller de Maquinas IS*

El taller de Máquinas IS es el encargado de reparar los mecanismos de las máquinas de producción, específicamente en el caso de los envases de vidrio. Su principal función incluye el mantenimiento y la reparación de las máquinas, así como la calibración de refacciones y piezas mecánicas. Además, se ocupa de la reparación de refacciones, asegurando que todos los componentes mecánicos de las máquinas funcionen correctamente.

El taller de Máquinas IS tiene la responsabilidad de garantizar una alta calidad en todas sus reparaciones, tanto en el mantenimiento de las máquinas como en la renovación de las piezas y refacciones. Este equipo es crucial para el funcionamiento eficiente de las máquinas de producción, ya que maneja toda la parte mecánica de las mismas, asegurando que los procesos se lleven a cabo de manera óptima y sin interrupciones.

Se establecen metas diarias de tiempo para el paro correctivo de máquinas utilizando la metodología SMART. Esto considera un tiempo que garantice una calidad de reparación adecuada y, al mismo tiempo, sea eficiente para evitar pérdidas en la producción.

La meta será limitar los paros correctivos de la máquina a 30 minutos por día. Esto se hará con el objetivo de eliminar los paros correctivos, implementando una serie de mantenimientos preventivos que no requieran detener la producción.

En base a esta estrategia, se generará la primera métrica. Se establecerá que 30 minutos de paro de máquina equivalen a una afectación del 0.15 en la eficiencia de la máquina. Por lo tanto, la métrica diaria tendrá como meta no exceder una afectación del 0.15. Esta métrica será visualizada de manera que los días en los cuales la afectación supere el valor establecido de 0.15 se representarán en rojo.

Esta forma de representación permitirá identificar fácilmente los días en los que la eficiencia de la máquina se vea comprometida más allá del objetivo fijado. La métrica servirá como un indicador clave para monitorear y controlar los paros correctivos, incentivando la implementación de mantenimientos preventivos que no interfieran con la producción.

Al enfocarse en esta métrica, se podrá trabajar de manera proactiva para minimizar los tiempos de inactividad correctiva y, en consecuencia, mejorar la eficiencia operativa general de las máquinas. Este enfoque es esencial para mantener la producción en niveles óptimos y asegurar una alta calidad en las reparaciones sin sacrificar la continuidad del proceso productivo.

De acuerdo con las características mencionadas anteriormente se elaboró el siguiente indicador en el cual ayuda a tener una visión más clara por día, el porcentaje obtenido al día anterior en que se presenta ejemplo: en caso de ser presentado en miércoles se mostraran los resultados obtenidos al cierre del día martes, al igual que nos muestra el acumulado mensual y semanal.

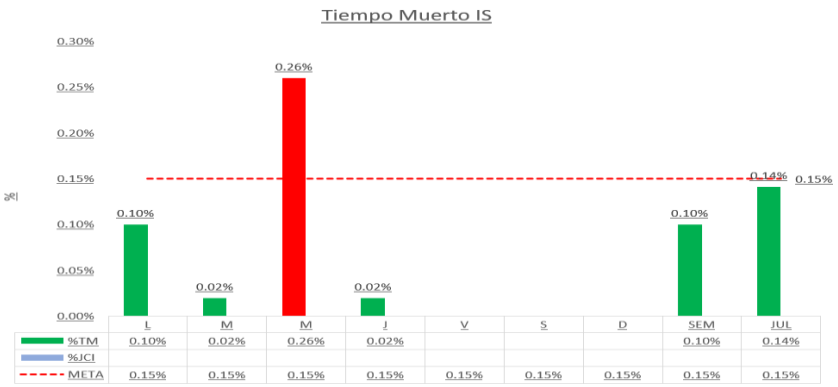



*Ilustración 4: indicador de tiempo muerto Maquinas IS*

Se genera una macro en la cual al termino de cada mes respaldara la información de porcentaje de todos los días, la cual almacena en otra hoja los datos obtenidos en el mes, capturara falla, maquina y el porcentaje de afectación.

| MAYO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIA | MAQ | PORCENTAJE | META | FALLA | Mecanico que atendio |
| 1--MAY | | 0.05% | 0.15% | - | |
| 2--MAY | | 0.04% | 0.15% | - | |
| 3--MAY | | 0.03% | 0.15% | - | |
| 4--MAY | | 0.02% | 0.15% | - | |
| 5--MAY | | 0.01% | 0.15% | - | |
| 6--MAY | | 0.00% | 0.15% | - | |
| 7--MAY | 42 | 0.12% | 0.15% | Falla caida de vela | Horacio |
| 8--MAY | | 0.05% | 0.15% | - | |
| 9--MAY | | 0.03% | 0.15% | - | |
| 10--MAY | | 0.00% | 0.15% | - | |
| 11--MAY | 43 | 0.22% | 0.15% | Cuchillas rotas | Jose Luis Carrazco |
| 12--MAY | | 0.00% | 0.15% | - | |
| 13--MAY | | 0.03% | 0.15% | - | |
| 14--MAY | | 0.06% | 0.15% | - | |
| 15--MAY | | 0.05% | 0.15% | - | |
| 16--MAY | | 0.04% | 0.15% | - | |
| 17--MAY | | 0.00% | 0.15% | - | |
| 18--MAY | 23 | 0.16% | 0.15% | cuchillas | Jose Luis Carrazco |
| 19--MAY | | 0.04% | 0.15% | - | |
| 20--MAY | | 0.05% | 0.15% | - | |
| 21--MAY | | 0.04% | 0.15% | - | |
| 22--MAY | 43 y 41 | 0.16% | 0.15% | 43: 7ma cambio de pistones y 2da no hacia corona | Urbano/Ramon |
| 23--MAY | | 0.02% | 0.15% | | |
| 24--MAY | 22-42 | 0.18% | 0.15% | Falla roll seguidor de leva y cambio de peine maquina 42 | Alejandro/Raul |
| 25--MAY | 41 | 0.78% | 0.15% | Falla soporte de maquina 41 y cambio de mecanismo de invertir | Eduardo/urbano |
| 26--MAY | | 0.05% | 0.15% | | |
| 27--MAY | | 0.02% | 0.15% | | |
| 28--MAY | 41 | 0.13% | 0.15% | Falla de mecanismo de obturador 6ta seccio | Cervando |
| 29--MAY | | | 0.15% | | |
| 30--MAY | | | 0.15% | | |
| 31--MAY | | | 0.15% | | |

*Ilustración 5: respaldo de datos Maquinas IS*

Con base en los objetivos SMART, se definen las metas para activar nuestros KPIs en relación con la información obtenida. Mediante la macro, se elaboró un análisis detallado que destacó el número de días sin paros correctivos. Este análisis reveló que el intervalo más frecuente de paros correctivos era de 3 a 4 días. A partir de estos hallazgos, se ha determinado un enfoque sistemático para abordar las fallas recurrentes y mejorar el desempeño general. El plan es el siguiente:

1. **Análisis de Datos**:
    - Se realizó un análisis exhaustivo utilizando la macro para identificar cuántos días transcurrían entre paros correctivos.
    - Se observó que los paros correctivos se producían típicamente entre los días 3 y 4.

2. **Activación del KPI**:
    - Se decidió que el KPI se activará al cabo de 3 días consecutivos con paros correctivos.
    - Este indicador visual permitirá monitorear y reaccionar rápidamente a las interrupciones en el proceso.
3. **Análisis de Fallas**:
    - Al activar el KPI, se procederá a realizar un análisis minucioso de las fallas que ocurrieron durante los tres días de paros correctivos.
    - Este análisis incluirá la identificación de patrones y causas subyacentes de las fallas.

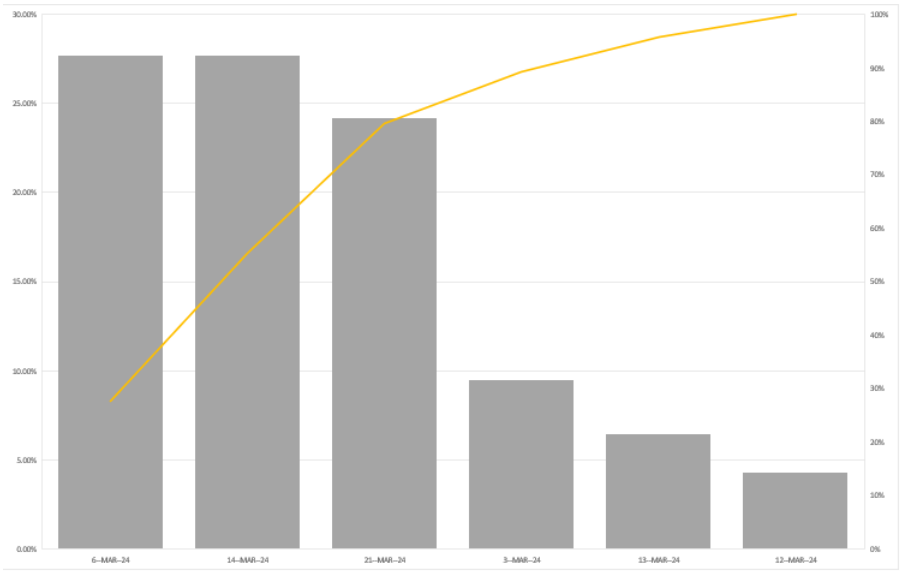
4. **Resolución de Problemas**:
    - Basado en el análisis de fallas, se planteará una resolución de problemas específica.
    - Se buscarán soluciones prácticas y efectivas para abordar las causas raíz de las fallas.
5. **Plan de Acción**:

- Se desarrollará un plan de acción detallado para prevenir la recurrencia de las fallas identificadas.
- El plan incluirá medidas preventivas, ajustes en los procedimientos y cualquier capacitación necesaria para el personal involucrado.

Este enfoque sistemático no solo permitirá una rápida identificación y resolución de problemas, sino que también contribuirá a la mejora continua y a la reducción de los tiempos muertos por paros correctivos, alineándose con nuestros objetivos SMART de ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un marco temporal definido

Con los resultados obtenidos durante un período del mes, se elabora un diagrama de Pareto que desempeña un papel crucial en la evaluación de la afectación real en la producción debido a las fallas que se encuentran fuera de las metas establecidas. Este diagrama permite identificar las máquinas que presentan fallas de manera recurrente, proporcionando una visión clara de las áreas que requieren atención inmediata para mejorar el rendimiento.

Una vez que se genera el diagrama de Pareto, se revela la falla más común que afecta a las máquinas. Por ejemplo, en el mes de marzo, el análisis del diagrama de Pareto reveló que la falla con mayor impacto fue un cople roto, causado por un cambio en el mecanismo de tapón. Esta información se documenta y se ilustra en la imagen proporcionada a continuación, la cual muestra claramente la incidencia y el impacto de dicha falla en la producción.




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| %ACUM | 27.71% | 55.41% | 79.65% | 89.18% | 95.67% | 100.00% |
| %AFEC | 27.71% | 27.71% | 24.24% | 9.52% | 6.49% | 4.33% |
| SUM | 0.24% | 0.48% | 0.56% | 0.22% | 0.15% | 0.10% |
| MAQ | 41 | 22 | 41 Y 43 | 41 | 43 | 42 |
| FALLA | Cople roto por cambio de mecanismo de tapon | Falla de mecanismo de secadora | *Falla por subida de piston 7ma seccion *Mecanismo de piston flojo 6ta seccion | Cople roto | Falla en atomizadores | Mecanismo de cuchillas |

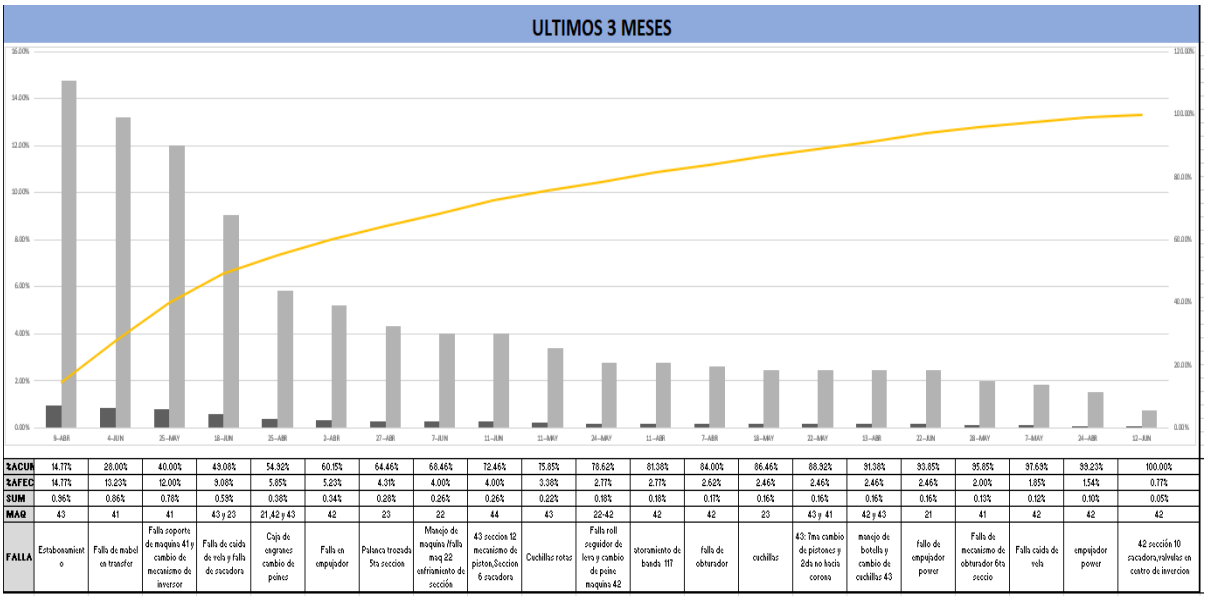
*Ilustración 6: Diagrama de Pareto*

Con base en esta observación, se procede a elaborar un plan de acción con el objetivo de corregir o prevenir la recurrencia de estos problemas. El plan de acción incluye una serie de medidas específicas:

- **Capacitaciones para el personal**: Se organizarán sesiones de capacitación dirigidas al personal encargado del cambio del cople en el mecanismo de pistón. Estas capacitaciones tienen como objetivo asegurar que el personal esté debidamente informado y capacitado para realizar los cambios de manera correcta, minimizando el riesgo de fallas futuras.
- **Asignación de herramienta adecuada**: Se revisará y se asignará la herramienta correcta para el cambio de cople. El uso de herramientas adecuadas es fundamental para realizar reparaciones y mantenimientos con precisión, lo que contribuye a reducir el número de fallas y mejorar la eficiencia operativa.

- **Reparación o adquisición de refacciones**: Se llevará a cabo la reparación o la compra de las refacciones necesarias para asegurar que las reparaciones se realicen de manera correcta y más eficiente. Disponer de piezas de repuesto de alta calidad y en buen estado es crucial para mantener el funcionamiento óptimo de las máquinas.

El diagrama de Pareto se presenta de manera mensual y trimestral, lo que permite observar las tendencias a lo largo del tiempo. Este enfoque facilita la visualización de si las fallas han sido erradicadas o si siguen persistiendo. Además, permite evaluar el nivel de afectación en cada período y ajustar los planes de acción según sea necesario. En la imagen siguiente, se puede ver el diagrama de Pareto correspondiente a un período de tres meses.

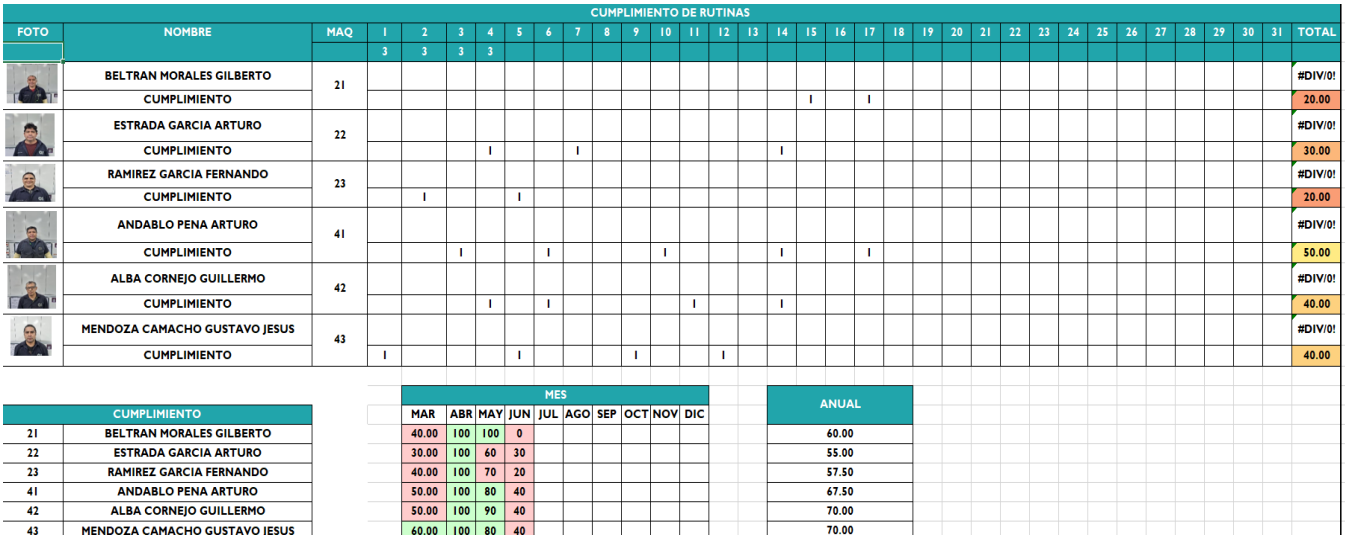



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| %ACUM | 14.77% | 28.00% | 40.00% | 49.08% | 54.92% | 60.15% | 64.46% | 68.46% | 72.46% | 75.85% | 78.62% | 81.38% | 84.00% | 86.46% | 88.92% | 91.38% | 93.85% | 95.85% | 97.69% | 99.23% | 100.00% |
| %AFEC | 14.77% | 13.23% | 12.00% | 9.08% | 5.85% | 5.23% | 4.31% | 4.00% | 4.00% | 3.38% | 2.77% | 2.77% | 2.62% | 2.46% | 2.46% | 2.46% | 2.46% | 2.00% | 1.85% | 1.54% | 0.77% |
| SUM | 0.96% | 0.86% | 0.78% | 0.59% | 0.38% | 0.34% | 0.28% | 0.26% | 0.26% | 0.22% | 0.18% | 0.18% | 0.17% | 0.16% | 0.16% | 0.16% | 0.16% | 0.13% | 0.12% | 0.10% | 0.05% |
| MAQ | 43 | 41 | 41 | 43 y 23 | 21,42 y 43 | 42 | 23 | 22 | 44 | 43 | 22-42 | 42 | 42 | 23 | 43 y 41 | 42 y 43 | 21 | 41 | 42 | 42 | 42 |
| FALLA | Estabonamiento | Falla de mabel en trasefer | Falla soporte de maquina 41 y cambio de mecanismo de inversor | Falla de cuida de rola y falla de secadora | Caja de engranes cambio de peines | Falla en empujador | Palanca trozada 5ta seccion | Manejo de maquina /falla msq 22 enfriamiento de sección | 43 seccion 12 mecanismo de piston,Seccion 6 secadora | Cuchillas rotas | Falla roll seguidor de lera y cambio de peine maquina 42 | storamiento de bands 117 | falla de obturador | cuchillas | 43: 7ma cambio de pistones y 2da no hacia corona | manejo de botella y cambio de cuchillas 43 | fallo de empujador power | Falla de mecanismo de obturador 6ta seccio | Falla cuida de rola | empujador power | 42 sección 10 secadora,valvulas en centro de inversion |

*Ilustración 7: Diagrama de Pareto trimestral*

Además de las fallas más comunes, se ha diseñado una ayuda visual que muestra la métrica del tiempo muerto por mecánico. Esta herramienta proporciona una representación clara de cuál mecánico tiende a tardar más en resolver una falla,

como se ilustra en la imagen siguiente. Esta información es fundamental para identificar posibles áreas de mejora en la eficiencia de cada mecánico.



CUMPLIMIENTO DE RUTINAS

| FOTO | NOMBRE | MAQ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | BELTRAN MORALES GILBERTO | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | #DIV/0! |
| | CUMPLIMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 20.00 |
| | ESTRADA GARCIA ARTURO | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | #DIV/0! |
| | CUMPLIMIENTO | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30.00 |
| | RAMIREZ GARCIA FERNANDO | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | #DIV/0! |
| | CUMPLIMIENTO | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20.00 |
| | ANDABLO PENA ARTURO | 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | #DIV/0! |
| | CUMPLIMIENTO | | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 50.00 |
| | ALBA CORNEJO GUILLERMO | 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | #DIV/0! |
| | CUMPLIMIENTO | | | | | 1 | | 1 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40.00 |
| | MENDOZA CAMACHO GUSTAVO JESUS | 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | #DIV/0! |
| | CUMPLIMIENTO | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40.00 |

| CUMPLIMIENTO | | MES | | | | | | | | | | ANUAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | |
| 21 | BELTRAN MORALES GILBERTO | 40.00 | 100 | 100 | 0 | | | | | | | 60.00 |
| 22 | ESTRADA GARCIA ARTURO | 30.00 | 100 | 60 | 30 | | | | | | | 55.00 |
| 23 | RAMIREZ GARCIA FERNANDO | 40.00 | 100 | 70 | 20 | | | | | | | 57.50 |
| 41 | ANDABLO PENA ARTURO | 50.00 | 100 | 80 | 40 | | | | | | | 67.50 |
| 42 | ALBA CORNEJO GUILLERMO | 50.00 | 100 | 90 | 40 | | | | | | | 70.00 |
| 43 | MENDOZA CAMACHO GUSTAVO JESUS | 60.00 | 100 | 80 | 40 | | | | | | | 70.00 |

*Ilustración 8: indicador de desempeño de personal Maquinas IS*

El propósito de esta medida es confrontar al trabajador y discutir las razones detrás de la falta de atención o retraso en la resolución de problemas. Con esta información, se pueden proporcionar los materiales, capacitaciones o herramientas necesarias para mejorar el desempeño del trabajador y, en consecuencia, optimizar el rendimiento general de la producción. La implementación de estas acciones tiene como objetivo final aumentar la eficiencia operativa y reducir las incidencias de fallas recurrentes, contribuyendo así a un entorno de trabajo más productivo y eficaz.

En el taller de Máquinas IS, se lograron erradicar varias fallas comunes mediante la implementación de medidas correctivas y mejoras en los procesos. Esta mejora se refleja claramente en la disminución del tiempo muerto, como se puede observar en la siguiente imagen.

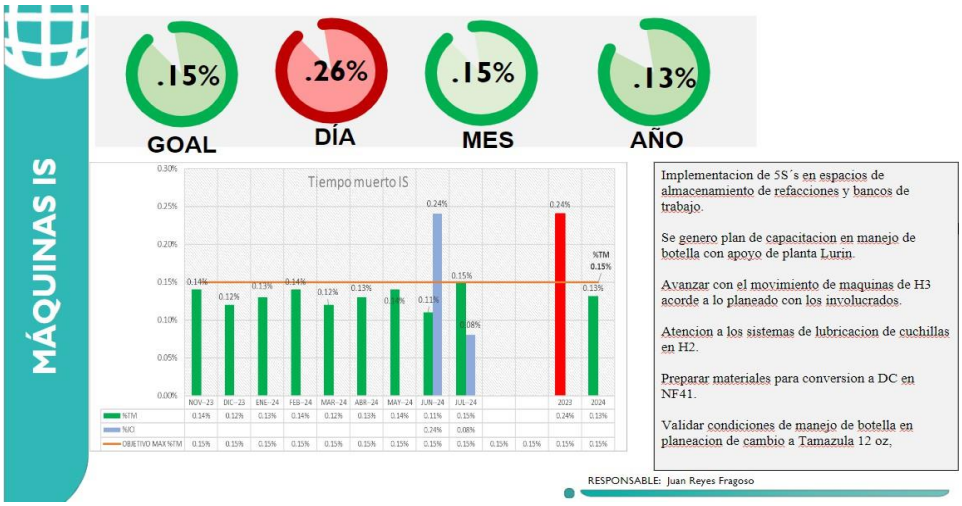



*Ilustración 9: indicador mensual de Maquinas IS*

En comparación con el año 2023, el presente año muestra una notable reducción en el tiempo muerto, evidenciando el éxito de las acciones tomadas y la efectividad de las estrategias aplicadas para optimizar el funcionamiento del taller.

## *3.2 TALLER REPARACION DE MOLDES*

El taller de reparación de moldes se encarga de la manufactura y mantenimiento de los moldes utilizados para dar forma al vidrio fundido y crear botellas. Su función es crucial, ya que los moldes deben estar en óptimas condiciones para garantizar que las botellas producidas mantengan la forma correcta y no presenten defectos.

El compromiso del taller con la reparación y verificación precisa de los moldes es de suma importancia. Un molde que no esté bien reparado puede causar deformaciones en las botellas o generar partículas de vidrio en su interior, lo cual compromete la calidad del producto final.

Por esta razón, cada vez que se recibe un molde nuevo o se realiza una reparación, se lleva a cabo un análisis exhaustivo y una verificación en comparación con los planos correspondientes. Este proceso asegura que las medidas y las especificaciones del molde sean verificadas al 100%, garantizando que el molde cumpla con los estándares necesarios para producir botellas de alta calidad.

Las métricas establecidas para el taller de reparación de moldes incluyen la cantidad de reparaciones realizadas por cada reparador al día. Con el fin de desarrollar y alcanzar la meta de manera eficiente, se diseñó un análisis en Excel que permite medir el rendimiento de los reparadores.

En este análisis, con la colaboración de los reparadores, se registran y se evalúan dos aspectos clave: el tiempo que se tarda en reparar cada una de las partes del molde y el tiempo adicional necesario para verificar la calidad de cada reparación.

Por ejemplo, en la imagen siguiente se ilustra la cantidad de guías que cada reparador puede reparar en un turno de 8 horas. Este análisis permite identificar el rendimiento individual y colectivo, ajustar los procesos si es necesario y asegurar que las reparaciones se realicen dentro de los tiempos esperados, manteniendo así la calidad y eficiencia en la producción de moldes.

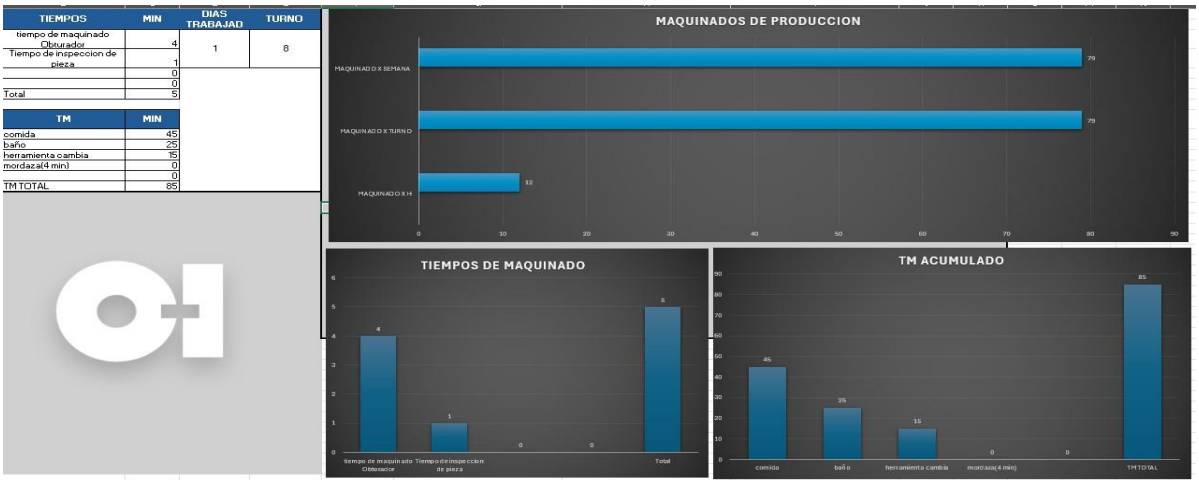



*ilustración 10: Análisis de maquinado por turno*

Como se observa en la imagen, el promedio de fabricación por un turno de 8 horas es de 79 maquinados. Basándose en esta cifra, se acordó con los reparadores establecer una meta de 80 maquinados por turno. Esta meta considera un margen para el cambio de mordaza en el torno, lo cual es un factor que puede afectar el tiempo de producción. Así, la meta de 80 maquinados no solo refleja la capacidad actual del equipo, sino que también incluye un ajuste para asegurar que el rendimiento sea consistente incluso con las variaciones operativas.

Este proceso se aplicó a todas las partes que componen un molde, incluyendo coronas, moldes, bombillos, obturadores y guías. Para cada componente, se llevó a cabo un análisis detallado en Excel, registrando el tiempo necesario para realizar las reparaciones y verificaciones correspondientes. Esto permitió medir el rendimiento de los reparadores en relación con cada parte del molde y establecer metas realistas y alcanzables para cada tipo de pieza.

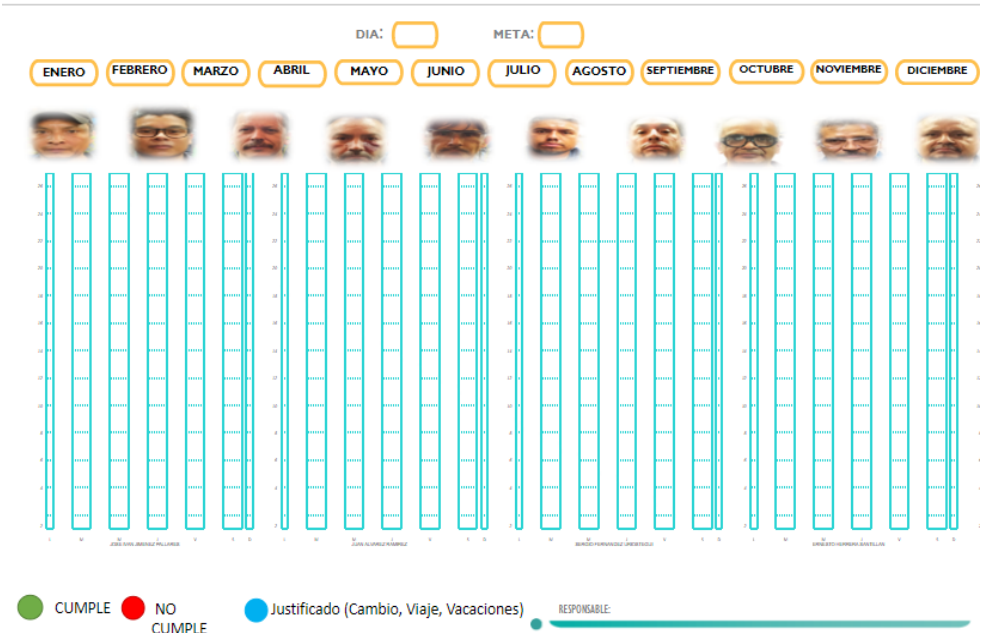



*Ilustración 11: indicador de maquinados por día*

El proceso de medición y análisis de la producción de moldes dio lugar a una serie de indicadores que permiten evaluar el rendimiento de los reparadores de manera visual. Estos indicadores incluyen gráficos y tablas que muestran claramente si un reparador está cumpliendo con su meta de producción establecida.

Cada reparador tiene una meta específica que debe alcanzar, y estos resultados se registran y monitorean diariamente. Si al cabo de tres días un reparador no cumple con su meta, el indicador correspondiente se marcará en rojo. Esta señal visual facilita la identificación rápida de problemas y permite tomar medidas correctivas oportunas.

Cuando un reparador presenta un desempeño por debajo de la meta durante este período de tres días, se procede a mantener una conversación con él. Durante esta reunión, se evalúan las posibles razones detrás del bajo rendimiento y se le proporciona la herramienta adecuada o cualquier otro recurso necesario para mejorar su eficiencia. El objetivo es asegurar que el reparador pueda alcanzar su meta con la mayor eficiencia posible y mantener la calidad en el trabajo realizado.

Se procedió a implementar una segunda métrica, la cual se representa de manera visual mediante un gráfico que muestra los reclamos por reparador debido a malas

reparaciones. Esta métrica permite identificar y monitorear los reclamos relacionados con deficiencias en la calidad de las reparaciones realizadas por cada reparador.

En la imagen siguiente se presenta esta representación visual, en la cual se puede observar la cantidad de reclamos recibidos para cada reparador. Este gráfico proporciona una visión clara de cuáles reparadores están generando más reclamos y facilita la identificación de áreas que necesitan atención y mejora.

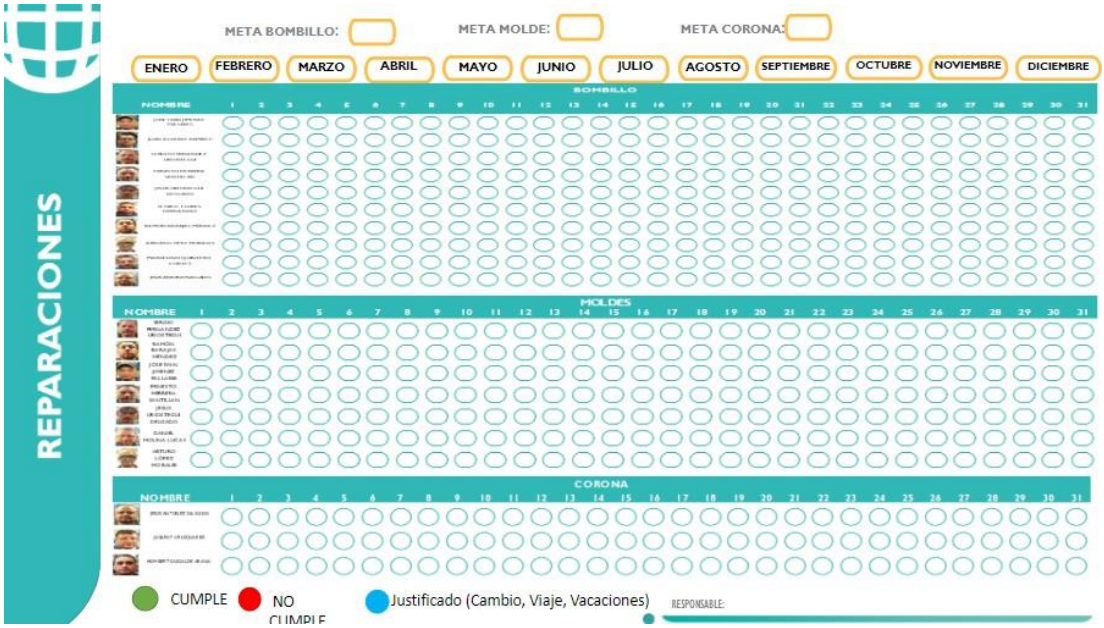



*ilustración 12: indicador de reclamaciones por día*

De esta manera, se puede identificar claramente las razones detrás de las reparaciones defectuosas y dar un seguimiento detallado para comprender por qué ocurrieron. Al analizar los reclamos registrados en el gráfico visual, se puede determinar si las malas reparaciones se deben a problemas específicos como el uso inadecuado de herramientas, falta de capacitación, errores en el procedimiento, o problemas relacionados con las piezas o refacciones.

El proceso para abordar estas cuestiones incluye:

1. Análisis de Causas: Examinar los detalles de cada reclamo para identificar patrones o causas comunes. Esto puede implicar revisar el tipo de error cometido, las condiciones bajo las cuales ocurrió, y los recursos utilizados.
2. Seguimiento Individual: Realizar reuniones con los reparadores implicados para discutir los reclamos específicos, entender las dificultades que enfrentaron y evaluar si hubo algún malentendido o deficiencia en el procedimiento.
3. Identificación de Deficiencias: Determinar si las malas reparaciones se deben a deficiencias en la capacitación, herramientas inadecuadas, o problemas en el proceso de reparación.
4. Implementación de Mejoras: Basado en el análisis, tomar acciones correctivas como proporcionar formación adicional, ajustar los procedimientos operativos, actualizar o reemplazar herramientas, o mejorar el control de calidad.
5. Reevaluación Continua: Monitorear los resultados después de implementar las mejoras para asegurar que los problemas se han resuelto y que la calidad de las reparaciones ha mejorado.

Esta metodología de seguimiento permite abordar de manera efectiva las causas de las malas reparaciones y asegurar una mejora continua en la calidad del trabajo realizado.

## *3.3 INSTRUMENTACION/ELECTRONICOS*

El Departamento de Instrumentación es responsable de abordar y solucionar problemas electrónicos relacionados con diversos componentes y sistemas críticos. Sus responsabilidades incluyen:

- Reparación de Servo Motores: Diagnosticar y reparar fallas en los motores que controlan movimientos precisos en las máquinas.
- Mantenimiento de Alarmas: Asegurar el funcionamiento adecuado de los sistemas de alarma para detectar y reportar fallos en el equipo.
- Reparación de Tarjetas de Control: Diagnosticar y arreglar problemas en las tarjetas electrónicas que regulan y controlan los equipos.
- Mantenimiento de Dispositivos de Control: Asegurar el funcionamiento óptimo de los dispositivos que permiten la operación y el monitoreo de las máquinas.
- Programación de PLC: Configurar y ajustar los controladores lógicos programables (PLC) para garantizar el funcionamiento adecuado de los sistemas automatizados.
- Reparación y Cambio de Electroválvulas: Diagnosticar y reemplazar electroválvulas que controlan el flujo de fluidos en los sistemas.

El Departamento de Instrumentación juega un papel crucial en el mantenimiento de las máquinas, ya que su trabajo garantiza que todos los sistemas electrónicos y de control funcionen correctamente. Esto es vital para el funcionamiento continuo y eficiente de las máquinas.

Este departamento realiza tanto mantenimiento correctivo como preventivo. El mantenimiento correctivo se lleva a cabo cuando se presentan fallas o problemas, mientras que el mantenimiento preventivo busca evitar fallas futuras mediante revisiones y ajustes regulares.

El departamento de Instrumentación trabaja estrechamente con el Departamento de Reparación de Máquinas. Juntos, se encargan del mantenimiento integral de las máquinas formadoras, asegurando que todos los componentes mecánicos y electrónicos estén en óptimas condiciones. Esta colaboración permite un enfoque coordinado en la prevención y resolución de problemas, contribuyendo a una operación más eficiente y confiable de los equipos de producción.

Al trabajar en estrecha colaboración con el Departamento de Máquinas, el Departamento de Instrumentación enfrenta problemáticas similares en términos de mantenimiento y reparación. Para gestionar y medir la eficiencia en la resolución de problemas electrónicos, se ha desarrollado una métrica de tiempo muerto, similar a la utilizada en el área de máquinas.

Métrica de Tiempo Muerto:

- Definición de Meta: Se ha establecido una meta de tiempo muerto de 0.15% por día para el Departamento de Instrumentación. Este límite representa el tiempo máximo permitido en el que los equipos no están operativos debido a fallas o problemas técnicos.

Desafíos Específicos:

- Variaciones de Voltaje: Los equipos electrónicos en el Departamento de Instrumentación son especialmente sensibles a variaciones de voltaje, lo que puede causar fallas que están fuera del control directo del equipo de mantenimiento. Las fluctuaciones en el suministro eléctrico pueden afectar el funcionamiento de servo motores, tarjetas de control, y otros componentes críticos, haciendo que estos equipos sean más propensos a fallas.
- Naturaleza Delicada de los Equipos Electrónicos: Debido a su complejidad y sensibilidad, los equipos electrónicos tienden a fallar con mayor frecuencia que los componentes mecánicos. Esto requiere un enfoque cuidadoso y especializado para minimizar el tiempo muerto y asegurar una rápida resolución de los problemas.

Proceso de Monitoreo y Mejora:

1. Registro de Tiempo Muerto: Se monitoriza y se registra el tiempo muerto asociado a cada falla. Esto incluye el tiempo que los equipos están fuera de servicio debido a problemas técnicos y variaciones en el voltaje.
2. Análisis de Causas: Se realiza un análisis detallado para identificar las causas de las fallas. Este análisis ayuda a determinar si las fallas son atribuibles a problemas externos como variaciones de voltaje o si hay aspectos internos del equipo que necesitan ajustes o reparaciones.
3. Implementación de Soluciones: Basado en el análisis, se implementan soluciones para mitigar el impacto de las variaciones de voltaje y mejorar la fiabilidad de los equipos. Esto puede incluir la instalación de estabilizadores de voltaje, mejoras en el mantenimiento preventivo, o actualizaciones en el hardware.
4. Reevaluación Continua: Se realiza un seguimiento constante para asegurar que las medidas implementadas sean efectivas y que el tiempo muerto se mantenga dentro del límite establecido. Se ajustan las estrategias según sea necesario para mejorar la eficiencia y reducir el tiempo muerto.

Esta métrica y enfoque permiten gestionar de manera efectiva el tiempo muerto en el Departamento de Instrumentación, asegurando que los equipos electrónicos se mantengan en funcionamiento óptimo a pesar de los desafíos inherentes a su operación.

Si al cabo de tres días un indicador se presenta en rojo, se procede a elaborar un plan de acción específico para abordar la situación. A continuación, se detalla cómo se implementa este plan en el contexto de una falla en un motor:

**Plan de Acción para la Falla de un Motor**

1. **Registro y Evaluación Inicial**:
    - **Identificación de la Falla**: Se registra la falla específica del motor, incluyendo los detalles del problema y el impacto en el tiempo muerto.
    - **Verificación del Motor**: Se determina si el motor en cuestión es nuevo o ha sido reparado previamente. Esto ayuda a identificar si la falla puede estar relacionada con una reparación inadecuada o con un problema de fabricación.
2. **Revisión de la Reparación**:
    - **Motor Reparado Internamente**: Si el motor ha sido reparado dentro de la empresa, se lleva a cabo una revisión detallada del proceso de reparación. Esto incluye:
        - **Evaluación del Proceso de Reparación**: Se revisan los procedimientos seguidos durante la reparación para asegurar que se hayan cumplido todos los estándares de calidad.
        - **Confrontación con el Trabajador**: Se realiza una reunión con el reparador que trabajó en el motor para discutir las posibles causas de la falla. Se examina si la falla pudo haber sido provocada por un error en la reparación.
        - **Determinación de Responsabilidad**: Si se confirma que la falla es resultado de una reparación deficiente, se identifican los errores cometidos y se proporciona al trabajador la formación o recursos necesarios para evitar futuros errores.
3. **Identificación de Otros Factores**:
    - **Fallas No Relacionadas con la Reparación**: Si se determina que la falla del motor no está relacionada con una reparación inadecuada, se investigan otros posibles factores. Esto puede incluir:

- **Factores Externos**: Revisar si la falla puede haber sido causada por factores externos como fluctuaciones de voltaje, condiciones operativas extremas, o problemas en el suministro de componentes.
- **Revisión de Equipos Relacionados**: Verificar si otros equipos o sistemas relacionados pueden haber contribuido a la falla del motor.

4. **Establecimiento de Rutinas de Revisión**:
    - **Implementación de Procedimientos de Mantenimiento Preventivo**: Se diseñan y establecen rutinas de revisión y mantenimiento para prevenir futuras fallas. Esto puede incluir inspecciones regulares, pruebas de funcionamiento, y ajustes preventivos.
    - **Monitoreo Continuo**: Se implementa un sistema de monitoreo continuo para detectar signos tempranos de problemas en los motores y otros componentes relacionados.
5. **Reevaluación y Ajustes**:
    - **Seguimiento de la Implementación**: Se realiza un seguimiento para asegurar que las acciones correctivas y preventivas sean efectivas. Se ajustan los procedimientos y rutinas según sea necesario para mejorar la fiabilidad y el rendimiento de los motores.

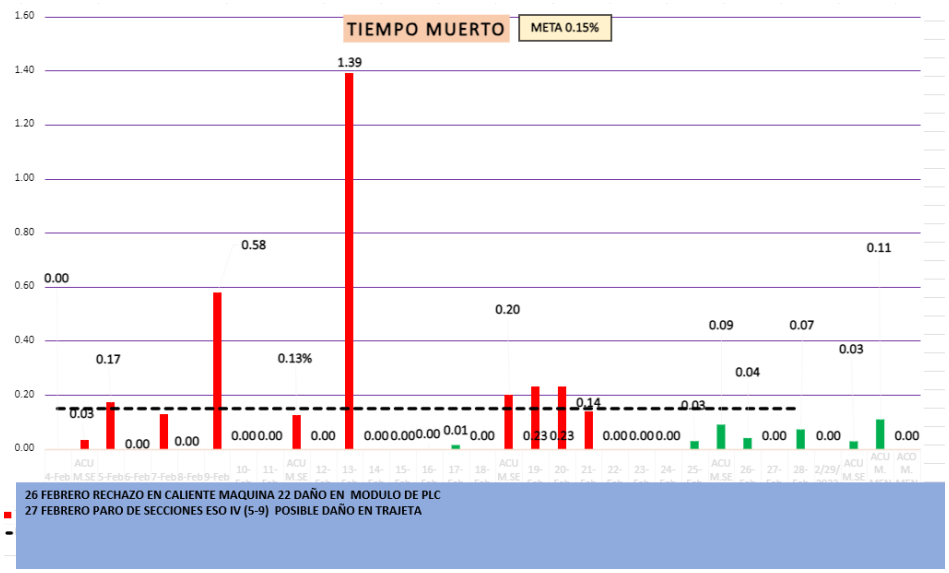



*ilustración 13: indicador de tiempo muerto instrumentación*

Este plan de acción tiene como objetivo abordar de manera sistemática las fallas detectadas, mejorar la calidad de las reparaciones, y reducir el tiempo muerto en la operación. La implementación efectiva del plan garantiza que se resuelvan los problemas subyacentes y se optimicen los procesos de mantenimiento y reparación.

Como resultado de la identificación de los motores como la falla más común, se desarrolló una nueva métrica enfocada en el monitoreo y mantenimiento preventivo de estos componentes críticos. La métrica incluye dos elementos clave:

### 1. Chequeo de Temperaturas de Motores

- **Descripción**: Se ha implementado un chequeo sistemático de las temperaturas de los motores para detectar anomalías que podrían indicar problemas inminentes.
- **Frecuencia**: Las temperaturas de los motores se revisarán de manera semanal. Este chequeo permitirá identificar cualquier variación significativa en las temperaturas operativas, lo cual puede ser un indicativo de posibles fallas o mal funcionamiento.

- **Registro y Análisis**: Los datos de temperatura se registrarán semanalmente en un **dashboard**. Este dashboard proporcionará una representación gráfica de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo, facilitando el análisis y la identificación de patrones inusuales.

**2. Chequeo Superficial de Motores**

- **Descripción**: Además del monitoreo de temperatura, se llevará a cabo un chequeo superficial para asegurar que no haya problemas de lubricación o atoramientos que puedan afectar el rendimiento del motor.
- **Frecuencia**: Este chequeo superficial se realizará también de manera semanal. Implica inspeccionar visualmente los motores y revisar aspectos como el nivel y condición de la lubricación, así como detectar cualquier signo de atoramiento o desgaste.
- **Registro**: Los resultados de estos chequeos se registrarán junto con los datos de temperatura en el **dashboard**.

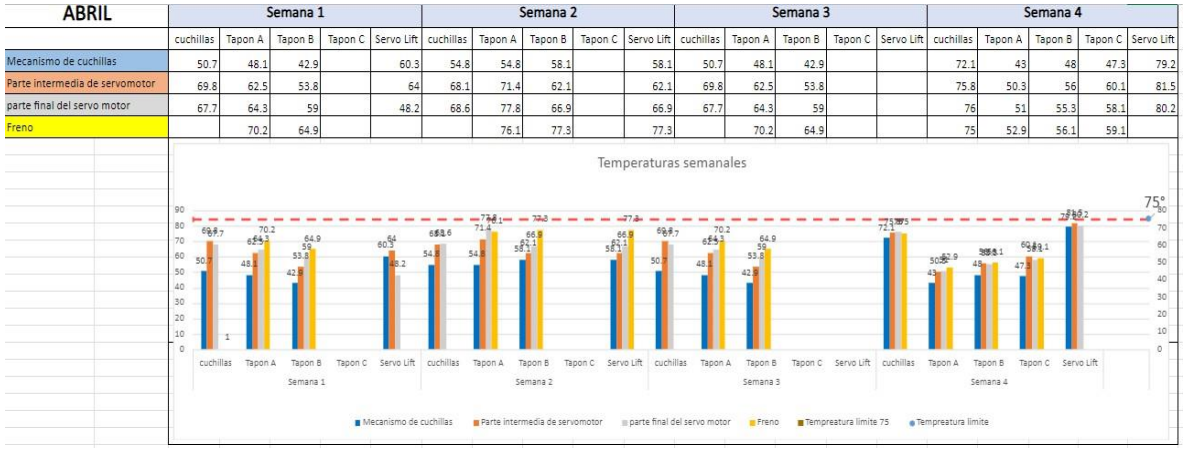
**Dashboard de Monitoreo**

- **Funcionalidad**: El dashboard será una herramienta clave para la visualización de datos. Mostrará gráficamente las variaciones de temperatura de los motores y los resultados de los chequeos superficiales, proporcionando una vista integral del estado de los motores.
- **Base de Datos**: La información recopilada se almacenará en una base de datos, creando un historial detallado del rendimiento y mantenimiento de cada motor. Este histórico permitirá analizar tendencias, identificar problemas recurrentes y ajustar estrategias de mantenimiento preventivo.
- **Monitoreo Continuo**: El dashboard permitirá un monitoreo constante y en tiempo real del estado de los motores. Esto ayudará a detectar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas significativas, facilitando una intervención oportuna y evitando tiempos de inactividad no planificados.

**Beneficios del Sistema**

- **Prevención de Fallas**: Al monitorear continuamente las temperaturas y realizar chequeos regulares, se pueden identificar problemas potenciales antes de que causen fallas graves, mejorando la confiabilidad de los motores.
- **Optimización del Mantenimiento**: La información histórica y en tiempo real permitirá optimizar los procedimientos de mantenimiento, adaptando las intervenciones según las necesidades específicas de cada motor.
- **Mejora en la Eficiencia**: Al prevenir fallas y reducir tiempos de inactividad, el sistema contribuirá a una mayor eficiencia operativa y a una mejor disponibilidad de los equipos.

Con esta métrica y el uso del dashboard, se busca mejorar la gestión del mantenimiento de los motores, reducir la frecuencia de fallas y asegurar un funcionamiento óptimo y continuo de los equipos.



| ABRIL | Semana 1 | | | | | Semana 2 | | | | | Semana 3 | | | | | Semana 4 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cuchillas | Tapon A | Tapon B | Tapon C | Servo Lift | cuchillas | Tapon A | Tapon B | Tapon C | Servo Lift | cuchillas | Tapon A | Tapon B | Tapon C | Servo Lift | cuchillas | Tapon A | Tapon B | Tapon C | Servo Lift |
| Mecanismo de cuchillas | 50.7 | 48.1 | 42.9 | | 60.3 | 54.8 | 54.8 | 58.1 | | 58.1 | 50.7 | 48.1 | 42.9 | | | 72.1 | 43 | 48 | 47.3 | 79.2 |
| Parte intermedia de servomotor | 69.8 | 62.5 | 53.8 | | 64 | 68.1 | 71.4 | 62.1 | | 62.1 | 69.8 | 62.5 | 53.8 | | | 75.8 | 50.3 | 56 | 60.1 | 81.5 |
| parte final del servo motor | 67.7 | 64.3 | 59 | | 48.2 | 68.6 | 77.8 | 66.9 | | 66.9 | 67.7 | 64.3 | 59 | | | 76 | 51 | 55.3 | 58.1 | 80.2 |
| Freno | | 70.2 | 64.9 | | | | 76.1 | 77.3 | | 77.3 | | 70.2 | 64.9 | | | 75 | 52.9 | 56.1 | 59.1 | |



*Ilustración 14: Registro de variación de temperaturas*

En línea con la metodología aplicada en otras áreas, se desarrollaron métricas específicas para el Departamento de Instrumentación, con el objetivo de mejorar la gestión de las reparaciones y el mantenimiento de refacciones. Dado que el personal en esta área es reducido y cualquier incumplimiento en la reparación o

manejo de refacciones se vuelve más notable, se implementaron las siguientes métricas:

**Métricas de Gestión de Refacciones y Reparaciones en el Departamento de Instrumentación**

1. **Establecimiento de Métodos y Estándares**
    - **Definición de Requerimientos**: Se definieron las métricas basadas en los trabajos requeridos para asegurar que cada instrumentista tenga el stock adecuado de refacciones. Esto incluye una lista de refacciones críticas y la cantidad mínima que debe mantenerse en inventario.
    - **Registro de Stock**: Cada instrumentista debe tener un inventario actualizado de refacciones, con cantidades mínimas preestablecidas para asegurar que siempre haya disponibilidad de los componentes necesarios para el mantenimiento y las reparaciones.
2. **Registro y Monitoreo de Inventario**
    - **Seguimiento del Stock**: Se implementó un sistema de registro que permite a los instrumentistas registrar el stock de refacciones de manera precisa. Esto incluye el seguimiento de entradas y salidas de refacciones y ajustes según el uso.
    - **Dashboard de Inventario**: La información de inventario se muestra en un **dashboard** que proporciona una vista clara y gráfica del stock actual. Este dashboard facilita la supervisión de las cantidades disponibles y ayuda a identificar posibles deficiencias en el stock.
3. **Métricas de Desempeño de Reparaciones**
    - **Monitoreo de Reparaciones**: Se establecieron métricas para medir el desempeño de las reparaciones realizadas por cada instrumentista.

Esto incluye el tiempo tomado para realizar cada reparación y la calidad del trabajo realizado.

- **Evaluación del Desempeño**: Se realiza un seguimiento del cumplimiento de las metas y estándares establecidos. Las métricas incluyen el número de reparaciones completadas dentro de un tiempo estipulado y la cantidad de fallas recurrentes o reclamos relacionados con el trabajo realizado.

4. **Plan de Acción para Incumplimientos**

   - **Identificación de Incumplimientos**: Cuando se detecta que un instrumentista no cumple con los requisitos establecidos, ya sea en términos de stock de refacciones o desempeño en reparaciones, se toma nota de estas incidencias en el **dashboard**.

   - **Plan de Acción Correctivo**: Se elabora un plan de acción para abordar las deficiencias. Esto puede incluir formación adicional, ajustes en los procedimientos de trabajo, o cambios en la gestión del inventario para asegurar que se cumplan los estándares requeridos.

5. **Revisión Periódica y Ajustes**

   - **Evaluaciones Regulares**: Se realizan revisiones periódicas para evaluar el estado del inventario y el desempeño de los instrumentistas. Esto incluye auditorías de stock y revisiones de la calidad de las reparaciones.

   - **Ajustes y Mejoras**: Basado en los resultados de las revisiones, se hacen ajustes en las métricas, procedimientos y formación para mejorar continuamente el desempeño del departamento.

### Ejemplo Visual: Dashboard de Inventario

La siguiente imagen muestra cómo se visualiza el **dashboard** que indica el stock de refacciones para cada instrumentista. Este gráfico permite observar las cantidades actuales de refacciones y comparar con las cantidades mínimas requeridas. La herramienta facilita la identificación rápida de cualquier deficiencia y asegura que el inventario se mantenga dentro de los niveles óptimos para evitar interrupciones en el mantenimiento y las reparaciones.

Estas métricas y herramientas están diseñadas para mejorar la eficiencia del Departamento de Instrumentación y asegurar que el personal cumpla con los estándares de calidad y disponibilidad de refacciones. El uso del **dashboard** proporciona una visibilidad clara del estado del inventario y el desempeño, facilitando la gestión proactiva y la resolución de problemas.

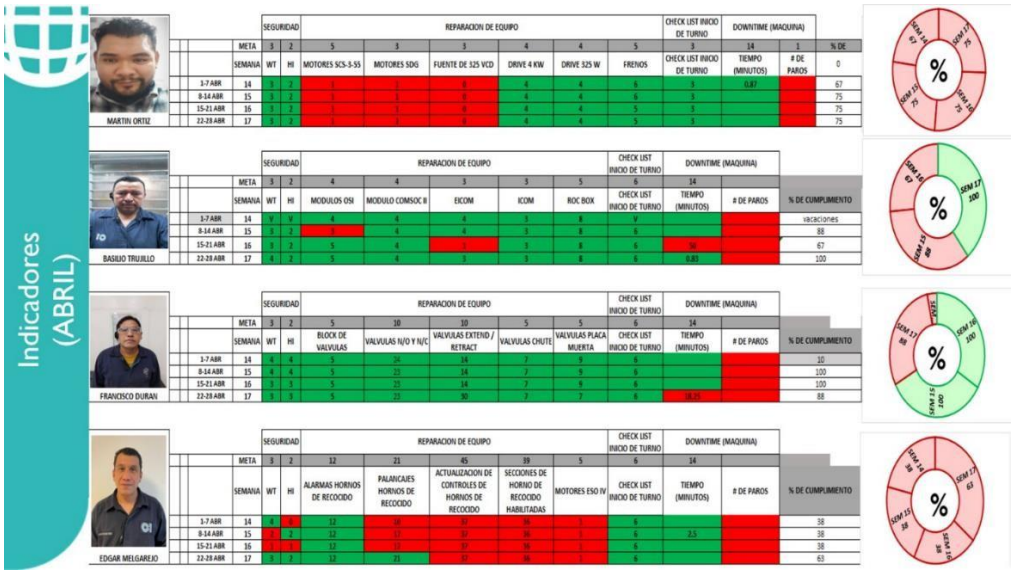



*Ilustración 15: Indicador de desempeño personal de Instrumentación*

Como se muestra en la ilustración, cada instrumentista tiene asignado un stock de refacciones específico que deben mantener para realizar sus tareas de manera eficiente. En caso de que alguna de sus refacciones esté defectuosa o no cumpla con los estándares requeridos, se aplicarán las siguientes medidas para gestionar el desempeño y asegurar mejoras continuas:

**Gestión del Stock de Refacciones y Control de Desempeño**

1. **Monitoreo del Stock y Calidad de Refacciones**
    - **Control de Inventario**: Cada instrumentista es responsable de gestionar y mantener su inventario de refacciones. Esto incluye asegurar que las refacciones estén en buen estado y listas para su uso.
    - **Reporte de Deficiencias**: Si se detecta que alguna de las refacciones está en mal estado o no cumple con los requisitos, se debe reportar de inmediato. Esta información se documenta para evaluar el impacto en el desempeño del instrumentista.
2. **Evaluación de Desempeño**
    - **Porcentaje de Rendimiento**: El desempeño de cada instrumentista se evalúa en función de la calidad de las refacciones utilizadas y el impacto en las reparaciones. Si se identifican problemas recurrentes con el stock de refacciones, el porcentaje de rendimiento del instrumentista se ajusta en consecuencia.
    - **Registro de Incidencias**: Las incidencias relacionadas con el estado de las refacciones se registran en un **dashboard** de desempeño, mostrando claramente cómo las deficiencias afectan el rendimiento global del instrumentista.

3. **Revisión Mensual y Confrontación**

    - **Evaluación Mensual**: Al final de cada mes, se revisan los datos del **dashboard** para identificar deficiencias en el stock de refacciones y el desempeño de cada instrumentista.
    - **Confrontación y Revisión**: Si se detecta una deficiencia significativa en el desempeño de un instrumentista, se lleva a cabo una reunión para discutir los problemas identificados. Durante esta reunión, se revisan los motivos detrás de las fallas y se examina si están relacionadas con problemas de calidad de las refacciones o con otros factores.

4. **Plan de Acción Correctiva**

    - **Capacitación**: Si se determina que las deficiencias están relacionadas con la falta de conocimiento o habilidades, se proporciona capacitación adicional al instrumentista. Esto puede incluir formación sobre el manejo adecuado de refacciones y técnicas de reparación.
    - **Reparación de Equipos de Prueba**: Si las fallas están relacionadas con el estado de los bancos de pruebas o equipos utilizados, se toman medidas para reparar o actualizar estos equipos para asegurar su correcto funcionamiento.
    - **Suministro de Refacciones Adecuadas**: Se revisa y se ajusta el stock de refacciones para garantizar que todos los componentes necesarios estén disponibles y en buen estado. Se toman medidas para reemplazar o mejorar las refacciones defectuosas.

5. **Monitoreo Continuo y Mejora**

    - **Seguimiento de Resultados**: Se realiza un seguimiento continuo de las acciones correctivas implementadas para evaluar su efectividad y asegurar mejoras en el desempeño.

- **Ajustes y Mejoras**: Basado en los resultados, se hacen ajustes en los procedimientos y políticas para mejorar la calidad del stock de refacciones y optimizar el rendimiento del personal.

**Ejemplo Visual: Dashboard de Desempeño**

La siguiente imagen ilustra el **dashboard** que muestra el rendimiento de los instrumentistas y el estado del stock de refacciones. Este dashboard facilita la visualización de las métricas de desempeño y las deficiencias identificadas, permitiendo una gestión proactiva y eficiente del mantenimiento y las reparaciones.

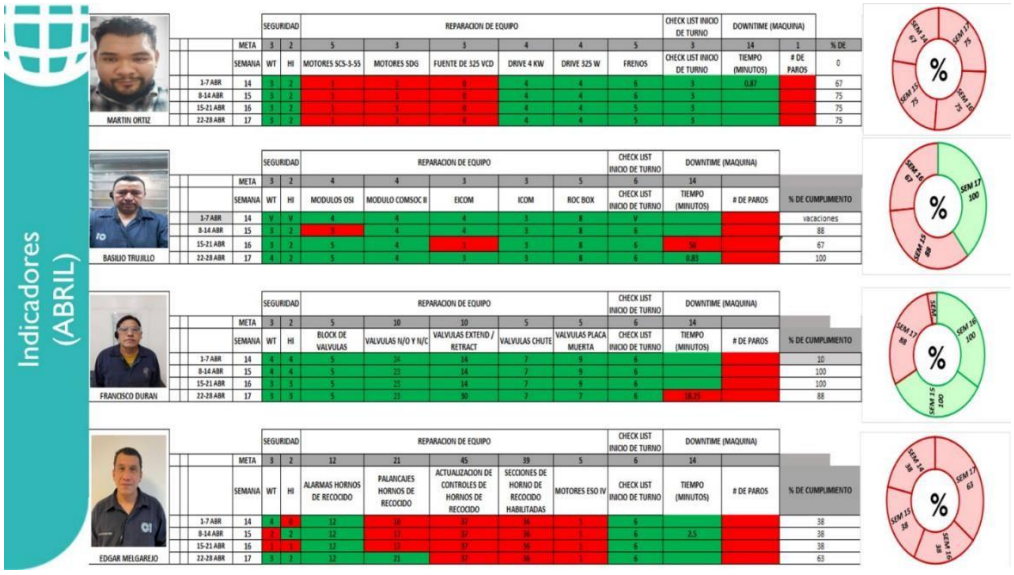



*Ilustración 16: Indicador de desempeño personal de Instrumentación*

Este enfoque sistemático asegura que cualquier problema relacionado con las refacciones se aborde de manera efectiva, mejorando el desempeño del personal y optimizando el mantenimiento y las reparaciones en el Departamento de Instrumentación.

De manera mensual, el Departamento de Instrumentación realiza un análisis detallado de las fallas para identificar y destacar las más importantes. Este proceso

comienza con la recopilación y registro de todas las incidencias ocurridas durante el mes, clasificándolas según su tipo y frecuencia. El objetivo es identificar patrones y determinar cuáles fallas tienen el mayor impacto en la operación.

Una vez que se han recopilado y clasificado los datos, se genera un informe que resalta las fallas clave. Este informe se representa gráficamente en un **dashboard**, permitiendo una visualización clara y efectiva de las incidencias más críticas. Los gráficos muestran la distribución de fallas por tipo o componente, así como las tendencias a lo largo del tiempo, lo que ayuda a identificar problemas recurrentes y áreas que requieren atención.

A partir del análisis, se desarrollan planes de acción específicos para abordar cada una de las fallas destacadas. Estos planes pueden incluir reparaciones adicionales, programas de capacitación para el personal y ajustes en los procedimientos de mantenimiento. La implementación de estas acciones se monitorea de cerca para asegurar que sean efectivas y se ajustan según sea necesario

# *CAPITULO 4: Resultados*

En las tres áreas analizadas, se logró observar un cambio impactante en los resultados. Aunque no se eliminaron por completo las fallas, sí se redujo significativamente su recurrencia y el tiempo asociado a ellas. En el área de Máquinas, por ejemplo, se pudo notar una mejora considerable en la gestión de fallas.

En la semana reciente que se muestra en la imagen, se registró una única falla, la cual se mantuvo dentro de los parámetros establecidos como meta. Este resultado es indicativo de una disminución efectiva en la cantidad de tiempo muerto, reflejando el éxito de las medidas implementadas.




ilustración 17:mejora en el desempeño Maquinas IS

El análisis de esta semana demuestra que, aunque las fallas siguen ocurriendo, su impacto se ha reducido de manera significativa. Las fallas son menos frecuentes y el tiempo necesario para resolverlas es mucho menor, lo cual contribuye a una mayor eficiencia y productividad en el área de Máquinas. Este cambio es un claro reflejo de la efectividad de las estrategias y planes de acción puestos en práctica para mejorar el desempeño y reducir el tiempo de inactividad.

En el área de Moldes, se logró una reducción considerable en los reclamos, evidenciando mejoras notables en el desempeño del personal. Se identificó que dos de los principales factores que afectaban la calidad de las reparaciones eran la falta de una iluminación adecuada y la ausencia de planos para la comparación de medidas.

Para abordar estos problemas, se tomaron medidas correctivas significativas. Se mejoró la iluminación en el área de trabajo y se proporcionaron planos precisos para asegurar que las medidas de los moldes se pudieran verificar correctamente. Estas mejoras permitieron que los reparadores realizaran las reparaciones con mayor precisión, lo que llevó a un aumento en la cantidad de moldes reparados de acuerdo con las especificaciones deseadas.



ilustración 18: Taller de moldes

Como resultado, se observó un incremento en el desempeño y la eficiencia del personal. Las siguientes imágenes reflejan este cambio positivo: se puede ver un personal más relajado y satisfecho con su entorno de trabajo, y los indicadores de desempeño muestran un mayor cumplimiento con las metas establecidas. Esto no solo ha mejorado la calidad del trabajo, sino también la moral y la productividad general del equipo.

En el área de Instrumentación, se identificó que el principal problema era el desorden y la falta de limpieza, lo cual dificultaba la localización de refacciones y, en ocasiones, llevaba a la instalación de componentes en mal estado o a no reconocer adecuadamente las refacciones reparadas.



ilustración 19: Taller de instrumentación

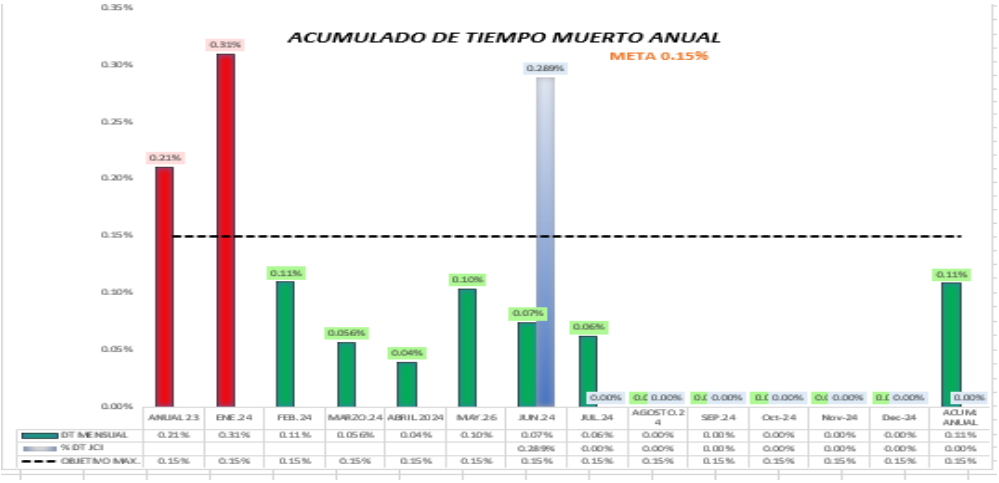



ilustración 20: Indicador de Instrumentación

Para resolver estos problemas, se implementaron mejoras significativas en la organización del taller. Se delimitaron áreas específicas para diferentes tipos de refacciones y se establecieron procedimientos para mantener un entorno de trabajo

limpio y ordenado. Estas medidas facilitaron la identificación y el acceso a las refacciones necesarias, además de asegurar que los componentes reparados estuvieran claramente marcados y en condiciones óptimas para su uso.

Como resultado de estas acciones, los indicadores de desempeño han mostrado una mejora notable. En las siguientes imágenes se puede observar claramente el progreso en los indicadores desde los meses pasados hasta la fecha actual. Los gráficos y datos reflejan un avance significativo en la organización y eficiencia del área, demostrando que las medidas implementadas han sido efectivas en resolver los problemas de desorden y mejorar el rendimiento general del equipo de Instrumentación.

## *Conclusión*

En conclusión, la implementación de checklists para registrar tiempos muertos, junto con el desarrollo de métricas e indicadores específicos en las áreas de servicios, representa un avance significativo en la mejora del desempeño operativo. Estos esfuerzos no solo facilitan un análisis más detallado y concreto de las operaciones, sino que también permiten identificar y abordar fallas recurrentes en el mantenimiento. Esta capacidad de detectar problemas antes de que se conviertan en fallas mayores es crucial para reducir el tiempo muerto causado por paros correctivos. Al minimizar estos tiempos muertos, se optimiza la eficiencia general del proceso, lo que a su vez incrementa la productividad y reduce los costos operativos. Además, estas prácticas promueven una cultura de mejora continua, donde se busca constantemente la manera de perfeccionar los procesos y sistemas.

# *COMPETENCIAS DESARROLLADAS*

Al desarrollar un proyecto de métricas para la mejora del mantenimiento y eficiencia del personal, se pueden desarrollar las siguientes competencias:

1. Resolución de problemas: Identificar y solucionar problemas durante los análisis de datos.

2. Pensamiento crítico: Evaluar y seleccionar componentes y herramientas adecuados para el proyecto.

3. Trabajo en equipo: Colaborar con otros para completar el proyecto, si es necesario.

4. Gestión del tiempo: Planificar y gestionar el tiempo para completar el proyecto de manera eficiente.

5. Habilidades técnicas: Desarrollar habilidades en electrónica, mecánica y programación.

6. Análisis y diseño: Analizar y diseñar las métricas para el desarrollo del proyecto

7. Aprendizaje continuo: Actualizar conocimientos y habilidades para mantenerse al día con las últimas tecnologías y técnicas.

8. Creatividad: Encontrar soluciones innovadoras para problemas complejos.

9. Documentación: Crear documentación clara y concisa para registrar el proceso

## *Referencias*


- ***Ríos Jacobo, Óscar Iván. (2010). Desarrollo de aplicación de gestión: Key Performance Indicators (KPI).***
- ***Ríos Jacobo, O. I. (s.f.). Key Performance Indicators (KPI).***
- ***Reguant-Álvarez, M. y Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi. REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 9 (1), 87-102. DOI: 10.1344/reire2016.9.1916***
- *O-I. (2024, 19 abril). The leading glass bottle manufacturer O-I. https://www.o-i.com/*
- ***Bonet Borjas, C. M. (2005). Ley de Pareto aplicada a la fiabilidad. Ingeniería Mecánica, 8(3), 1-9. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana.***
- ***Schneiderman, A. (2020, 17 de diciembre). KPIs, OKRs, OMTM: The History of Modern Metrics & Why It Matters for Analysts.***
- ***Marr, B. (2014). Indicadores clave de desempeño.***
- ***Corral, R. (2017). KPIs útiles: Diseña indicadores operativos que realmente sirvan para mejorar. Independently published.***
- ***Núñez, V. (s.f.). Manual de analítica digital (redes sociales, webs, blogs & email marketing).***
- ***Niebel, B. W., & Freivalds, A. (s.f.). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.***

Tultitlán, Estado de México a 28 de Agosto 2024

**MTRO. LINO ROJAS JIMÉNEZ.**
**SUBDIRECTOR DE VINCULACIÓN**
**TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO**
**P R E S E N T E**

ASUNTO: CARTA DE TÉRMINO

Por medio de la presente, me permito informarle que el alumno **PÉREZ MUNGUÍA ALEXANDER** de la carrera **INGENIERIA MECATRÓNICA** con matrícula **202010110** inscrito en el **TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO**, ha concluido de manera satisfactoria su **EDUCACIÓN DUAL** dentro de nuestra organización, durante el periodo de **28 de agosto del 2023 a 28 de agosto del 2024**, desarrollando todas las actividades encomendadas y alcanzando todas las competencias definidas en el departamento de **MAQUINAS IS** a lo largo de su estancia en la unidad económica.

Para los trámites a que haya lugar y sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A t e n t a m e n t e

OWENS AMERICA S. DE R.L. DE C.V.
RECURSOS HUMANOS

Lic. Gabriela Ugarte Jiménez.
Coordinadora de Recursos Humanos

ENGINEERING **EMOTIONS**