

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Mecatrónica

“IMPLEMENTACIÓN AUTOMATIZADA DE LOS KPI’S CON LA
INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA LA MEJORA DE LA
EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA CODRISE SAC
2023”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniero Mecatrónico

Autor:

Mairon Lopez Barrientos

Asesor:

Ing. Jorge Luis Blanco Reyna
<https://orcid.org/0000-0002-7477-5824>

Lima - Perú

INFORME DE SIMILITUD




4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
0 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mi familia por el apoyo incondicional
Que me han brindado en todo este tiempo
de estudio, la confianza que depositaron en mí.
Las enseñanzas y los consejos que me sirvieron
a nunca darme por vencido.

AGRADECIMIENTO

A Dios ante todo por hacer posible
este momento tan importante en mi vida.
A mi pareja por los consejos y a mi asesor de
este trabajo por brindarme las enseñanzas
que me encaminan al éxito.
Gracias a todos por los valores y principios
que me enseñaron.

TABLA DE CONTENIDO

INFORME DE SIMILITUD.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
INDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN EJECUTIVO	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Descripción de la empresa.....	11
1.2. Misión.....	11
1.3. Visión	11
1.4. Ubicación	11
1.5. Organigrama.....	13
1.6. Servicios	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 BASES TEORICAS	15
2.2.1 Mantenimiento Preventivo	15
2.2.2 Mantenimiento Correctivo	15
2.2.3 Mantenimiento Autónomo	15
2.2.4 Mantenimiento Predictivo	16
2.2.5 Disponibilidad de mantenimiento	16
2.2.6 MTTR.....	16
2.2.7 MTBF.....	17
2.2.8 TPM	17
2.2.9 KPI'S de mantenimiento.....	17
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	22
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Gráfico 1: Indicador de disponibilidad anual	22
Gráfico2: Indicador de disponibilidad Ecoturn 510	22
Gráfico3: Indicador de disponibilidad Romi C510	23
Gráfico4: Indicador de disponibilidad Puma2600YB II.....	24
Gráfico5: Indicador de disponibilidad CTX 510.....	24
Gráfico6: Indicador de disponibilidad Puma2600Y II	25
Gráfico7: Indicador de disponibilidad Torno Convencional	26
Gráfico8: Indicador de disponibilidad Ecomill 1035V	26
Gráfico9: Indicador de disponibilidad DEM 4000 8K	27
Gráfico10: Indicador de disponibilidad DNM5700 12K II	28
Gráfico11: Indicador de disponibilidad NEWAY	28
Gráfico12: Indicador de disponibilidad DNM5700 12K I	28
Gráfico13: Indicador del cumplimiento del plan mensual	29
Gráfico14: Indicador de distribución por tipo de trabajo	29
Gráfico16: Indicador porcentual entre máquina y operario.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Ubicación de la empresa CODRISE (área de operaciones y oficinas)	12
Ilustración 2: Ubicación de la empresa CODRISE (área de almacén)	12
Ilustración 3: Ubicación de la empresa CODRISE en MÉXICO (área de operaciones)	12
Ilustración 4: Organigrama del área de operaciones (CODRISE SAC)	13
Ilustración 5: Hoja de cálculo utilizado anteriormente para los KPI de mantenimiento	20
Ilustración 6: Menú principal del POWER BI generado para el área de mantenimiento	21
Ilustración 7: Menú secundario del POWER BI generado para el área de mantenimiento	21
Ilustración 8: Colisión de gran magnitud torreta - husillo	23

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Ecuación del cálculo de la disponibilidad	16
Ecuación 2: Ecuación para el cálculo del MTTR	16
Ecuación 3: Ecuación para el cálculo del MTBF	17

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Limpieza de máquina interna y cambio de refrigerante.....	34
Anexo 2: Inspección de colisión de un cabezal máquina de metrología (ZEISS CONTURA G2)	35
Anexo 3: Instalación de husillo y servomotor de un Centro CNC NEWAY	36
Anexo 4: Instalación de un servomotor de un Centro CNC DOOSAN DNM5700 12K I	37
Anexo 5: Mantenimiento preventivo de un motor trifásico de un Centro CNC ECOMILL 1035V.....	38
Anexo 6: Alineamiento de torreta de un Torno CNC Romi C510 (Mantenimiento correctivo por colisión) ..	39
Anexo 7: Mantenimiento preventivo del tablero eléctrico de un Torno CNC PUMA2600Y II.....	40

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional se centra en implementar los sistemas KPI'S de mantenimiento, utilizando reportes automatizados con la inteligencia de negocios en la empresa CODRISE SAC, con la finalidad de mejorar el desempeño de las actividades de mantenimiento en los equipos de la empresa y mejorar la eficiencia operativa, el cual se verá reflejados en los reportes.

La empresa implementó el área de mantenimiento con la finalidad de reducir tiempos por contrato de terceros para la reparación de sus equipos, ya que al realizar un servicio traía retrasos de coordinación y retrasos para la reparación. Pero al implementar y llevar al cabo dicha área, no se llevaba el registro de las horas por reparación, tiempo de trabajo del equipo y eso conllevaba a que la empresa no pueda tener un dato preciso de disponibilidad del equipo y la confiabilidad para planificar trabajos para cada máquina es por ello por lo que se presenta y se implementa el proyecto de KPI'S de mantenimiento, el cual se verán reflejados en los reportes automatizados de inteligencia de negocios.

Las herramientas el cual apoyarán con el presente proyecto son el aplicativo POWER BI, por motivo que se requiere el análisis de datos a nivel de inteligencia de negocios, además, por ser un software el cuál realiza a detalle gráficos y reportes. Es importante para llevar un seguimiento constante para el análisis de este y para así poder encontrar a detalle algún inconveniente.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la empresa

La empresa CODRISE SAC (Comercial Drilling Services Sociedad Anónimo Cerrada) es una empresa Nacional e internacional fundada el 03/08/2007, especializados en la fabricación y representación de insumos para la exploración y producción minera. ofrece soluciones para la perforación de alto performance, que incluyen accesorios de perforación, repuestos para maquinaria, productos diamantados, aditivos de perforación, tuberías y servicio técnico especializado. Estas soluciones están diseñadas para aumentar la productividad operativa, reducir los costos e incrementar el rendimiento en los perforistas.

1.2. Misión

Codrise fabrica y mecaniza repuestos de máquinas de perforación diamantina, así como también accesorios de perforación, buscando el beneficio y satisfacción del cliente.

1.3. Visión

Ser una empresa líder a nivel internacional, con estrategias flexibles, contando con maquinaria de última tecnología y personal altamente competente en mejora constante.

1.4. Ubicación

La empresa CODRISE cuenta con dos locales en la sede de Perú, el cual uno es donde se encuentra su área de operaciones y su área de oficinas comerciales (Av. Alameda sur 216 Urb. Villa Marina chorrillos Lima-Perú) y el otro local donde se encuentra su área de almacén (Av. Alameda sur 258 Urb. Villa Marina chorrillos Lima-Perú) y la otra sede se ubica en México.



Ilustración 1: Ubicación de la empresa CODRISE (área de operaciones y oficinas)

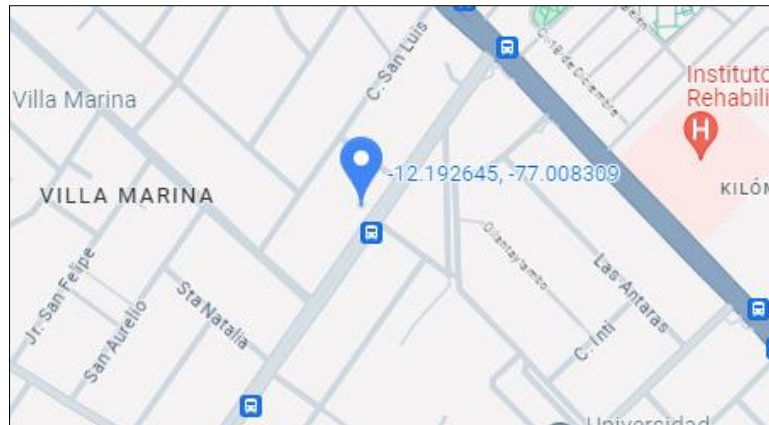


Ilustración 2: Ubicación de la empresa CODRISE (área de almacén)

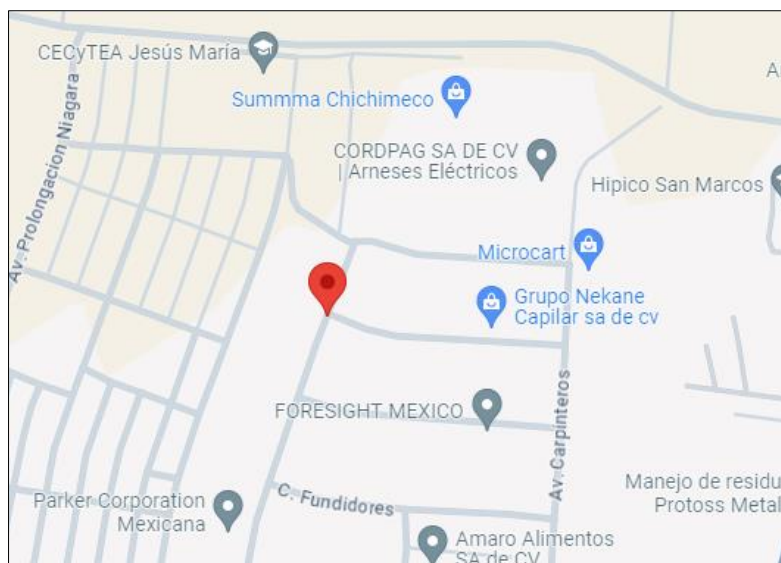


Ilustración 3: Ubicación de la empresa CODRISE en MÉXICO (área de operaciones)

1.5. Organigrama

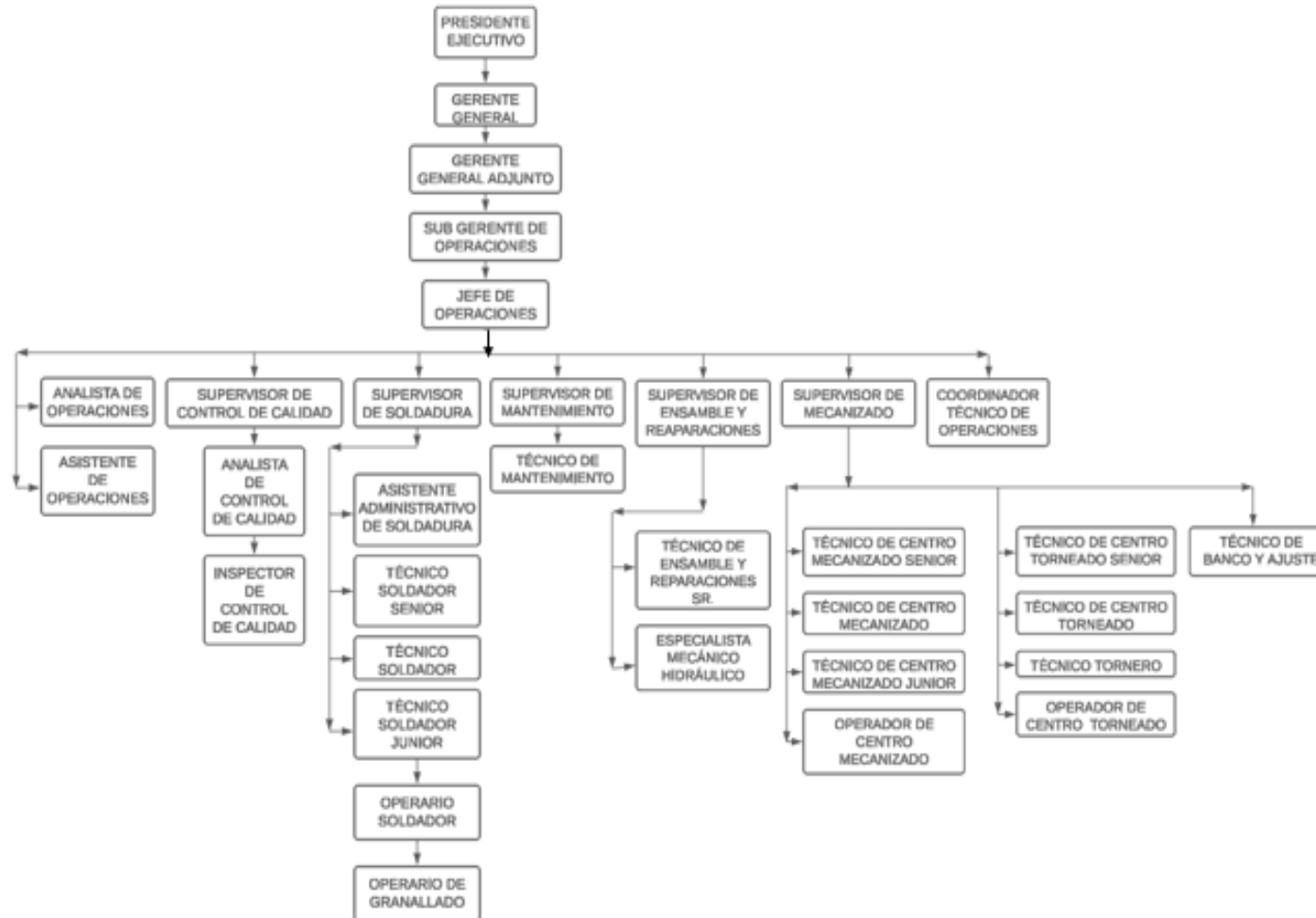


Ilustración 4: Organigrama del área de operaciones (CODRISE SAC)

1.6. Servicios

Mecanizado horizontal y vertical

La empresa ejecuta múltiples operaciones de mecanizado a medida según las necesidades del cliente. Para la fabricación de estas piezas se emplean máquinas sofisticadas con sistema CNC.

Metrología

Los procesos de metrología toman en cuenta los métodos en todas las fabricaciones, hacen el uso de máquina especial (**Zeiss Contura**) para garantizar la uniformidad y exactitud en todos sus productos.

Diseño CAD

Optimiza el desarrollo de sus productos en sus líneas de producción. El cuál permite analizar en detalle las partes a fabricar y ensamblar digitalmente para verificar su posición final.

Programación CAM

Su programación CAM facilita el proceso de manufactura, el cual identifica las instrucciones y herramientas necesarias para la fabricación de los distintos accesorios y repuestos.

Soldadura

Se emplea equipos de alta tecnología, el cuál facilita el manejo y permite una rápida disponibilidad. (**Robot Kuka**) El cuál garantiza una buena precisión y óptimo acabado en todos sus productos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 BASES TEORICAS

2.2.1 Mantenimiento Preventivo

Según Francisco Rey Sacristán en su libro “Mantenimiento total de la producción” (2002) define el mantenimiento preventivo como Conjunto de actividades el cual son planificadas para realizar a un activo, con la finalidad de aumentar el tiempo de producción y así evitar que este pare por motivo de una falla. De igual manera, esto ayudará en el sistema económico, así como lo define un artículo de la “Universidad Pedagógico y Tecnológico de Colombia” (2006) define que son un conjunto de actividades que permiten en forma económica, la operación segura y eficiente de un equipo, con tendencia a evitar las fallas imprevistas.

2.2.2 Mantenimiento Correctivo

Actividad que se desarrolla por una parada no programada de un activo, el cual trae consigo perdida de producción. Según el artículo de la “Universidad Pedagógica y Tecnológico de Colombia” (2006) lo define como conjunto de actividades conducentes a la corrección de fallas y anormalidades en los equipos a medida que se vayan presentando y con la maquinaria fuera de servicio.

2.2.3 Mantenimiento Autónomo

Es parte del mantenimiento preventivo con la diferencia que es un enfoque que más se dirige a dar la responsabilidad de realizar algunas actividades al operario, por motivo de que ellos son las personas claves que más conocen las máquinas. Según Carlos Alberto Montilla en su libro “Mantenimiento Industrial y su Administración” (2009) lo define como estrategia basada de mantenimiento que se caracteriza por la participación por parte de los operarios, en el proceso de prevención con el objetivo de evitar averías y deterioro de sus máquinas y equipos.

2.2.4 Mantenimiento Predictivo

Conjunto de actividades que se realizan mediante el uso de equipos de análisis, con la finalidad de detectar anomalías en el funcionamiento del activo, y así poder programarse para dar solución antes de que se sobrevenga el fallo.

2.2.5 Disponibilidad de mantenimiento

Es un término que describe la capacidad de un activo para estar operativo en el momento que se requiera, además a ello, se puede medir mediante el cálculo de saber el tiempo medio entre fallas y el tiempo de reparación. Este cálculo es muy importante ya que garantiza la continuidad de operación de un equipo y además a ello ayuda a crear estrategias de mantenimiento preventivo y de operaciones, para así tener un alto índice de productividad.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Ecuación 1: Ecuación del cálculo de la disponibilidad

2.2.6 MTTR

Es un indicador el cual se utiliza para medir el tiempo promedio que se usa para reparar un activo por motivo de una falla o parada no programada. Mientras más corto sea el tiempo promedio se puede decir que es un proceso eficiente.

Se calcula de la siguiente manera:

$$MTTR = \frac{\textit{tiempo total de mantenimiento}}{\textit{número de reparaciones}}$$

Ecuación 2: Ecuación para el cálculo del MTTR

2.2.7 MTBF

Es un indicador importante en el área de mantenimiento, ya que, se puede obtener el resultado de fiabilidad de los activos. Quiere decir, entre mayor sea el MTBF (tiempo promedio entre fallas), el equipo se vuelve más confiable para el uso de operatividad.

Se calcula de la siguiente manera:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Ecuación 3: Ecuación para el cálculo del MTBF

2.2.8 TPM

Según lo mencionado por Francisco Rey en su libro *Mantenimiento total de la producción* (2002) El TPM se define como “estado de referencia” aquel en que el equipo de producción puede proporcionar su mayor rendimiento en función de su concepción. Así mismo, Carola Gómez Santos en su libro *Mantenimiento productivo total-una visión global* (2010) define como una estrategia por una serie de actividades ordenadas que una vez implementadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Una estrategia de gestión el cual está enfocado a la mejora de producción y a la optimización de trabajos para el personal involucrado en el mantenimiento del activo. Consta de 8 pilares principales el cual hacen que sea más efectivo y productivo los mantenimientos y el control de activos.

2.2.9 KPI'S de mantenimiento

Son indicadores claves que se utilizan para analizar y evaluar la eficacia y eficiencia de las actividades de mantenimiento de una empresa.

Estos indicadores pueden ayudar a optimizar los mantenimientos, reducir costos, mejora la eficiencia y mejora la confiabilidad de los activos.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Mi ingreso a la empresa fue un viernes 01 de abril del 2022, para ello se habían comunicado conmigo un 15 de marzo del 2022, con motivo de que me citaban para una entrevista personal, el cual accedí.

Me interesó el puesto y las actividades que desarrollaría, además a ello me di cuenta de que me podría formar profesionalmente por motivo de que el área de mantenimiento se estaba estableciendo y ello significaba que se iba a realizar informes, formatos, indicadores, reuniones, programaciones, planificación y más.

Ingresé a la empresa con el puesto de Ingeniero de Mantenimiento, el cuál mi tarea principal era dar soporte a los técnicos de mantenimiento y realizar los informes de los trabajos concluidos, después de 8 meses se me informó que pasaría al puesto de supervisor de mantenimiento y así continuar con el proyecto de implementación de los KPI'S en el área.

En el proceso de desarrollo del proyecto las personas involucradas fueron desde jefatura hasta los operarios, cada uno desempeño un papel importante durante todo el proceso.

La función desempeñada por mi persona es la implementación de los sistemas KPI de mantenimiento, utilizando los reportes automatizados de inteligencia de negocios, para ello se realizará la toma de datos y registro de toda actividad en el área de mantenimiento para así dar resultados de las mediciones de disponibilidad de la máquinas, medición de la confiabilidad de las máquinas y el cumplimiento del plan mensual del mantenimiento preventivo y así obtener los indicadores claves de su desempeño, el cual se va a generar diferentes estrategias para el análisis de datos y para toma de decisiones inteligentes.

La estrategia para el análisis de estos indicadores es realizar la toma de datos del tiempo total de trabajo, la toma de datos sobre el tiempo de inactividad del equipo por motivo de correctivo o preventivo, esto hará que se pueda analizar el indicador de disponibilidad y así poder estudiar y encontrar que tan disponible ha estado los equipos para los trabajos programados del mes

analizado, además a ello se puede verificar que tanto se puede trabajar en el equipo para así realizar estrategias para reducir el tiempo de inactividad por correctivo.

Además, se realizará estrategias para analizar el total de fallas por mes, el total de tiempo inactivo por correctivo y el tiempo entre fallas para así, poder analizar el indicador de confiabilidad, el cual ayudará a otras áreas para ver que tan confiable es el equipo para planificar trabajos de producción semanalmente.

Por último, la estrategia para el análisis de estos indicadores de desempeño será la verificación del cumplimiento del plan mensual, el registro de fallas y los tiempos de reparación para realizar el indicador y estudiar del porque tiempos muertos en máquina y detectar la causa raíz de estas paradas y retrasos en producción.

Se tiene una planificación de actividades para el desarrollo de todo este proyecto, el cual resultará importante para gestionar por partes la toma de datos y registro de toda actividad en los equipos, y así poder realizar los indicadores mediante el sistema de inteligencia de negocios.

Tabla 1: Planificación de actividades del proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO		FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN
Implementación del sistema KPI de mantenimiento, utilizando reportes automatizados con la inteligencia de negocios para la mejora de la eficiencia operativa		15/12/2022	31/01/2024
POS.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	FECHA DE DESARROLLO	
1	realización del plan de trabajo para la implementación del sistema KPI	20/12/2022	
2	Exposición a jefatura sobre la implementación del proyecto	27/12/2022	
3	Registro y toma de datos para los indicadores del área de mantenimiento	31/01/2023 - 31/12/2023	
4	Plan mensual de mantenimientos preventivos de los equipos	Cada fin de mes del 2023	
5	Inicio de la planificación para el traslape de datos de Excel al sistema de inteligencia de negocios	8/01/2024	
6	Inicio de la creación de reportes mediante POWER BI	15/01/2024	

7	Inicio y puesta en marcha el sistema de inteligencia de negocios en el área de mantenimiento	31/01/2024
---	--	------------

Nota: En esta tabla se observa la planificación de las actividades, la cual se efectuará este proyecto.

Las herramientas que actualmente se utiliza son hojas de cálculo, formatos de informes para la toma de datos y el registro de todo el proceso de trabajo en las máquinas, dificultando la eficiencia en los resultados que contemplan la organización, control, cálculos para la mejora operativa.

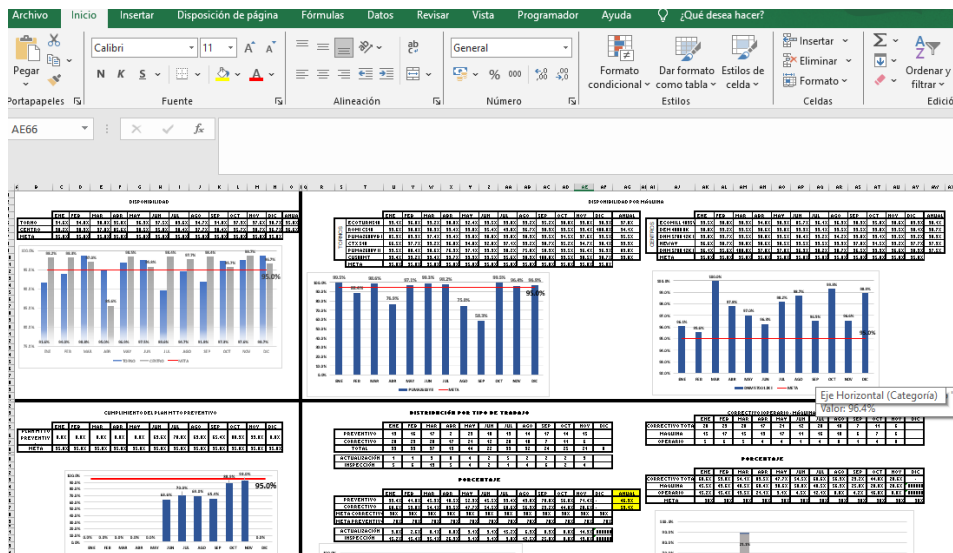


Ilustración 5: Hoja de cálculo utilizado anteriormente para los KPI de mantenimiento

Por ello, con la utilización de la Inteligencia de Negocios realizaremos la automatización de la explotación de los datos mediante el POWER BI, mejorando la eficiencia para obtener los resultados en la mejora operativa de la empresa y así poder generar reportes e informes trascendentales. Este sistema ayudará a toda el área de operaciones, ya que se podrá visualizar con facilidad el estado de cada máquina del área, además a ello la plataforma se hace muy didáctico y profesional.

A continuación, se muestra el POWER BI el cual se ha generado, eso ayudará a llevar un mejor control y se mostrará de manera precisa y profesional reportes del área de mantenimiento.

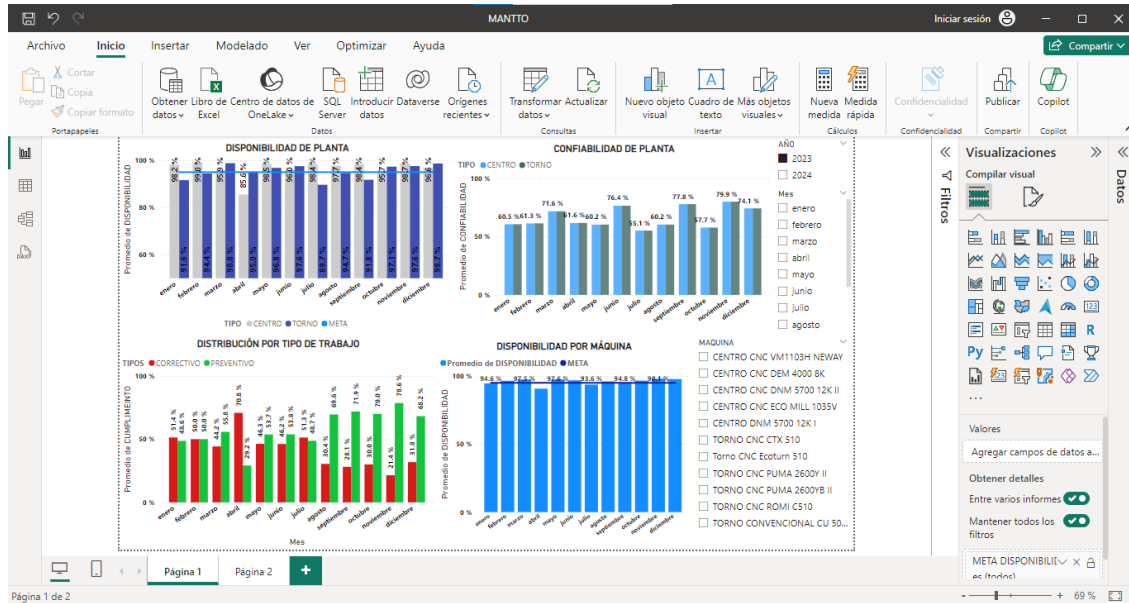


Ilustración 6: Menú principal del POWER BI generado para el área de mantenimiento

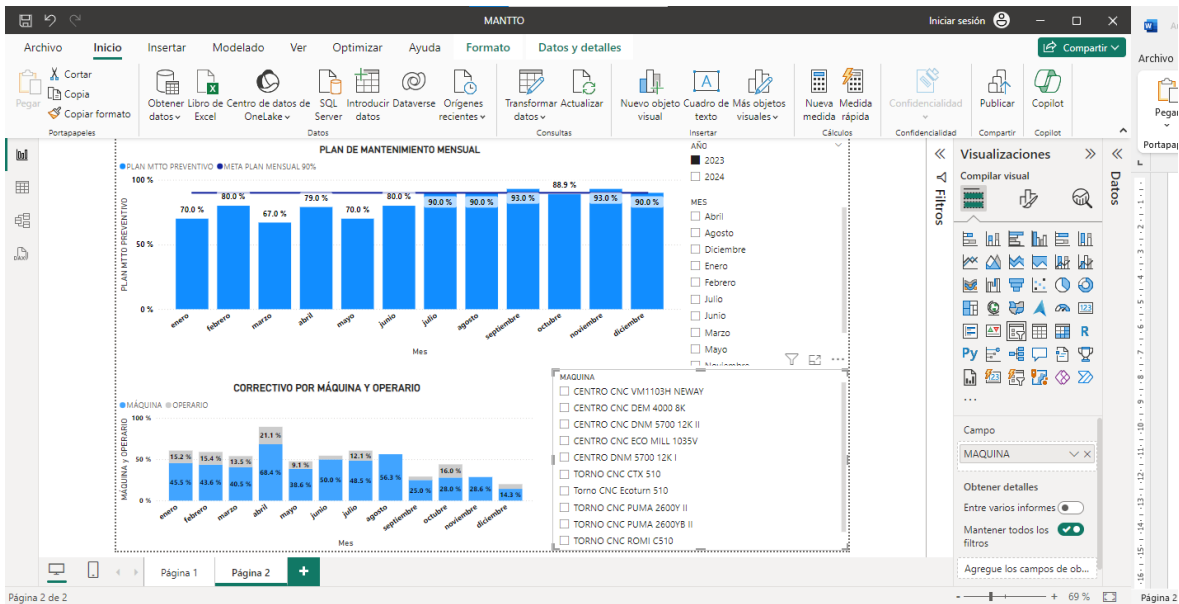


Ilustración 7: Menú secundario del POWER BI generado para el área de mantenimiento

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

1.1 Indicador de disponibilidad de planta

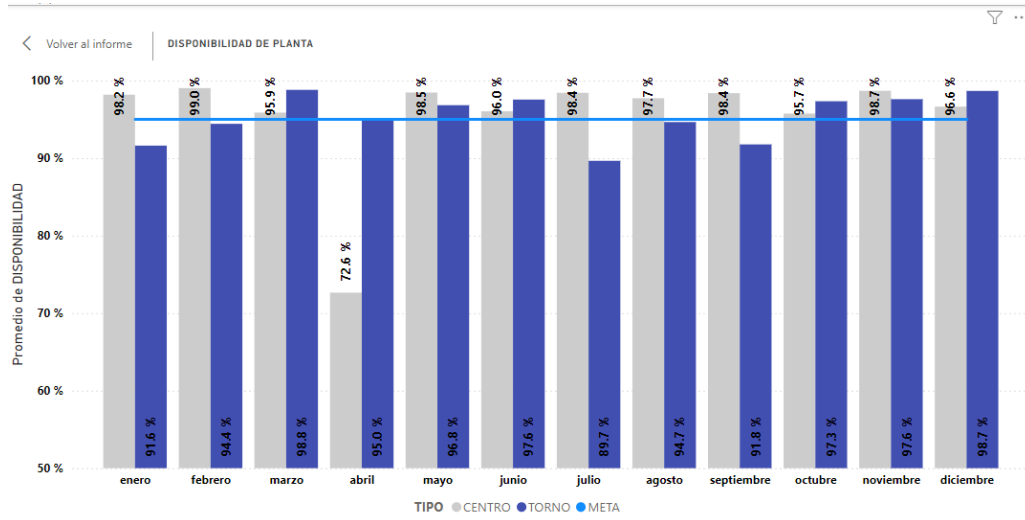


Gráfico 1: Indicador de disponibilidad anual

En la gráfica 1 se observa que se ha estado cumpliendo por mes la meta indicada, pero verificando anualmente nos podemos dar cuenta que el promedio más bajo en **torno** es en el mes de **Julio** con un **95.0%** y en **centro** el mes más bajo es **abril** con un **96.6%**. El cual se analizará en los siguientes indicadores.

2. Indicadores de Torno

2.1 Indicador de Ecoturn 510

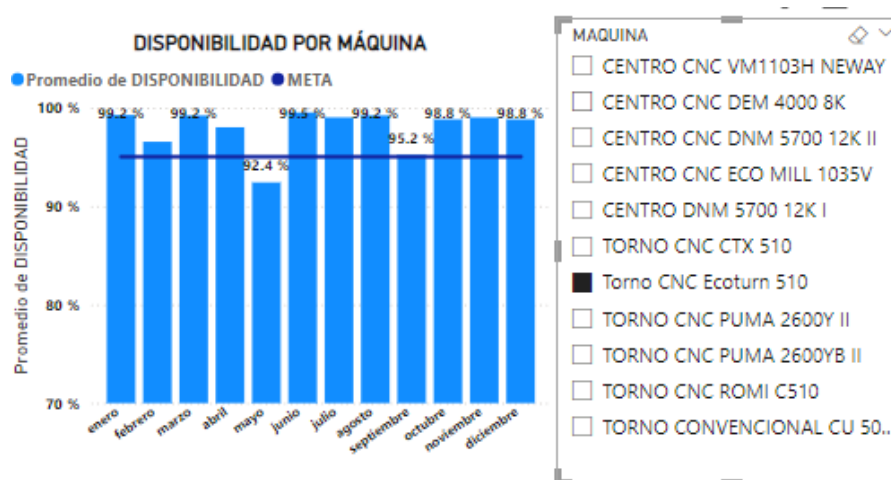


Gráfico 2: Indicador de disponibilidad Ecoturn 510

En la gráfica 2 se observa que se ha estado manteniendo en muchas ocasiones dentro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **97.9%**.

Se observa que en el mes de **mayo** se obtiene un promedio de **92.4%**, esto es debido a que la máquina paro por 2 días y medio por motivo de falla en el estabilizador, haciendo que el ventilador del husillo sufra desperfecto requiera cambio.

2.2 Indicador de Romi C510

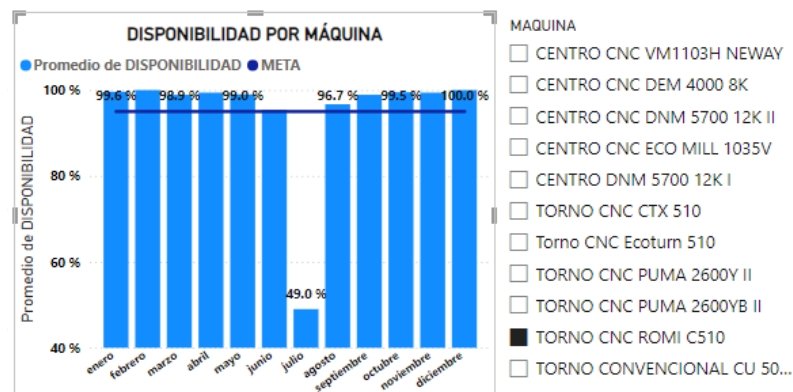


Gráfico3: Indicador de disponibilidad Romi C510

En la gráfica 3 se observa que se ha estado manteniendo en muchas ocasiones dentro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **94.6%**, fuera de lo indicado.

Se observa que el mes de **julio** fue crítico para la máquina ya que se obtiene un promedio de **49.0%**, esto es debido a que la máquina paro por aproximadamente 2 semanas por motivo de colisión (Imagen1) por el operario (Alonso Chiara), y también por el retraso de trabajos del tercero de la empresa CNC ESPECIALISTAS, el cual realizó el cambio de Turcite.



Ilustración 8: Colisión de gran magnitud torreta - husillo

2.3 Indicador de Puma2600YB II

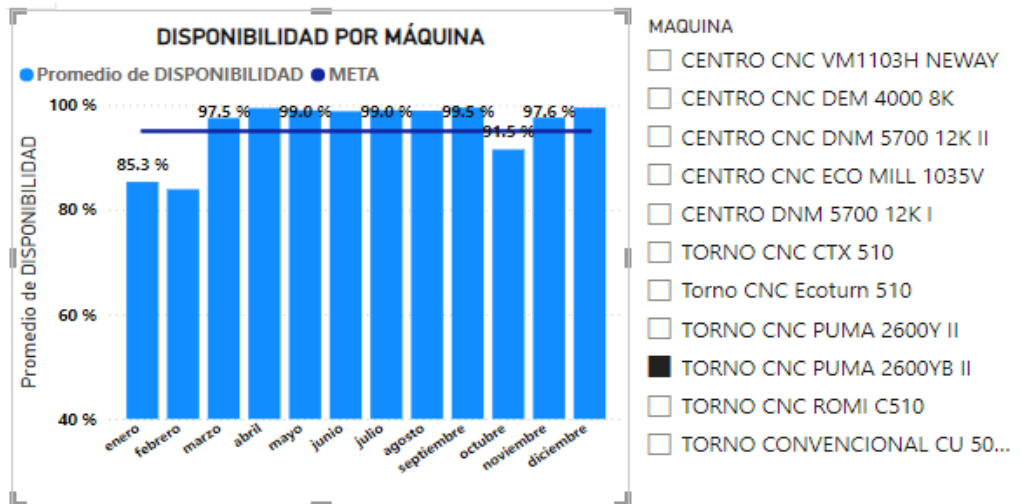


Gráfico4: Indicador de disponibilidad Puma2600YB II

En la gráfica 4 se observa que se ha estado manteniendo en muchas ocasiones dentro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **95.8%**.

Se observa que hay muchos meses los cuales está bajo de la meta indicada, estos son debido a que la máquina se encontró en mantenimiento correctivo por el tercero METALMAKINA, por motivo de fallas constantes de alarma.

2.4 Indicador de CTX 510

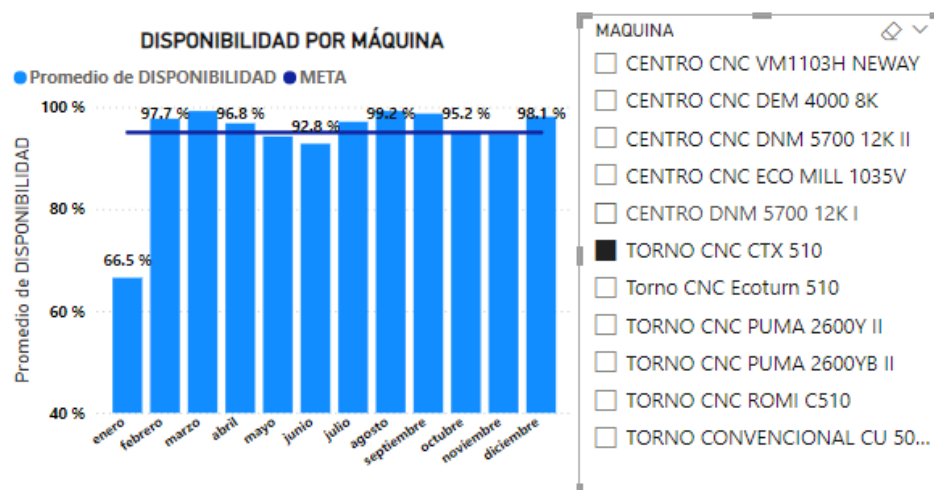


Gráfico5: Indicador de disponibilidad CTX 510

En la gráfica 5 se observa que se ha estado manteniendo en muchas ocasiones dentro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **94.2%**, fuera de lo indicado.

Se observa que el mes de **enero** fue crítico para la máquina ya que se obtiene un promedio de **66.5%**, esto es debido a que la máquina paro por tema falla del servomotor del sistema herramienta motorizada. Y el **junio** fallo por tema de ventilador del sistema husillo.

2.5 Indicador de Puma2600Y II

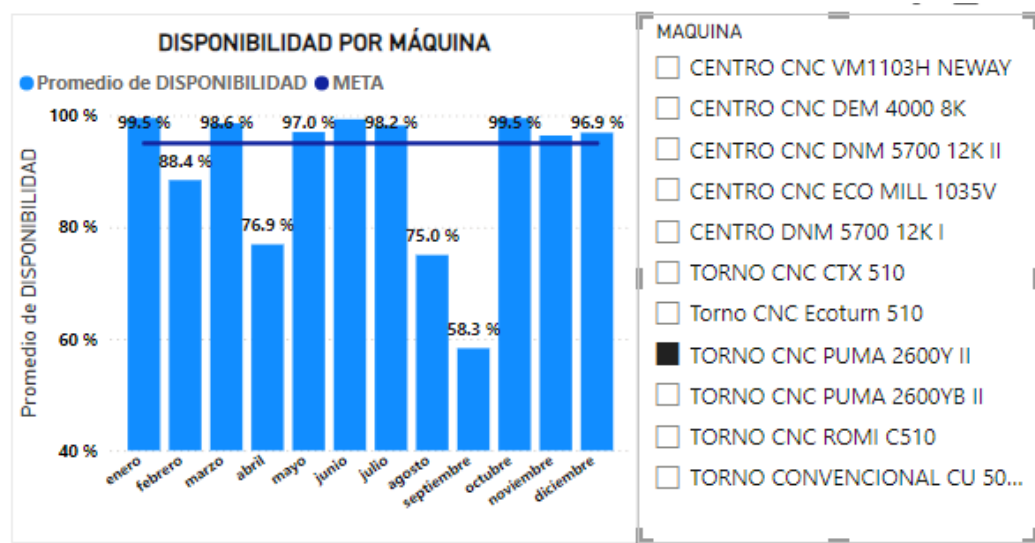


Gráfico6: Indicador de disponibilidad Puma2600Y II

En la gráfica 6 se observa que la máquina ha tenido muchos meses críticos durante el año por ende el promedio anual es de **90.3%**, muy por debajo de lo indicado. Se observa que el mes de **febrero** tiene un promedio de **88.4%**, el motivo fue porque la máquina paro por 3 días por tema de colisiones constantes que tenían en esa máquina, se realizó cambio de pines.

Luego en el mes de **abril** se obtuvo un promedio de **76.9%**, el cual el motivo fue que ocurre una colisión el cual paró por 1 día para la inspección y alineamiento de máquina, ese mismo mes otra colisión (Daniel Carrizales) el cual hizo que pare la máquina por tres días por tema de cambio de pines.

Se observa también que en **agosto** y **septiembre** la máquina se encuentra en **75.0%** y **58.3%** respectivamente, motivo de que entre esos meses fallo la motobomba del

sistema refrigerante de la máquina, a consecuencia de que no se cumplió por parte de otras áreas el tema del mantenimiento preventivo.

2.6 Indicador de Torno Convencional

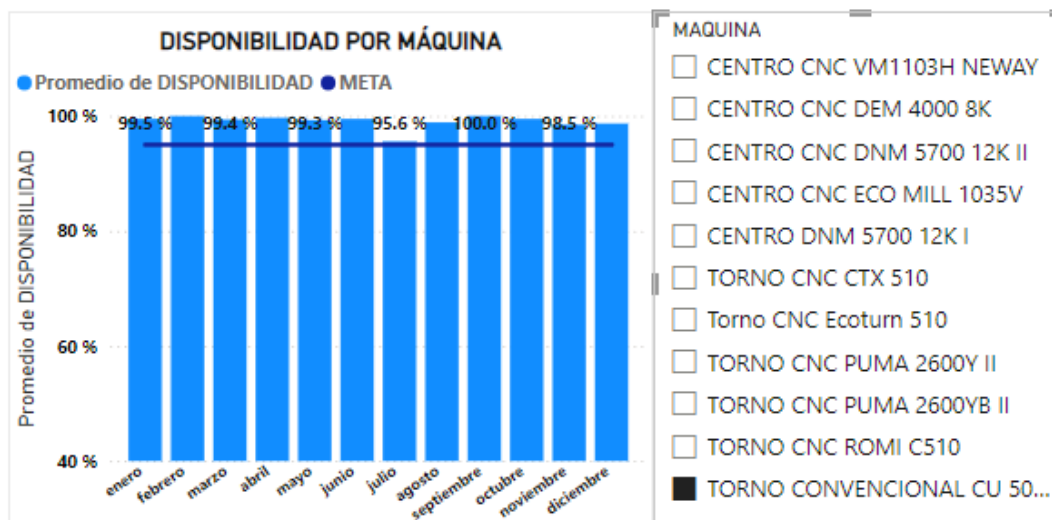


Gráfico7: Indicador de disponibilidad Torno Convencional

En la gráfica 7 se observa que se ha estado manteniendo dentro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **99.0%**.

3. Indicadores de Centro

3.1 Indicador de Ecomill 1035v

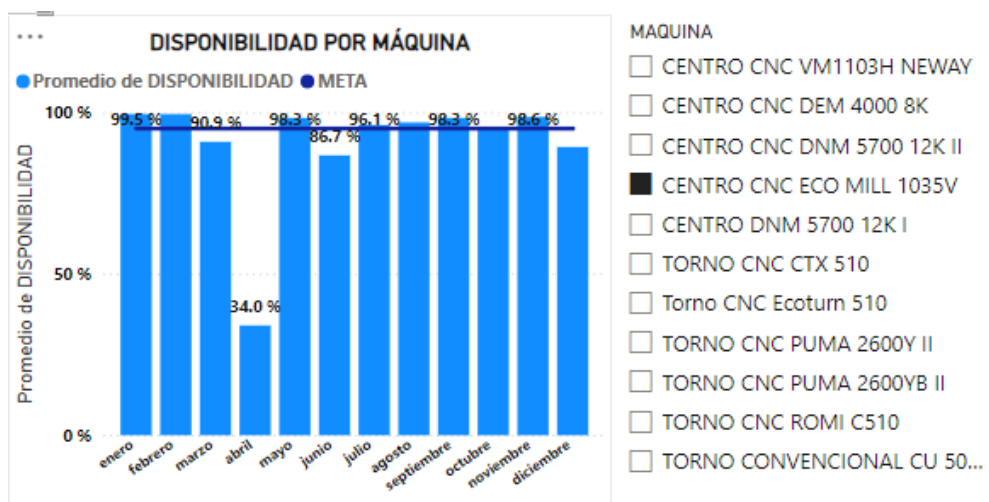


Gráfico8: Indicador de disponibilidad Ecomill 1035V

En la gráfica 8 se observa que se ha tenido un mes críticos, obteniendo un promedio anual de **90.2%**.

Se observa que en el mes de **abril** se obtiene un promedio de **34.0%**, esto es debido a que la máquina paro por tema de falla en el sensor de husillo. Se demoró en la reparación 10 días aproximadamente, por tema de falta de personal y luego a ello se paró la máquina por tema de operario ya que se tuvo q reparar la cubierta plegable del eje “X” que se encontraba en mal estado.

En el mes de **junio** el promedio es del **86.7%** ya que se paró la máquina nuevamente por falla de la cubierta plegable del eje “X”, indicar que no se daba la aprobación para la compra del repuesto por tema de costo.

3.2 Indicador de DEM4000 8K

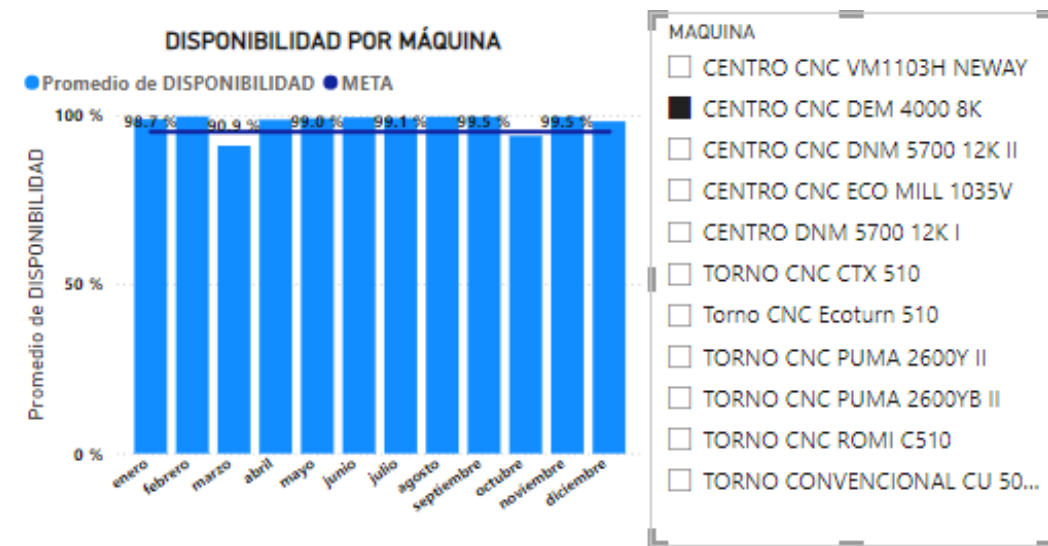


Gráfico9: Indicador de disponibilidad DEM 4000 8K

En la gráfica 9 se observa que se ha estado manteniendo entro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **97.9%**.

Se observa que en el mes de **octubre** se obtiene un promedio de **93.8%**, el cual está por debajo de lo indicado por motivo de máquina parada por 2 días, debido a una colisión (Laurita Almonacid) y daño de pieza del sistema husillo.

3.3 Indicador de DNM 5700 12K II

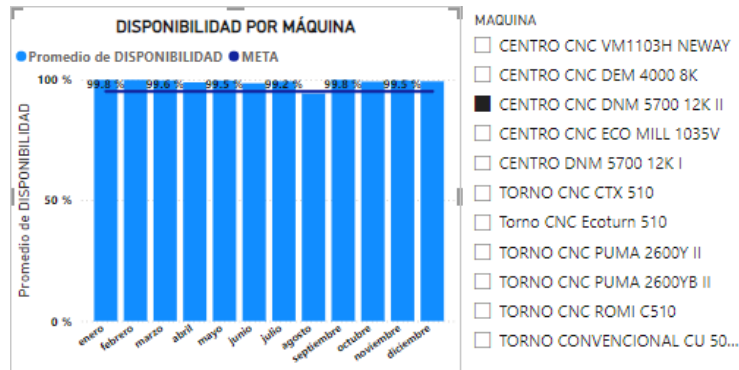


Gráfico10: Indicador de disponibilidad DNM5700 12K II

En la gráfica 10 se observa que se ha estado manteniendo dentro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **98.9%**.

3.4 Indicador de Neway

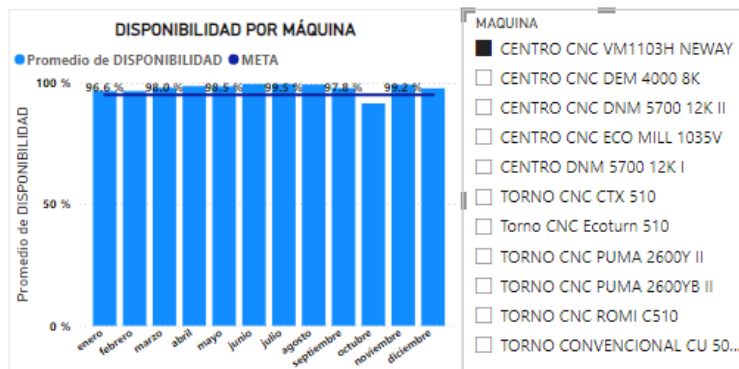


Gráfico11: Indicador de disponibilidad NEWAY

En la gráfica 11 se observa que se ha estado manteniendo dentro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **97.9%**.

3.5 Indicador de DNM 5700 12K I

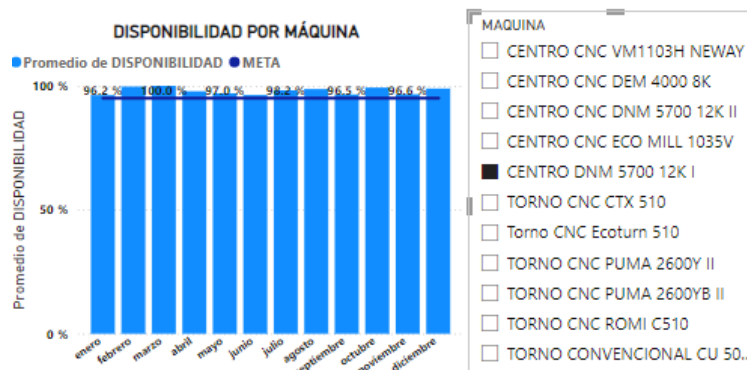


Gráfico12: Indicador de disponibilidad DNM5700 12K I

En la gráfica 12 se observa que se ha estado manteniendo dentro de la meta indicada, obteniendo un promedio anual de **97.9%**.

4. Indicador de cumplimiento del plan mensual

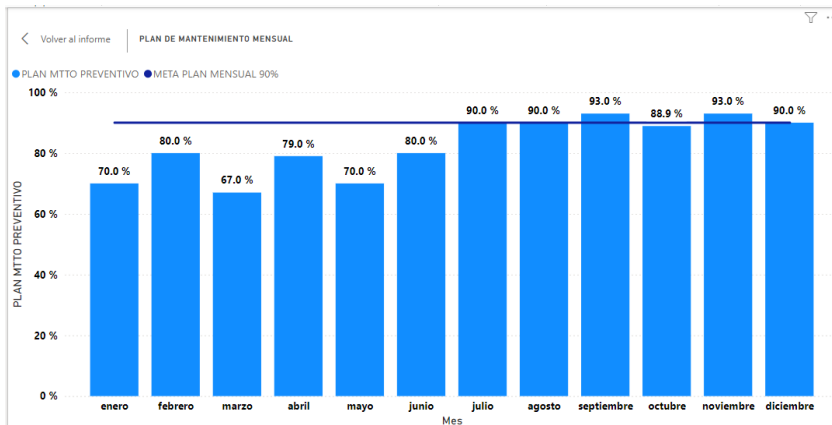


Gráfico13: Indicador del cumplimiento del plan mensual

En la gráfica 13 se observa que no se ha estado cumpliendo la meta indicada, el motivo de ello es por tema de postergación de trabajos por otras áreas involucradas.

Se observa que desde **enero a junio** se tiene un porcentaje por debajo del **74.3%**, esto es debido a que no se planificaba de manera correcta con el área de planeamiento.

A partir del mes de **julio** el porcentaje de cumplimiento subió ya que se empezó a planificar de mejor manera el mantenimiento preventivo con otras áreas involucradas.

5. Indicador de distribución por tipo de trabajo

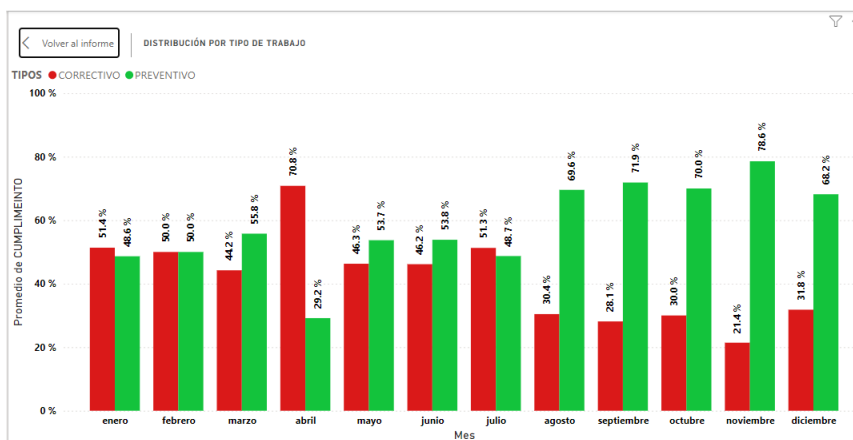


Gráfico14: Indicador de distribución por tipo de trabajo

En la gráfica 14 se observa el comportamiento de la relación entre mantenimiento **correctivo** y **preventivo**, se puede apreciar que desde **enero** a **agosto** el preventivo fue menos que el correctivo, esto es debido a la falta de cumplimiento del plan mensual de mantenimiento.

Entre los meses de **junio** a **agosto** se puede observar que los trabajos correctivos disminuyeron promedio en un **20%**, y que se estuvo controlando y manejando una mejor comunicación con otras áreas para el cumplimiento del plan mensual.

Tabla 2: Indicador del cumplimiento del plan mensual de mantenimiento

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PREVENTIVO	13	16	17	2	23	10	13	14	17	14	15	16
CORRECTIVO	20	23	20	17	21	12	20	18	7	11	6	4
TOTAL	33	39	37	19	44	22	33	32	24	25	21	20

Nota: En esta tabla se observa el comportamiento de la cantidad de trabajos de cada mes entre **correctivo** y **preventivo**, se puede apreciar que en los últimos cuatro meses la cantidad de trabajos correctivos disminuyeron y los preventivos aumentaron.

6. Indicador por motivo de correctivo

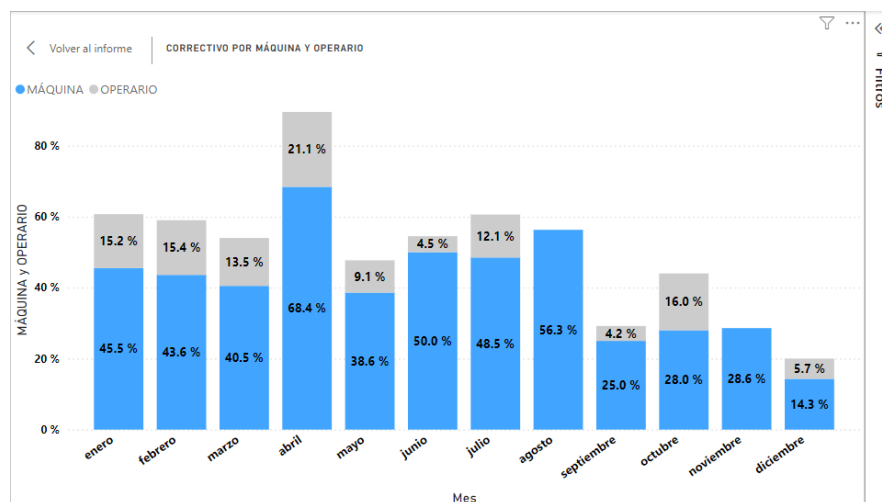


Gráfico 15: Indicador porcentual entre máquina y operario

En la gráfica 16 se observa porcentualmente la relación entre **correctivos** por **máquina** y **operario**, se puede apreciar que un **10%** a **15%** es por tema de operario aproximadamente.

Se puede apreciar que en el mes de **abril** fue motivo por la parada de máquina en la CTX510 por motivo de instalación y pruebas de servomotor, además a ello por fallas constantes en la ECOMILL 1035V por tema de la cubierta plegable y por tema de colisión en la PUMA2600Y II.

En el mes de **agosto** se puede apreciar que el motivo de un alto nivel de correctivos fue debido nuevamente la ECOMILL1035 por tema de la cubierta plegable, también debido para la reparación de la máquina ROMI por tema de la colisión a gran escala, y fallas constantes en otras máquinas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las conclusiones que se llega mediante este proyecto son muy importantes, ya que se muestra mediante graficas e indicadores, la mejora de operatividad de los equipos, se llega a realizar un mejor plan de mantenimiento y una mejor organización entre áreas de la empresa. Además, a ello, se puede identificar cual de todos los equipos son los que se requiere mayor atención por motivo de que se visualiza mayores correctivos en dicho equipo. Se puede apreciar también si los correctivos dados en la empresa fueron por tema de máquina o por tema de operario. Se puede apreciar la importancia del mantenimiento preventivo, ya que permite a que un equipo no presente fallas y así pueda trabajar de manera constante, el cuál hará aumentar la producción. Es importante también el apoyo de otras áreas, para así hacer cumplir el plan maestro de mantenimiento que se genera en una empresa.

Además, el hacer uso de un sistema de inteligencia de negocios es muy importante porque facilita en la gestión e interpretación de resultados obtenidos mediante la aplicación de mantenimientos preventivos y plan mensual para los equipos.

Recomendaciones

Se recomienda realizar un correcto uso de la toma de datos e ingresarlos e la base de datos para así poder ser analizados y obtener resultados confiables, además se recomienda dar seguimiento al cumplimiento del plan de mantenimiento que se genera, para así poder tener las máquinas en un buen estado de operatividad y en conclusión a ello, poder tener una eficiencia en la producción de la empresa. Se recomienda el apoyo constante para el uso del sistema de inteligencia de negocios, ya que eso hará que se pueda gestionar de manera correcta y eficiente, además se podrá llevar un mejor seguimiento y cumplimiento del plan de mantenimiento.

REFERENCIAS

Rey Sacristán, F. (2002). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM) Proceso de implantación y desarrollo.*

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (2006). *El mantenimiento general administración de empresas.*

Montilla M. C. (2009). *Mantenimiento Industrial y su Administración.*

Nieto Vilardell, E. (2022). *Mantenimiento industrial práctico 2da edición.*

González Fernández, F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.*

Peñaloza, G. (2022). *Mantenimiento industrial aplicado.*

ANEXOS

Anexo 1: Limpieza de máquina interna y cambio de refrigerante



Anexo 2: Inspección de colisión de un cabezal máquina de metrología (ZEISS CONTURA G2)



Anexo 3: Instalación de husillo y servomotor de un Centro CNC NEWAY



Anexo 4: Instalación de un servomotor de un Centro CNC DOOSAN DNM5700 12K I



Anexo 5: Mantenimiento preventivo de un motor trifásico de un Centro CNC ECOMILL 1035V



Anexo 6: Alineamiento de torreta de un Torno CNC Romi C510 (Mantenimiento correctivo por colisión)



Anexo 7: Mantenimiento preventivo del tablero eléctrico de un Torno CNC PUMA2600Y II

