



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño de un cuadro de mandos con la herramienta Power  
BI para optimizar la toma de decisiones en el área de  
mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero**

Tesis para optar el Título de  
Ingeniero Mecánico - Eléctrico

**Cristhians Moisés Vargas Machuca Mondragón**

Asesor(es):  
Dr. Ing. Edilberto Horacio Vásquez Díaz

Piura, agosto de 2023



### Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Cristhians Moisés Vargas Machuca Mondragón, egresado del Programa Académico de Ingeniería Mecánico-Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI N° 72513713.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo final titulado:  
"Diseño de un cuadro de mandos con la herramienta Power BI para optimizar la toma de decisiones en el área de mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero"  
El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis<sup>1</sup> para optar el Título profesional<sup>2</sup> de Ingeniero Mecánico-Eléctrico.
2. Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.
  - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
  - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
  - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
  - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
3. La asesoría del trabajo estuvo a cargo de:
  - Dr. Ing. Edilberto Horacio Vásquez Díaz, identificado con DNI N° 02805801
  - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
  - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
4. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros o de ser el caso derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
5. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
6. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
7. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad de Piura.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: 05/08/2023.



Firma del autor optante<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Indicar si es tesis, trabajo de investigación, trabajo académico o trabajo de suficiencia profesional.

<sup>2</sup> Grado de Bachiller, Título profesional, Grado de Maestro o Grado de Doctor.

<sup>3</sup> Idéntica al DNI; no se admite digital, salvo certificado.



## **Dedicatoria**

A Dios y la Virgen por guiarme y protegerme en mi camino.

A mi madre Yaneth, por su amor incondicional y enorme sacrificio para darme mi profesión, también por educarme con principios, valores y amor al prójimo.

A mi hermana Nicol, por creer en mí y darme su amor sincero.

A Lina, por compartir conmigo mis sueños y metas y ayudarme a conseguirlos.

A mi familia, sobre todo mi abuela Soledad y mi tía Zoveida por su apoyo y soporte durante mis años universitarios.

Al profesor Jorge Yaksetig, por sus primeras correcciones y ayudarme desde el principio de mi trabajo de investigación.



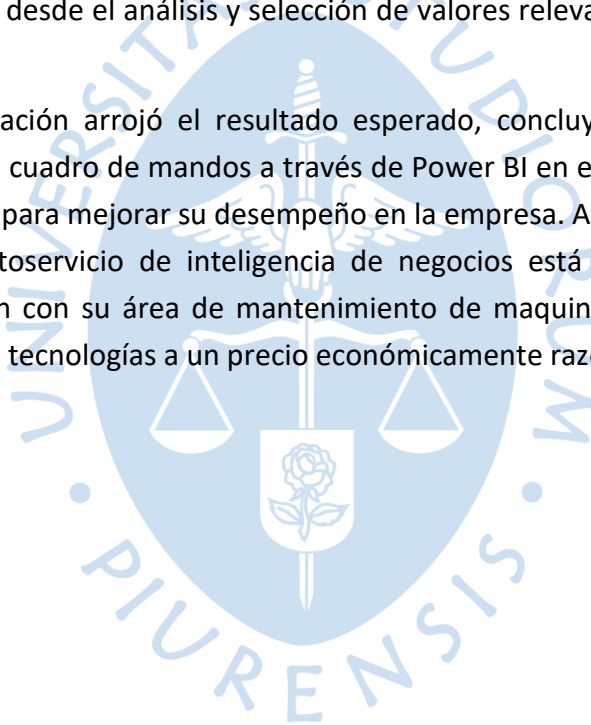


## Resumen

En esta nueva revolución industrial, la rentabilidad y sostenibilidad de las empresas en el tiempo pasa por su adaptación a las nuevas tecnologías como la automatización, la interconectividad y la ciencia de datos. Algunas empresas ya están implementando estas nuevas tecnologías y se adaptan a los cambios que con el tiempo van apareciendo con el objetivo de permanecer en competencia. Sin embargo, aun en el Perú se tienen empresas que no cuentan con los recursos para disponer de un área que adapte estas nuevas tecnologías al producto, servicio o su mismo proceso de producción.

En este trabajo de investigación, se busca implementar un cuadro de mandos mediante la herramienta de inteligencia empresarial Power BI que permita visualizar, comparar y analizar la información de las órdenes de trabajo para la toma de decisiones en el mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero. A través de 4 fases, se detalla el proceso de diseño del cuadro de mandos desde el análisis y selección de valores relevantes de la base de datos hasta su publicación.

El trabajo de investigación arrojó el resultado esperado, concluyendo que es factible la implementación de un cuadro de mandos a través de Power BI en el área de mantenimiento de maquinaria pesada para mejorar su desempeño en la empresa. A través de este diseño, se demuestra que el autoservicio de inteligencia de negocios está al alcance de todas las empresas que cuentan con su área de mantenimiento de maquinaria pesada y es posible adaptarse a las nuevas tecnologías a un precio económicamente razonable





## Tabla de contenido

Introducción .....	15
Capítulo 1 Fundamentación y Marco teórico .....	17
1.1 Planeamiento del problema .....	17
1.2 Objetivos de la investigación.....	17
1.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	17
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	17
1.3 Justificación de la investigación .....	18
1.4 Antecedentes de la investigación.....	18
1.5 Definiciones principales.....	19
1.5.1 <i>Cuadro de mandos</i> .....	19
1.5.2 <i>Inteligencia de negocios</i> .....	20
1.5.3 <i>Power BI</i> .....	20
1.5.4 <i>Toma de decisiones</i> .....	21
1.5.5 <i>Mantenimiento</i> .....	21
1.5.6 <i>Maquinaria Pesada</i> .....	21
1.6 Gestión administrativa del mantenimiento .....	22
1.6.1 <i>Gestión de la información (Datos vs Información)</i> .....	22
1.6.2 <i>Sistema Informático de Mantenimiento</i> .....	22
1.6.3 <i>Órdenes de trabajo</i> .....	23
1.7 Indicadores de mantenimiento .....	24
1.7.1 <i>Definición y características de un indicador de rendimientos</i> .....	24
1.7.2 <i>Indicadores claves del desempeño (KPI)</i> .....	26
1.7.3 <i>Indicadores claves en mantenimiento</i> .....	26
1.7.4 <i>Balance Scorecard (BSC)</i> .....	28
1.7.5 <i>Indicadores de Clase Mundial</i> .....	28
1.7.6 <i>Benchmarking</i> .....	31
Capítulo 2 Metodología.....	33
2.1 Análisis y selección de valores relevantes en la base de datos.....	33
2.2 Diseño de plantilla de pretratamiento de la base de datos .....	35

2.3	Diseño de cuadro de mandos en Power BI y filtrado en Power Query.....	37
2.4	Publicación: Toma de decisiones.....	43
	Conclusiones.....	45
	Recomendaciones .....	47
	Referencias.....	49



**Lista de tablas**

Tabla 1 Matriz KPI's mantenimiento ..... 27





## Lista de figuras

Figura 1 Formulario de orden de trabajo .....	24
Figura 2 Representación del proceso administrativo .....	25
Figura 3 Procesos estratégicos de la organización .....	28
Figura 4 Tipos de origen de datos .....	34
Figura 5 Tabla SPMR001 .....	36
Figura 6 Plantilla Data .....	36
Figura 7 Fuentes de extracción de datos .....	37
Figura 8 Número de consultas en Power Query .....	38
Figura 9 Consulta de Plantilla-Data .....	38
Figura 10 Consulta de Máster de equipos .....	38
Figura 11 Consulta DM histórico .....	39
Figura 12 Consulta data DM .....	39
Figura 13 Modelo tipo estrella .....	40
Figura 14 Plantilla específica .....	41
Figura 15 DM histórico .....	41
Figura 16 Informe control terceros 01 .....	42
Figura 17 Informe control terceros 02 .....	42
Figura 18 Informe control terceros 03 .....	43
Figura 19 Opción para publicar en Power BI desktop .....	43
Figura 20 Área de trabajo en Power BI service .....	44



## Introducción

Hoy en día se habla de la cuarta revolución industrial o la industria 4.0, que no es nada menos que la revolución de los datos y el big data, la aplicación del almacenamiento masivo y la inteligencia artificial. Las grandes empresas en el mundo ya iniciaron este salto tecnológico de manera que aquellas empresas pioneras de la revolución marcarán un antes y un después en la producción y generación de servicios, estas nuevas tecnologías adicionan un valor agregado al crecimiento de nuestra sociedad, a la forma como construimos y diseñamos lo que nos rodea; sin embargo, también se manifiesta como un gran reto para aquellas empresas que no tienen esa capacidad de inversión en nuevas tecnologías. Aquellas empresas que no logren adaptarse con el tiempo perderán posición en el mercado y probablemente para muchas sea el fin de sus actividades empresariales.

Con respecto a la revolución de los datos y el big data, la demanda de profesionales de la ciencia de datos ha aumentado de tal forma que ya existen institutos que te acreditan como un profesional de la ciencia de los datos, estos nos brindan una noción de lo avanzado que está la revolución de los datos y el big data. La necesidad de convertir los datos en información ha abierto paso a una variedad de soluciones en el mercado para empresas grandes y pequeñas de manera que hay un grado de accesibilidad a estas herramientas.

Power BI es una de las tantas herramientas de autoservicio de inteligencia empresarial en el mercado que permite al usuario acceder a este novedoso tratamiento de los datos y de esta manera permanecer en competencia. Su interfaz intuitiva y fácil de entender la convierte en una de las soluciones más usadas en el mundo.

El presente trabajo busca diseñar un cuadro de mandos con la herramienta de autoservicio Power BI que permita visualizar, comparar y analizar la información de las órdenes de trabajo para la toma de decisiones y mejora de eficiencia en el mantenimiento de maquinaria pesada del sector minero.

La presente tesis está estructurada en los siguientes capítulos: el primer capítulo trata el planteamiento del problema, justificación, objetivos y el marco teórico, el segundo capítulo contiene la metodología aplicada en el uso de Power BI para realizar un cuadro de mandos y finaliza con las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y apéndices



## Capítulo 1

### Fundamentación y Marco teórico

#### 1.1 Planeamiento del problema

En la cuarta revolución industrial o también conocida la industria 4.0, el mundo busca una nueva forma de producir adoptando nuevas tecnologías basadas en la automatización, la interconectividad y el tratamiento de los datos. Estas nuevas tecnologías mejoran la eficiencia de una empresa y la diferencian del resto de empresas que aun posterga su gran evolución.

Si nos enfocamos en el tratamiento de la información en las empresas del Perú, podemos identificar que muchas de ellas basan el almacenamiento de sus datos en libros de Excel, sistemas ERP y en otros casos software diseñados específicamente para los recursos de la empresa. Sin embargo, un recurso tan importante como los datos del negocio no se están transformando en información útil para tomar decisiones que marquen la hoja de ruta de las empresas.

Las áreas de mantenimiento, por lo general, registran toda la información relevante a los mantenimientos preventivos y correctivos de sus máquinas como un histórico que permita analizar tendencias, comportamientos e indicadores de la gestión de mantenimiento. Sin embargo, el análisis de la información en indicadores de gestión es lento y poco interactivo de manera que la toma de decisiones por las jefaturas aumenta en incertidumbre y visualmente resulta poco analizar.

Muchas empresas implementan distintas soluciones que consisten en una reestructuración de sus programas, la intervención intensiva del área de TI y además la incorporación de un profesional en análisis de datos lo que involucra una inversión que para muchas empresas en crecimiento escapa de su presupuesto o no tienen el debido sustento de relación inversión-ganancia para convencer a los gerentes de su implementación.

#### 1.2 Objetivos de la investigación

##### 1.2.1 *Objetivo general*

Diseñar un cuadro de mandos (dashboards) con la herramienta de Inteligencia de Negocios Power BI que permita visualizar, comparar y analizar la información de las órdenes de trabajo para la toma de decisiones y mejora de eficiencia en el mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero.

##### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

Ordenar y filtrar las ordenes de trabajo para obtener los indicadores de mantenimiento (KPIs).

Diseñar el control de mandos en Power BI para el análisis y presentación de los indicadores de mantenimiento de maquinaria pesada.

Decidir eficientemente las acciones a tomar en la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minería.

### **1.3 Justificación de la investigación**

En la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero existen problemas por resolver y uno de estos es la gestión de la información. Los datos se adquieren a través de las órdenes de trabajo que contienen principalmente motivo y duración de parada, los mismos que se pueden transformar en indicadores de rendimiento para una medición de los resultados

Las empresas recopilan datos de los equipos para mantener un historial de fallas de cada uno, sin embargo, la mayoría de estas carecen de herramientas que permiten un análisis de la información y esto les genera una lentitud de respuesta a los problemas que se presentan en el negocio.

En base a lo antes mencionado, el presente estudio se desarrollará con la finalidad de brindar una propuesta de mejora, en el área de mantenimiento, buscando implementar una herramienta analítica que permita visualizar, comparar y analizar la base de datos de manera que facilite la toma de decisiones y mejora de la eficiencia.

### **1.4 Antecedentes de la investigación**

A continuación, se presentan los estudios previos asociados a la presente investigación, relacionadas a la variable en estudio.

Portilla (2021) en su investigación "Diseño, creación e implementación de un dashboard para el seguimiento de peticiones de servicios en el área de mantenimiento, planeación y control de FORD España" plantea la implementación de un cuadro de mandos que permita disminuir el tiempo de generación de informes y optimizar el proceso de seguimiento de las peticiones de servicio (PS) en la empresa Ford, basado en los postulados de Mamani, Y. (2018), Pérez Paiva, 2014, y Zheng, J. G. (2017) entre otros. Portilla (2021) en su estudio no se enfoca en los KPI's del área de mantenimiento sino en el seguimiento de las peticiones de servicio (PS), un problema recurrente en áreas de mantenimiento. En relación con su metodología, consiste en el reconocimiento de los problemas, la elección de un software que permita el análisis y visualización de datos, además del diseño e implementación del dashboard con el programa Tableau; el cual, fue finalmente escogido. En cuanto a los resultados, Portilla (2021) mejora los procesos del área de mantenimiento y reduce las horas de hombre de los analistas de mantenimiento, a su vez, logró la unificación en la comunicación entre los analistas, gerentes y clientes involucrados en el proceso de generación, análisis y gestión de las peticiones. Finalmente, el autor concluyó que, gracias a la preparación y limpieza de los datos, la información brindada en el dashboard es fiable y precisa y ayuda a identificar posibles cuellos de botella en la cantidad de Peticiones de servicio.

Porras (2021) en su estudio “Tablero en Power BI de seguimiento y monitoreo de los indicadores en niveles estratégicos y tácticos” tiene como finalidad construir cuadros de mandos con Power BI en la empresa Intercolombia del Grupo ISA que permitan el seguimiento y monitoreo al cumplimiento de los indicadores de los procesos de manera integral en los niveles estratégicos y tácticos para facilitar la toma de decisiones, en base a los postulados de Bouille, D., Carpio, C. and Di Sbroiavacca, N., 2021 entre otros. El autor concluyó que el diseño de un tablero de indicadores permitió a la alta gerencia un mejor seguimiento de todas sus áreas en la empresa, además de permitirle homogenizar y facilitar el entendimiento de los resultados obtenidos en cada área, así consecuentemente la toma de decisiones es más rápida.

Fuertes (2019) en su trabajo “Automatización de reportes de indicadores de gestión para la Dirección de Gestión Calidad y creación de indicadores para la gerencia de mantenimiento en Postobón S.A.”, plantea la implementación de un conjunto de dashboard, automatizando el proceso de reportes de indicadores de gestión para la dirección de Calidad, rotación de inventario e indicadores del área de mantenimiento, siguiendo los postulados de Pérez & Espino (2014), Leonard & Castro (2013) entre otros. En su estudio no implementa KPI's de mantenimiento, sin embargo, a través del índice de mantenimientos preventivos y correctivos permite a la jefatura analizar los tiempos que dedican a los diferentes tipos de mantenimiento. En los resultados de su investigación, los indicadores se visualizan en un cuadro de mandos con gráficos de línea y velocímetros con escala de semáforos en los cuales destacan el índice de calidad de planta, inocuidad para el área de calidad y el índice de mantenimiento correctivo y preventivo. Concluyó que, gracias al desarrollo de la implementación del dashboard de Inteligencia Empresarial, el tratamiento y visualización de la información permite aumentar la eficiencia y calidad del control del desempeño de cada planta, con el fin de identificar con mayor facilidad las dificultades para cumplir objetivos.

Por los antecedentes expuestos, podemos justificar la implementación de una herramienta de inteligencia de negocios en una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero, esta implementación dotará al área de una mayor confiabilidad en el tratamiento de los datos, mejor visualización y precisión de la información, por lo tanto, una mayor eficiencia en la toma de decisiones, todo ello reflejado en una mejora en su desempeño dentro de la organización.

## **1.5 Definiciones principales**

### **1.5.1 Cuadro de mandos**

Un cuadro de mandos es una herramienta tecnológica que nos permite representar visualmente métricas e indicadores de rendimiento de una actividad empresarial que maneja una base de datos. El cuadro de mandos brinda una visión completa y una forma más entendible de cada área de la actividad empresarial de manera que facilita a los gerentes y jefes de área a llegar a conclusiones y tomar decisiones. (Rocabert, 2023)

La estructura y presentación de un cuadro de mandos pueden variar según la necesidad, dependerá mucho de las métricas e indicadores que le resultan relevantes a la empresa para tomar decisiones.

Con lo anteriormente mencionado es importante entender que un cuadro de mandos es disímil a un cuadro de mandos integral, este último es un sistema de gestión empresarial basado que fue presentado por Robert Kaplan y David Norton en 1992. (Rocabert, 2023).

### **1.5.2 Inteligencia de negocios**

Para Negash (2004), la inteligencia empresarial es el conjunto de herramientas y metodologías que permiten recopilar, filtrar, transformar los datos de los sistemas de información no estructurada en información estructurada para su análisis.

Carlos Gameiro (2011) plantea una definición más amplia, plantea que la inteligencia de negocios agrupa un conjunto de sistemas que combinan la recopilación y el almacenamiento con herramientas de análisis logrando una presentación ordenada y lógica de la información a los tomadores de decisión, generando una rápida visión del estado presente, pasado y futuro.

Por otro lado, Peña (2006), expone que la inteligencia de negocios faculta a las empresas a tomar mejores decisiones y más rápidas a través de una variedad de tecnologías, aplicaciones y software.

Los 3 puntos de vista son correctos y permiten concluir que la inteligencia empresarial es el conjunto de sistemas y herramientas que permiten transformar datos en información y mostrarlo de una formada ordenada, lógica y de fácil alcance para que las personas responsables de tomar decisiones puedan obtener una ventaja competitiva mediante el conocimiento dejando obsoleta la intuición.

### **1.5.3 Power BI**

Power BI es una herramienta de visualización unificada, escalable y de autoservicio perteneciente a Microsoft, que permite convertir bases de datos sin conexión entre sí en información lógica a través de cuadros de mandos interactivos y agradables a la vista. (Microsoft, S.f)

Power BI se define como unificada porque reúne una variedad de aplicaciones en una sola herramienta que no solo nos permite crear sino además compartir en tiempo real los cuadros de mandos por medio de Power BI Service, un servicio en la nube que permite que el usuario final pueda visualizar, analizar la información con mayor velocidad y eficacia.

Power BI es una plataforma de inteligencia empresarial que combina una experiencia de usuario fácil de entender con análisis avanzado, estas características le permiten ser líder en el mercado. (Microsoft, s.f)

#### **1.5.4 Toma de decisiones**

La toma de decisiones es un proceso que requiere pensar detenidamente y analizar todas las alternativas disponibles. Para tomar una decisión objetiva, es posible ordenar la multiplicidad de incógnitas utilizando una variedad de herramientas y enfoques. (Azkue, 2023)

En su artículo Inés de Azkue (2023) sugiere 03 pasos simples para la toma de decisiones, primero identificar el problema, ello conlleva comprender la necesidad y el problema a solucionar, en segundo lugar, recopilar información importante, es fundamental tener los recursos necesarios para no improvisar en la toma de decisiones y finalmente obtener una conclusión o una decisión objetiva.

Paul E. Moody (1983) sostiene de forma más extensa y metódica que la toma de decisiones consiste en 6 pasos dentro de un proceso cerrado que inicia con tomar conciencia del problema, reconocer la diferencia del estado deseado y la condición real. Posteriormente el tomador de decisiones analiza posibles alternativas y sus consecuencias de manera que esto nos lleva al cuarto paso que es seleccionar la solución y posteriormente su implementación. Todo el circuito finaliza en una retroalimentación que nos permita evaluar la efectividad de la decisión tomada.

#### **1.5.5 Mantenimiento**

Pistarelli (2010) define a mantenimiento como:

Aquello que tiene como misión lograr los niveles establecidos de disponibilidad para las funciones de la instalación en su contexto operativo, ayudándose de talentos humanos, recursos, activos, controles y mecanismos de gestión y satisfaciendo los niveles de producción /servicios comprometidos por la organización durante un determinado tiempo cumpliendo con los estándares de seguridad vigentes y sin incidir en gastos que no contribuyan con el sostenimiento de las condiciones.

#### **1.5.6 Maquinaria Pesada**

La maquinaria pesada es un conjunto de equipos automotores que se utilizan para realizar una variedad de tareas, como la demolición, la excavación y el transporte de objetos pesados. Estas máquinas han mejorado la productividad de las tareas y han permitido realizar obras en un menor tiempo y con menos personal desde que llegaron al mercado. (Castro Lopez & Garcia Timoteo , 2020)

Los principales tipos de maquinaria pesada en el mercado son:

Bulldozer

Excavadora

Miniexcavadora

Retroexcavadora

Minicargador

Motoniveladoras

Camiones articulados

## **1.6 Gestión administrativa del mantenimiento**

La gestión de mantenimiento engloba la gestión de ingeniería del mantenimiento y la gestión administrativa del mantenimiento. La primera es el conjunto de soluciones y estrategias técnicas que permiten atender las fallas en los equipos. Por otro lado, la gestión administrativa del mantenimiento es la encargada de los procesos administrativos de recolección de datos, el flujo de la información para la toma de decisiones, la programación y el planeamiento y la organización adecuada para la atención de fallas. (Zegarra, 2016)

La gestión administrativa del mantenimiento busca resolver las preguntas frecuentes que surgen acerca del caudal de información que demanda y genera la gestión de activos y la correcta planificación y programación de las tareas de mantenimiento necesarias para cumplir con la función del mantenimiento.

### **1.6.1 Gestión de la información (Datos vs Información)**

La gestión de la información en el mantenimiento es el eficiente tratamiento de un banco de datos para su transformación en información, se debe tener presente que datos no es lo mismo que información y cuando se trata de ser eficiente y rápido en la toma de decisiones lo que buscamos es información transformada a partir de datos confiables.

Excederse en la recopilación de información no es beneficioso, la creencia de “cuantos más datos se registran mejor” es una afirmación falsa, los responsables de mantenimiento deben estudiar y fijar adecuadamente los datos que registrarán para tomar decisiones, está comprobado que es preferible acotar la información con el fin de ganar confiabilidad, rapidez y optimización en la gestión de la información. (Pistarelli, 2010).

### **1.6.2 Sistema Informático de Mantenimiento**

Los sistemas informáticos de mantenimiento son herramientas que permiten agilizar el manejo de los datos y las tareas de mantenimiento brindando así una solución a las necesidades del mantenimiento. Conocidos por algunos autores como CMMS (Computerized Maintenance Management System), sin embargo, Don Nyman y Joel Levitt en su libro *Maintenance Planning, Coordination and Sheduling*, los denominan Computerized Maintenance Management Information Systems (CMMIS) porque estos sistemas no son sistemas integrales para la Gestión de mantenimiento. Como en su definición inicial son sistemas informáticos que funcionan como herramientas para facilitar la misión y visión del mantenimiento.

Estos sistemas cuentan con potentes herramientas de búsqueda y generación de reportes que dotan al usuario final de una ventaja competitiva por medio de una eficiente toma de decisiones.

Estos CMMS no deben ser confundidos con un ERP, este último es un software utilizado por las organizaciones que permite gestionar actividades empresariales del día a día, un ERP en mantenimiento requiere una implementación que contemple el criterio del responsable de mantenimiento de la empresa ejecutado por un especialista de sistemas, un ERP almacena información, pero no contempla reportes que mejoren la toma de decisiones, para ello requiere de alguna herramienta adicional

### **1.6.3 Órdenes de trabajo**

Las ordenes de trabajo son el corazón de la gestión de información del mantenimiento, son aquellas que contienen los datos técnicos y contables del trabajo a realizar. Las Ordenes de trabajo (OT) deben contener las tareas a efectuar, y en el caso existiese, la lista de materiales a usar, la lista de herramientas.

Las OT dependiendo de su origen pueden ser correctivas, preventivas o predictiva, si se origina a partir de un aviso se considera correctiva, pero si en cambio se origina a partir de un plan de mantenimiento esta será preventiva o predictiva.

La figura 1 muestra un modelo característico de orden de trabajo usado en una unidad de negocio de minería. Con el tiempo estas van evolucionando de manera de simplificar el papeleo y buscando una rápida transición a la digitalización.

Con ayuda de los sistemas informáticos de mantenimiento los datos contables y técnicos ya se encuentran cargados en las OT preventivas y predictivas, de manera que solamente el usuario debe pasar las OT correctivas del modelo manual al informático para que funciones internas automáticamente correlacionen costos, datos de medición y datos técnicos de la intervención.

**Figura 1***Formulario de orden de trabajo*

		<b>UNIDAD DE NEGOCIO DE MINERIA</b>		<b>CODIGO</b>	
		<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		<b>VERSIÓN</b>	
				<b>FECHA</b>	
<b>Tarea a realizar:</b>					
<b>Fecha:</b>		<b>Sede:</b>		<b>Turno:</b>	
<b>Jefe de área</b>		<b>Área:</b>		<b>H. Inicio:</b>	
<b>Supervisor:</b>		<b>Py-Nivel / Zona:</b>		<b>H. Final:</b>	
<b>DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS A REALIZAR:</b>					
<b>Personal que ejecuta la tarea</b>					
<b>Nombres y Apellidos</b>					<b>Firma</b>
1.-					
2.-					
3.-					
4.-					
5.-					
<b>DETALLE GRAFICO (COMPLETAR SOLO PARA TRABAJOS DE ALTO RIESGOS)</b>					
<b>NOMBRE DEL JEFE DE ÁREA O SUPERVISOR</b>			<b>FIRMA DEL JEFE DE ÁREA O SUPERVISOR</b>		

**1.7 Indicadores de mantenimiento****1.7.1 Definición y características de un indicador de rendimientos**

Los indicadores de rendimiento es información presentada en forma numérica con el objetivo de medir una actividad o proceso. En el proceso administrativo, proceso representado por un ciclo cerrado en la figura 02, se distinguen 04 partes interrelacionadas:

Planeación, organización, dirección y control; en este último proceso toma participación los indicadores de rendimiento como una herramienta de medición que nos permitirá que los datos puedan transmitirse como información y ello facilite la toma de decisiones del área gerencial.

## Figura 2

*Representación del proceso administrativo*



*Nota.* Economipedia (2019)

Para que un indicador sea considerado en el proceso de control como herramienta de medición debe cumplir las siguientes características basándonos en el modelo SMART.

- Específico: el indicador debe tener un objetivo preciso, que tenga claridad en la transmisión de la información.
- Medible: El indicador puede ser cuantitativo o cualitativo, sin embargo, tiene que ser fácil de medir, no debe presentar resistencia a la medida.
- Alcanzable: El indicador debe tener un objetivo realista, registrar datos y transformarlos en información para su análisis implica la inversión de recursos, que de no encontrar evolución en el proceso debido a un objetivo no realista llevaría a un fracaso inmediato desde la recopilación de los datos hasta el análisis.
- Relevante: el indicador debe transmitir información relevante para la empresa, se considera un malgasto de los recursos si la información en tratamiento no es útil para la empresa.
- Tiempo: el indicador debe ser temporal para evaluar avance en el tiempo.

Los indicadores nos permiten: (EN 15341:2019 Maintenance-Maintenance Key Performance Indicators , 2019)

- Definir los objetivos.
- Medir los desempeños.
- Comparar los desempeños versus el valor histórico de los benchmarks.
- Identificar fortalezas y debilidades.
- Controlar progresos y cambios.
- Definir plan estrategias de mejora.
- Realizar mediciones periódicas de los cambios a lo largo del tiempo.
- Compartir resultados

### **1.7.2 Indicadores claves del desempeño (KPI)**

Los KPI's (Key Performance Indicator) son indicadores claves en el desempeño del negocio y nos permite evaluar en el tiempo si la estrategia de gestión está cumpliendo con su objetivo.

En el mundo de los negocios existe una gran variedad de indicadores, pero no todos pueden ser considerados "claves" para el éxito de la organización, esta característica es particular de cada área, puesto que no comparten los mismos objetivos por ende no se tendrá la misma relevancia en el indicador.

Es por ello por lo que cada gestión debe determinar que indicadores claves de desempeño dispondrá para el control de su gestión basándose en sus propios objetivos, de manera que no se puede afirmar que los KPI seleccionados para una organización tendrán los mismos resultados en otra organización, esto dependerá de cada gestión administrativa.

### **1.7.3 Indicadores claves en mantenimiento**

La administración del mantenimiento también tiene un proceso en el cual la fase de control requiere indicadores, es por ello que tenemos KPI's en el área y resulta de gran interés para la empresa el escoger adecuadamente los indicadores claves a medir para evaluar la estrategia aplicada.

Según la norma EN 15341:2019 (Indicadores Claves de rendimiento del mantenimiento) se tiene 112 indicadores para el mantenimiento, esta norma expone 6 subfunciones del mantenimiento:

- Salud, seguridad y ambiente.
- Gestión del mantenimiento.
- Competencias de las personas.
- Ingeniería del mantenimiento.
- Organización de apoyo.

- Administración y Suministros

La norma también hace referencia de una metodología la cual titula Mantenimiento en la gestión de activos y una herramienta como tecnología de la información y la comunicación.

En la tabla 01 se resumen los 112 indicadores con 6 subfunciones, una metodología y una herramienta que a su vez están divididas cada una en 04 principales áreas

Por ejemplo, para la gestión del mantenimiento se tiene 04 principales áreas en las que se divide:

- Efectividad
- Rendimiento
- Costes
- Seguridad y salud en el trabajo

**Tabla 1**

*Matriz KPI's mantenimiento*

SUB FUNCTIONS, TOOLS AND METHODOLOGIES	KPIs	MAIN AREAS			
Maintenance within physical asset management	PHA <sub>i</sub>	Sustainability i = 1 to 3	Capacity Effectiveness Integrity i = 4 to 11	Service Level i = 12 to 13	Economics i = 14 to 20
Sub-function 1 Health - Safety Environment	HSE <sub>i</sub>	Laws- Rules conformity i = 1 to 3	Statistical Records i = 4 to 12	Safe Practice i = 13 to 17	Prevention and Improvements i = 18 to 22
Sub-function 2 Maintenance Management	M <sub>i</sub>	Strategy i = 1 to 3	Function i = 4 to 10	Technical Assessment i = 11 to 16	Continuous Improvement i = 17 to 22
Sub-function 3 People Competence	P <sub>i</sub>	Maintenance Manager i = 1 to 3	Maintenance Supervisor/ Maintenance Engineer i = 4 to 9	Maintenance Technician Specialist i = 10 to 12	Education i = 13 to 21
Sub-function 4 Maintenance Engineering	E <sub>i</sub>	Capability Criticality i = 1 to 3	Durability i = 4 to 9	Preventive Maintenance i = 10 to 16	Engineering Improvements i = 17 to 19
Sub-function 5 Organization and Support	O&S <sub>i</sub>	Structure and Support i = 1 to 8	Planning and Control i = 9 to 22	Productivity Effectiveness i = 23 to 28	Quality i = 29 to 30
Sub-function 6 Administration and Supply	A&S <sub>i</sub>	Economics i = 1 to 6	Budget &Control i = 7 to 19	Outsourcing services i = 20 to 25	Materials and spare parts i = 26 to 29
Information Communication Technology, Enabling technologies	ICT <sub>i</sub>	Management i = 1 to 6	Administration and Supply i = 7 to 10	Organization and Support i = 11 to 13	Engineering i = 14 to 20 TEC 18.20

Nota. EN 15341:2019

Los 120 indicadores claves de rendimiento del mantenimiento que indica la norma son una referencia global que debemos conocer sin embargo la selección de los indicadores claves puede ser escogido por medio de un Balance Scorecard o cuadro de mandos integral.

#### 1.7.4 Balance Scorecard (BSC)

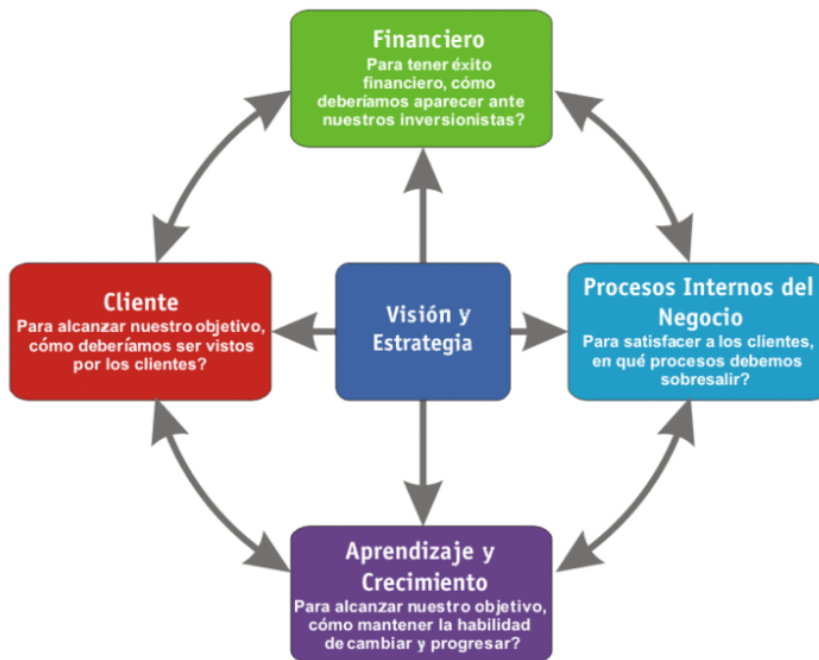
El balance Scorecard o cuadro de mandos integral consiste en analizar la gestión estratégica en 04 perspectivas como se puede ver en la figura 03:

- Cliente
- Negocio Interno
- Innovación
- Aprendizaje

Aquellas perspectivas están basadas en objetivos, indicadores de gestión y metas. La metodología del BSC permite descartar la variedad de indicadores que existen de manera que permite identificar aquellos que son claves para la organización.

**Figura 3**

*Procesos estratégicos de la organización*



*Nota.* Tomado de Gestiopolis

#### 1.7.5 Indicadores de Clase Mundial

Los indicadores de mantenimiento más usados en el mundo para la gestión de equipos, haciendo un énfasis en maquinaria pesada son los siguientes (Zegarra, 2016):

- MTBS (Mean Time Between Shutdowns) o TMEP (Tiempo medio entre paradas)

- MTTR ((Mean Time To Repair) o TMRP (Tiempo Medio Para Reparar)
- Disponibilidad Mecánica
- Utilización de máquina
- MTBF ((Mean Time Between Failures) o TMEF (tiempo medio entre fallas)
- MTBFS (Mean Time Between Failures Shutdowns) o TMEPF (Tiempo Medio Entre Paradas por Fallas)
- Confiabilidad
- Ratio de mantenimiento
- Precisión del servicio
- PRP (Porcentaje de reparaciones programadas)
- Tendencias

Por otro lado, Lourival Tavares (1999) en su libro “Administración Moderna de Mantenimiento”, considera solo 06 indicadores de clase mundial, de los cuales 04 de gestión de Equipos y 02 de gestión de costos y son los siguientes:

- Tiempo medio entre fallas (TMEF)
- Tiempo medio para reparación (TMRP)
- Tiempo medio para la falla (TMPF)
- Disponibilidad de equipos
- Costo de mantenimiento por facturación
- Costo de mantenimiento por el valor de la reposición

Ambos autores coinciden en 02 indicadores como el MTTR y la disponibilidad mecánica, estos indicadores se manejan de forma global y junto al MTBS son indicadores básicos al momento de aplicar Benchmarking entre organizaciones.

- MTBS (Mean Time Between Shutdowns)

O también llamado TMEP (Tiempo medio entre paradas), el MTBS consiste en la división de las horas de operación en un periodo de tiempo determinado entre el número de paradas por motivos mecánicos en el dicho periodo. Las paradas operativas no son consideradas en el divisor, solo paradas mecánicas, estas pueden ser correctivas, preventivas, predictivas y proactivas.

$$MTBS = \frac{\text{HORAS DE OPERACION}}{\text{Nº PARADAS}} \quad (1)$$

Este indicador reporta el tiempo promedio que el equipo trabaja antes de parar por algún motivo que requiera la intervención del área de mantenimiento. El MTBS informa si la gestión de mantenimiento esta por el camino correcto, puesto que una correcta planificación arroja un MTBS adecuado.

Un alto MTBS determina que el equipo tiene pocas paradas mecánicas y que permanece más tiempo en la operación que en el taller, además se concluye que la planificación está cumpliendo su función pues está reduciendo el número de paradas con una eficiente estrategia de mantenimiento.

Las buenas prácticas en diferentes mineras del Perú recomiendan que este indicador oscile entre las 60 y 80 horas por parada en promedio sin embargo este puede variar dependiendo del tipo de máquina y las condiciones extremas en las que el equipo trabaja. (Zegarra, 2016)

Tener en cuenta que este valor estaría por debajo de las 60 horas si el periodo de tiempo de estudio es corto.

- MTTR ((Mean Time To Repair)

O también conocido en español como TMPR (Tiempo Medio Para Reparar), es el tiempo promedio que tardan las reparaciones a la máquina por motivos mecánicos.

El MTTR para un periodo determinado se calcula como la división de las horas de reparación entre el número de paradas Correctivas en el mismo periodo determinado. (Tavares, 1999)

$$MTTR = \frac{\text{HORAS DE REPARACION}}{\text{N}^{\circ} \text{ PARADAS CORRECTIVAS}} \quad (2)$$

Este indicador informa sobre la adecuada planificación del área de mantenimiento de manera similar al MTBS sin embargo también incluye en el análisis otras áreas como logística, almacén y otras áreas que estén involucradas en la gestión de repuestos y recursos necesarios para la atención de las fallas.

Un alto valor de MTTR indica tiempos largos de reparación de los equipos en el taller debido a una deficiencia en la gestión del mantenimiento. Estas deficiencias principalmente pueden deberse a una mala gestión en el suministro de repuestos o deficiencia en la administración del recurso humano, ello dependerá del diagnóstico de mantenimiento.

Las buenas prácticas de mantenimiento sugieren un valor promedio de MTTR que se encuentre entre 3 a 6 horas. (Zegarra, 2016)

- Disponibilidad Mecánica

Para un periodo determinado, el DM se calcula como la división de la diferencia de las Horas calendario con las horas de reparación entre las horas calendario de dicho periodo (Tavares, 1999)

$$DM = \frac{\text{HORAS CALENDARIO} - \text{HORAS DE REPARACION}}{\text{HORAS CALENDARIO}} \quad (3)$$

Las horas de reparación son todas las horas de inoperatividad del equipo, sin tener en cuenta las paradas operativas, las horas de reparación incluyen todas las horas de inoperatividad del equipo siendo estas programadas o no programadas.

La Disponibilidad mecánica por sí sola no permite identificar los puntos en los que está fallando la gestión de mantenimiento, nos informa si estamos cumpliendo con nuestra función sin embargo por sí sola no nos permite reconocer deficiencias en la gestión, para ello se requiere analizar juntamente con el MTBS y el MTTR. (Zegarra, 2016)

El valor que se sugiere es el valor de 90% en la industria del mantenimiento de la maquinaria pesada. (Zegarra, 2016).

#### **1.7.6 Benchmarking**

El benchmarking es un proceso constante de medición y búsqueda de mejoras en el servicio tomando como referencia a las empresas que pueden identificarse como las mejores a nivel nacional y mundial. (Wireman, 2003)

El benchmarking no solo consiste en comparar los indicadores claves de mantenimiento, además permite estudiar como aquellas organizaciones referentes a nivel mundial han logrado su objetivo y de esta manera adaptar estas ideas y estrategias a las condiciones que se presentan en cada organización.

El benchmarking consta de cuatro líneas o bloques de trabajo (González Fernandez, 2010):

**Benchmarking de procesos y resultados.** Es el nivel común de benchmarking, que consiste en comparar las mediciones de resultados de la competencia e identificar los procesos de mejora.

**Benchmarking estratégico.** Este nivel es más complejo y se basa en conocer los factores de éxito y las estrategias aplicadas por la organización líderes en el rubro de análisis.

**Benchmarking sobre proceso de plantas y equipos.** Es el bloque en el cual se identifican los requerimientos impuestos por la competencia para incorporar las interacciones entre operaciones y equipos.

**Benchmarking sobre el personal.** el bloque se basa en conocer como la competencia o las organizaciones líderes del negocio consiguen mejorar su fuerza labor



## Capítulo 2

### Metodología

El desarrollo de un cuadro de mandos del área de mantenimiento de maquinaria pesada para el sector minero se puede dividir en 04 fases, sin embargo, todo proyecto comienza desde definir el alcance del diseño a partir de las necesidades y limitaciones de la empresa en la cual se ejecutará la implementación del cuadro de mandos. Por ello el alcance del proyecto es el siguiente:

- Implementar una herramienta empresarial accesible y asumible por la empresa, sin dejar de ser una solución completa con una interfaz amigable e intuitiva para los trabajadores.
- Diseñar un cuadro de mandos con 03 indicadores claves del mundo y más usados en el área de mantenimiento del sector minero. Debe visualizarse los valores límites marcados por la empresa.
- La herramienta debe permitir analizar un periodo de tiempo en específico como días, semanas y meses. El diseño debe permitir analizar tendencias mensuales de todos los equipos.
- Para el control de los equipos alquilados, se requiere cuadros que permitan comparar la DM entre las diferentes empresas que prestan servicio de alquiler de maquinaria pesada en el proyecto.

Una vez definido el alcance del proyecto, iniciamos con la primera fase, que consiste en seleccionar la herramienta de inteligencia empresarial de trabajo y las métricas para cumplir con el alcance del diseño.

En la segunda fase se analiza el origen de la base de datos, se analiza una forma de pretratar de los datos y su posterior extracción, tratamiento y carga en Power Query.

En una fase posterior se procede con el modelado y diseño del cuadro de mandos, en esta fase se selecciona la relación de los datos entre tablas y se diseña el cuadro de mandos en la vista de informe.

En la última fase se realiza la presentación del cuadro de mandos, ello implica la publicación en el Power Bi service, un espacio de trabajo que permite compartir informes para que usuarios autorizados puedan visualizar en tiempo real.

#### 2.1 Análisis y selección de valores relevantes en la base de datos

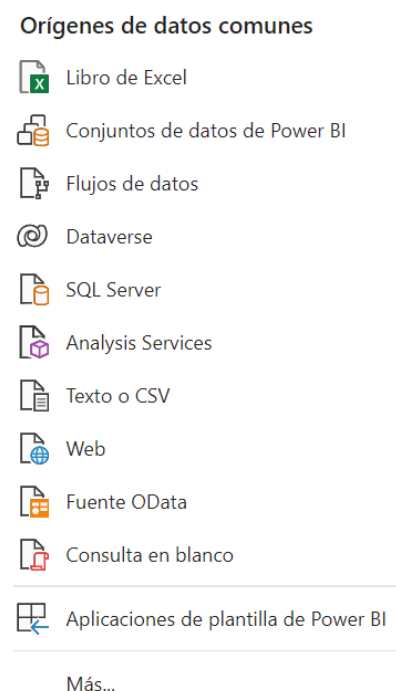
La selección de la herramienta de inteligencia empresarial es el inicio del proyecto, el diseñador debe reconocer todos los recursos disponibles por la empresa, muchas de las herramientas BI no están al alcance de todas las empresas y no son muy fáciles de entender para un usuario no especializado en ciencia de datos.

Power BI es la herramienta de inteligencia empresarial de autoservicio más usada en el mundo. A continuación, se describen las ventajas que tiene en comparación con las distintas opciones en el mercado que la convierten en la mejor opción para el proyecto.

- **Importa o vincula desde diferentes fuentes:** Power BI puede conectarse a varias fuentes de datos (archivos, bases de datos, servicios en línea) como se puede observar en la lista de orígenes comunes de la figura 4. Power BI ofrece una compatibilidad con la mayor cantidad de tipos de fuentes que existe de manera que el diseñador puede obtener su información de diferentes fuentes de datos y combinarlos sin necesidad de exportar a un tipo de fuente común. Para este proyecto es necesario la compatibilidad con formatos XLS y debido a que Power BI es un producto de Microsoft la compatibilidad esta más que asegurada.

**Figura 4**

*Tipos de origen de datos*



Tiene licencia libre y Pro: Power BI Desktop es una aplicación gratuita que se puede instalar y descargar en el equipo local, es una herramienta completa a la disposición del usuario, de manera que puedes crear tus informes en carpeta local sin pago de licencias. Por otro lado, tenemos el Power BI service que es una aplicación que permite compartir los informes y paneles en línea de forma segura y rápida sin embargo se requiere una licencia pro que implica un pago mensual o anual para su uso. Para el proyecto inicialmente podemos usar sin licencia pro y podríamos mejorar el resultado final adquiriendo una cuenta corporativa para que los trabajadores de la empresa puedan compartir sus informes.

Es intuitiva y fácil de usar: Power BI es una herramienta de inteligencia empresarial de autoservicio, ello quiere decir que Power BI pone a disposición del usuario una interfaz amigable e intuitiva para que pueda diseñar por sí mismo sus informes con inteligencia empresarial. A diferencia de otras herramientas en el mercado que requieren que el diseñador tenga conocimientos sólidos de ciencia de datos, Power BI es una herramienta muy intuitiva de manera de cualquier persona sin conocimientos en base de datos puede utilizarla.

Una vez seleccionada la herramienta de inteligencia empresarial, se continúa con el análisis de los valores relevantes para el informe, en esta etapa se definen qué indicadores de rendimiento y métricas se presentarán por medio de gráficas y tablas en el cuadro de mandos de forma que se facilite al usuario final tomar decisiones.

Como se mencionó en el capítulo 01, existen 120 indicadores de rendimiento en el área de mantenimiento, sin embargo, es importante evaluar que KPI's se seleccionaran para el cuadro de mandos. Para el proyecto se escoge 03 indicadores de clase mundial que permita medir el rendimiento del área de mantenimiento.

MTBS (Mean Time Between Shutdowns)

MTTR (Mean Time to Repair)

Disponibilidad mecánica (dm)

El usuario final podrá analizar si el indicador de rendimiento en estudio es aceptable con las metas asumidas por la empresa, para ello se implementa el límite numérico de cada indicador y su índice de cumplimiento. Para el caso del MTBS se impone un 35 como valor mínimo del indicador, por debajo de este número la planificación está fallando; el MTTR, como indicó Zegarra, oscila entre 3 y 6, para este estudio el valor límite será 6 y por encima de este valor tenemos una oportunidad de mejora en la gestión del mantenimiento. Por último, la Disponibilidad mecánica recomendada es del 90% pero debido a factores externos y vida útil el límite aceptable impuesto por el negocio será de 85%.

## **2.2 Diseño de plantilla de pretratamiento de la base de datos**

La base de datos que se utiliza es producto del registro diario de todas órdenes de trabajo que se crean diariamente en el área de mantenimiento por cada intervención del equipo. En este caso la fuente de datos proviene del software de gestión de procesos SAP PM, por medio de una de sus transacciones puedo exportar en formato xls el registro de las órdenes de trabajo acumuladas según el periodo seleccionado. Esta primera tabla tiene 30 características propias de cada orden de trabajo distribuidas en columnas, el número de filas dependerá del número de órdenes creadas de dicho periodo.

En la figura 5 se observa la primera tabla, la cual denominaremos SPMR001 debido a su origen en la transacción SAP del mismo nombre, puede ser leída por Power BI; sin embargo, aún debe pasar por un proceso de depurado y ordenamiento de los datos. Esta tabla contiene información muy relevante como el código del equipo, la descripción de la falla, el inicio, fin y duración de la parada, el tipo de parada y los síntomas y causas, sin embargo, también contiene información no relevante para el análisis final.

Figura 5

Tabla SPMR001

Centro Emplazamiento	Autor	Orden	Clase de Ordi	Clase de actividad	Texto Breve OT	Equipo	Sistema	Conjunto	Familia	Modelo	Estado OT
MISK	LVALDIVIEZO	000050890020	PM01	MM	REP. AIRE ACOND	CI-650-AL	CI-650-AL	AAC	MA-CCI	VM 6X4 R	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890063	PM01	MM	REP. AIRE ACOND	CI-650-AL	CI-650-AL	AAC	MA-CCI	VM 6X4 R	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890508	PM02	LU	PM02 MANTTO 500HR ENG1	CI-650-AL	CI-650-AL	ENG1	MA-CCI	VM 6X4 R	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890541	PM01	MM	REP. CABLEADO FARO PIRAT	CI-650-AL	CI-650-AL	LSM	MA-CCI	VM 6X4 R	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890064	PM01	MM	REP. CABL. FARO PIARATA LH	CI-653-AL	CI-653-AL	LSM	MA-CCI	VM 6X4R	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	CVARGASM	000050889822	PM01	MM	C/FARO PIRATA QUEMADO	CI-653-AL	CI-653-AL	LSM	MA-CCI	VM 6X4R	CTEC DMNV MOVIM NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890195	PM01	MM	CAMBIO FOCO CABINA	CI-653-AL	CI-653-AL	LSM	MA-CCI	VM 6X4R	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890710	PM02	MM	INSP. GENERAL	EI-2140-AL	EI-2140-AL	ENG1	MA-EQI	HILIGHT V5+	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890711	PM02	MM	INSP. GENERAL	EI-2141-AL	EI-2141-AL	ENG1	MA-EQI	HILIGHT V5+	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050885713	PM01	MM	CAMB. CABLE A TIERRA POR QUEMADURA	EI-2142-AL	EI-2142-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	LIB. NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050885713	PM01	MM	CAMB. CABLE A TIERRA POR QUEMADURA	EI-2142-AL	EI-2142-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	LIB. NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050885713	PM01	MM	CAMB. CABLE A TIERRA POR QUEMADURA	EI-2142-AL	EI-2142-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	LIB. NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050885713	PM01	MM	CAMB. CABLE A TIERRA POR QUEMADURA	EI-2142-AL	EI-2142-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	LIB. NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050885713	PM01	MM	CAMB. CABLE A TIERRA POR QUEMADURA	EI-2142-AL	EI-2142-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	LIB. NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050885713	PM01	MM	CAMB. CABLE A TIERRA POR QUEMADURA	EI-2142-AL	EI-2142-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	LIB. NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050885713	PM01	MM	CAMB. CABLE A TIERRA POR QUEMADURA	EI-2142-AL	EI-2142-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	LIB. NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890543	PM01	MM	APOYO TRASALADO LUMINARIA	EI-2143-AL	EI-2143-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890713	PM02	MM	INSP. GENERAL	EI-2143-AL	EI-2143-AL	ENG1	MA-EQI	HILIGHT V5+	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890271	PM01	LL	CAMBI LLANTA POS1	EI-2144-AL	EI-2144-AL	LL1	MA-EQI	HILIGHT V5+	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890714	PM02	MM	INSP. GENERAL	EI-2144-AL	EI-2144-AL	ENG1	MA-EQI	HILIGHT V5+	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890196	PM01	MM	ALINEAMIENTO DE FAROS	EI-2145-AL	EI-2145-AL		MA-EQI	HILIGHT V5+	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC
MISK	LVALDIVIEZO	000050890715	PM02	MM	INSP. GENERAL	EI-2145-AL	EI-2145-AL	ENG1	MA-EQI	HILIGHT V5+	CTEC NOTP KKMP NLIQ PREC

Para rescatar la información importante de la tabla SPMR001, se diseñó una plantilla con la capacidad de extraer la información relevante de la orden de trabajo mediante fórmulas de extracción en Excel, el resultado de la extracción se complementa con información propia de cada equipo para generar nuestra tabla principal la cual se denomina Plantilla-Data como se muestra en la figura 6. Esta plantilla cumple una función fundamental en este primer paso de pretratamiento de la información, esta plantilla permite al usuario tener una tabla que contenga valores de periodos específicos como por ejemplo el análisis de solo 02 o 03 días tal cual como lo solicita el alcance del proyecto.

Figura 6

Plantilla Data

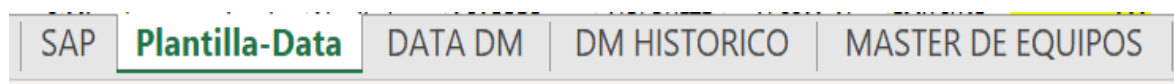
PERIODO	FECHA	ZONA	PROYECTO	NIVEL DE CRITICIDAD	VALOR	TIPO DE UNIDAD DE NEGOCIO	PROPIEDAD	PROCESO	FAMILIA	EQUIPO	MODELO	HORAS BASE	HORAS REPARACIÓN	HORAS N MTR	HORAS USO	PARADAS	PARADAS MTS	HORAS PROYECTI ADAS	CAUSAS	P	FECHA DE INICIO	FECHA FIN	N° TUBO	OS
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	TERNA DE AC	CI-650-AL	VM 6X4 R	144	12	5	51	3	4	85	PM02 MANTTO 500HR ENGL	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	IA DE COMB	CI-653-AL	VM 6X4 R	144	2	2	70	3	3	85	REP. CABL. FARO PIARATA LH	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2140-AL	HILIGHT V5+	144	0	0	51	0	0	85	INSP. GENERAL	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2141-AL	HILIGHT V5+	144	0	0	51	0	0	85	INSP. GENERAL	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2142-AL	HILIGHT V5+	144	144	144	0	1	0	85	CAMB. CABLE A TIERRA POR QUEMADURA	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2143-AL	HILIGHT V5+	144	1	0	51	1	1	85	APOYO TRASALADO LUMINARIA	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2144-AL	HILIGHT V5+	144	1	1	51	1	1	85	CAMBI LLANTA POS1	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2145-AL	HILIGHT V5+	144	1	1	51	1	1	85	ALINEAMIENTO DE FAROS	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2146-AL	HILIGHT V5+	144	0	0	51	0	0	85	INSP. GENERAL	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2154-AL	HILIGHT V5+	144	0	0	51	0	0	85	INSP. GENERAL	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2155-AL	HILIGHT V5+	144	0	0	51	0	0	85	INSP. GENERAL	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	LUMINARIA	EI-2156-AL	HILIGHT V5+	144	1	1	51	1	1	85	INST. PERNO FIJACION FARO	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	RADOR ELEC	GE-336-AL	AK100CLUST	144	0	0	0	0	0	85		1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	3	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	RADOR ELEC	GE-337-AL	AK100CLUST	144	0	0	0	0	0	85		1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	TONIVELADO	MO-253-AL	150K	144	0	0	82	0	0	85	ENGRASE GENERAL ENE2023	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	2	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	TONIVELADO	MO-254-AL	370 G	144	3	2	104	1	2	85	CAMB. CUCHILLAS	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	CARGUIO	XCAVADOR	RE-1185-AL	PC500	144	3	0	96	0	1	85	PM02 MANTTO 500HR ENGL	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	CARGUIO	XCAVADOR	RE-1217-AL	SY750H PRO	144	1	0	100	0	1	85	ENGRASE GENERAL ENE2023	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	CARGUIO	XCAVADOR	RE-1218-AL	349 NG	144	0	0	50	0	0	85	ENGRASE GENERAL ENE2023	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	CARGUIO	XCAVADOR	RE-1219-AL	374 FL	144	6	5	85	1	1	85	REP. ADAPTER CUCHARON	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	CARGUIO	XCAVADOR	RE-1220-AL	374 FL	144	84	84	49	1	1	85	CAMB. BBA HYD PRINCIPAL	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	CARGUIO	XCAVADOR	RE-1224-AL	210GLC	144	1	1	64	1	1	85	REV. SIST. ELEC. CIRCUINA	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	CARGUIO	XCAVADOR	RE-1225-AL	PC500	144	2	1	77	1	1	85	REP. SIST. ELEC. CIRCUINA	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	2	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	RODILLO	MO-382-AL	341L	144	3	3	38	1	1	85	REP. AIRE ACOND	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	1	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	TRACTOR	T-575-AL	DBT	144	1	0	81	1	1	85	ENGRASE GENERAL ENE2023	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	2	Mineria convencional	Alquilado	AUXILIAR	TRACTOR	T-576-AL	DBT	144	0	0	74	0	0	85	ENGRASE GENERAL ENE2023	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	2	Mineria convencional	Alquilado	ACARREO	VOLQUETE	V-1850-AL	FXM 8X4R	144	57	57	30	2	2	85	CAMB MUELLE POS 11 Y 12, 4 Y 5 HOJA	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	2	Mineria convencional	Alquilado	ACARREO	VOLQUETE	V-1856-AL	FXM 8X4R	144	33	33	68	3	3	85	REP. SIST LUCES	1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	2	Mineria convencional	Alquilado	ACARREO	VOLQUETE	V-1914-AL	FXM 8X4R	144	0	0	90	0	0	85		1/01/2023	6/01/2023	###		
202301	1/01/2023	Norte	MISKIMAYO	Critico	2	Mineria convencional	Alquilado	ACARREO	VOLQUETE	V-1915-AL	FXM 8X4R	144	38	38	59	2	3	85	CAMB. LLANTA POS9	1/01/2023	6/01/2023	###		

En el libro de Excel Plantilla KPI se tienen 02 hojas de trabajo, la hoja de Excel SAP y Plantilla-Data que permiten extraer la información importante del SPMR001, adicionalmente tenemos 03 tablas que me permiten cumplir con el alcance del proyecto. La hoja de trabajo con el nombre de DATA DM se alimenta con la Plantilla-DATA cada vez que se extrae información semanal, de manera que se tiene una tabla acumulada de KPIs semanales, por lo contrario, si el periodo de evaluación en el SPMR001 es mensual entonces se acumula la data en la tabla DM HISTORICO.

Finalmente tenemos “MÁSTER DE EQUIPOS” que contiene toda información fija de cada equipo para su ordenamiento en el Power BI.

### Figura 7

*Fuentes de extracción de datos*



### 2.3 Diseño de cuadro de mandos en Power BI y filtrado en Power Query

En la figura 7 se muestra las 4 hojas de Excel procedentes de la fase de pretratamiento de la base de datos, queda como resultado 04 tablas listas para trabajar en Power Query.

- Plantilla-Data.
- Data DM.
- DM histórico.
- Máster de equipos.

En esta fase primero realizaremos el proceso de ETL (extract, transform and Load) que consiste en los siguientes pasos:

- Extracción. En este paso se realiza la conexión con todos los datos de las diferentes fuentes.
- Transformación. Este paso se complementa con el pretratamiento de la fase 2.2, con ello se asegura la integridad y calidad de los datos, por ejemplo, filtrando columnas o eliminando inconsistencias, duplicados y columnas vacías. Todos esos pasos en un orden específico son llamados consulta y se tiene una para cada tabla. También se agregan nuevas columnas o medidas para obtener resultados que se usarán en el informe, este proceso se hace por medio de la “Vista de Datos”.
- Carga. Paso final por el cual se integra la información para su fase de modelado.

En la figura 8 se muestra que cada tabla tiene su consulta por esa razón se tienen 04 consultas equivalentes a 04 tablas. Cada consulta tiene un conjunto de pasos que en resumen

tienen como objetivo depurar aquellas filas y columnas que generen incongruencias a la base de datos. A continuación, se detallará cada consulta de cada tabla.

### Figura 8

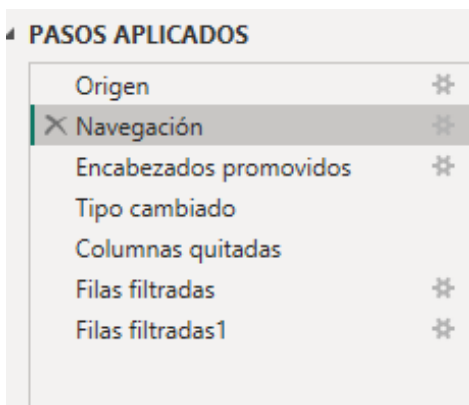
#### *Número de consultas en Power Query*



Para la consulta Plantilla – Data, se realiza el siguiente tratamiento que se muestra en la figura 9:

### Figura 9

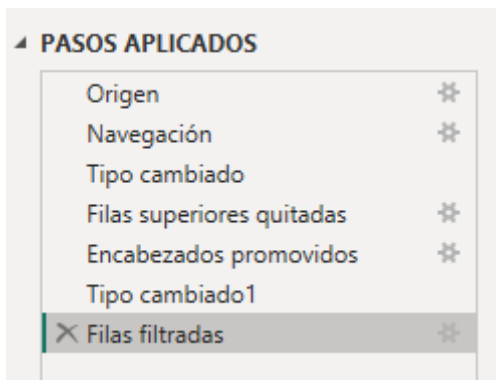
#### *Consulta de Plantilla-Data*



En la figura 10 se muestra la consulta que se realiza para MÁSTER DE EQUIPOS:

### Figura 10

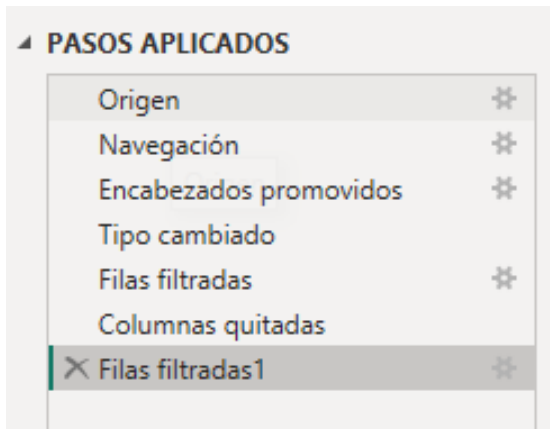
#### *Consulta de Máster de equipos*



En la figura 11 se muestra la consulta de la tabla DM histórico:

**Figura 11**

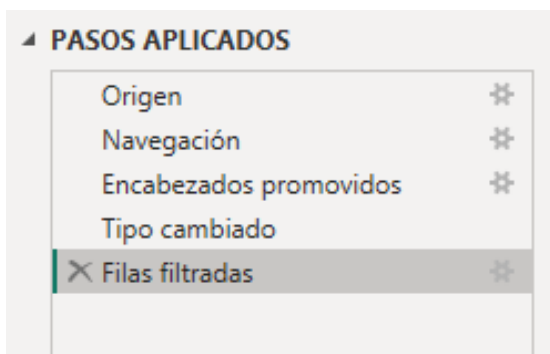
*Consulta DM histórico*



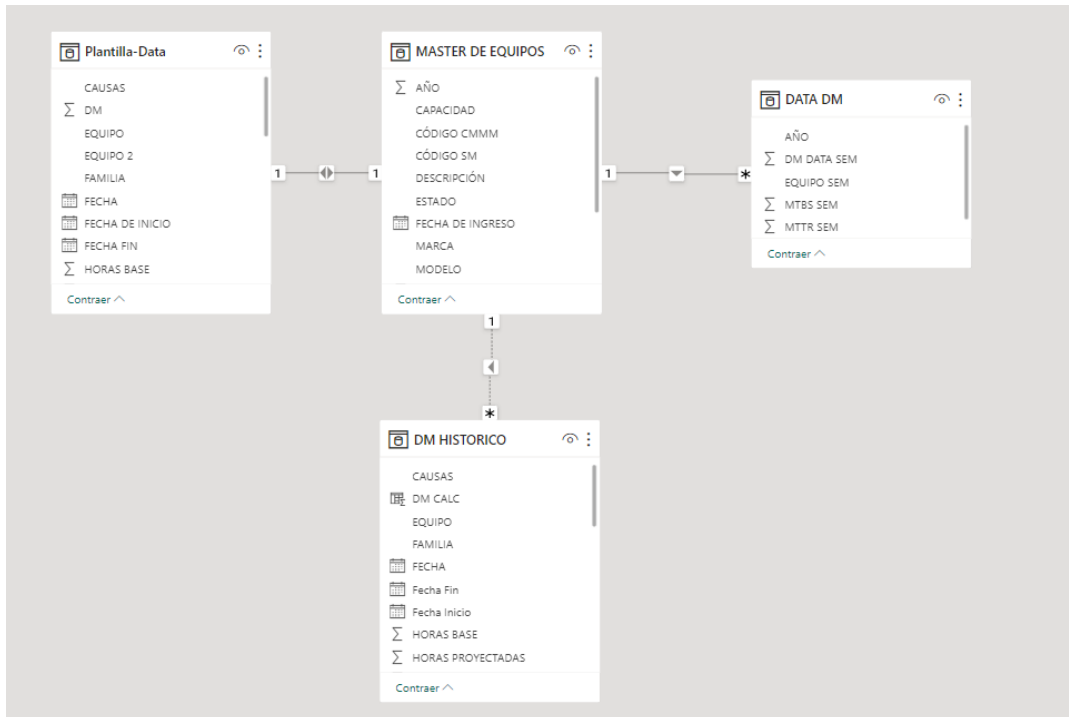
En la figura 12 se muestra la consulta de la tabla DATA DM:

**Figura 12**

*Consulta data DM*



Aplicado el ETL se procede al modelado de la base de datos, este proceso consiste en seleccionar la arquitectura lógica de relación de datos de cada fuente. Como se muestra en la figura 13, para este proyecto se escoge un modelo en estrella que consiste en una tabla central y varias tablas dimensión que se relacionan con la principal. Aplicar este modelo en estrella me permite organizar y ordenar la información de manera eficiente.

**Figura 13***Modelo tipo estrella*

Como se observa en la figura 13, la tabla central es “máster de equipos” y el resto son tablas dimensión que incorporan atributos numéricos a la base de datos. Las tablas se relacionan entre sí por medio de las columnas que contienen el código del equipo en cada tabla.

Con la finalización del modelado, continuo con el diseño de cuadro de mandos, para ello se hace uso de la “vista informe”, esta vista permite seleccionar las tablas y gráficos que presentarán en el informe, la variedad de opciones de Power BI permite al usuario presentar la información de muchas formas de manera que los diseños dependerá de la creatividad y la necesidad del diseñador.

Para el presente proyecto se utilizan tablas, gráficos de barras, de línea y medidores porque son aquellos que brindan mucha información al usuario final. También es indispensable el uso de segmentadores de datos para un filtrado adecuado de la información que se desea visualizar.

Por último, se diseñan 05 páginas de informe que permiten cumplir con el alcance inicial del diseño. La primera plantilla se diseña en base a la tabla “Plantilla-Data”, esta página a la cual se le denomina “Plantilla Especifica” y se muestra en la figura 14, permite al usuario final observar unos tramos de tiempo con previa coordinación del diseñador o el responsable de alimentar las tablas, es decir que esta página a diferencia de las demás no acumula información semanal o mensual, sino que por lo contrario solo puede mostrar información

que el responsable tenga cargado en el momento del análisis. Esta plantilla es muy útil cuando el usuario final desea estudiar periodos de tiempo muy específicos.

**Figura 14**

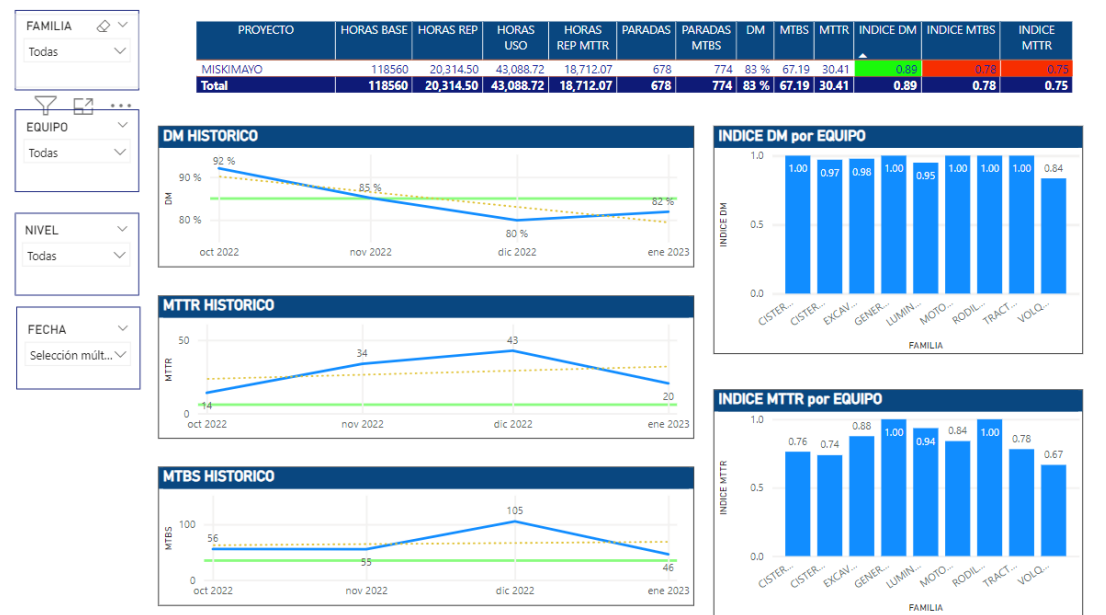
*Plantilla específica*



En la figura 15 se muestra la página 02 del informe o renombrada como DM histórico, la cual informa los KPIs acumulados por meses debido a su configuración para extraer información principalmente de la tabla “DM Histórico” de manera que permite ver tendencias de indicadores de forma mensual.

**Figura 15**

*DM histórico*



En la figura 16,17 y 18 se muestra finalmente el diseño de 03 páginas que contienen gráficos de barras con KPI's acumulados semanalmente (lunes a domingo) de esta manera se analiza la tendencia de los indicadores de rendimiento en cortos periodos para un seguimiento más exhaustivo. Estos informes se relacionan con un control de equipos alquilados.

Figura 16

Informe control terceros 01

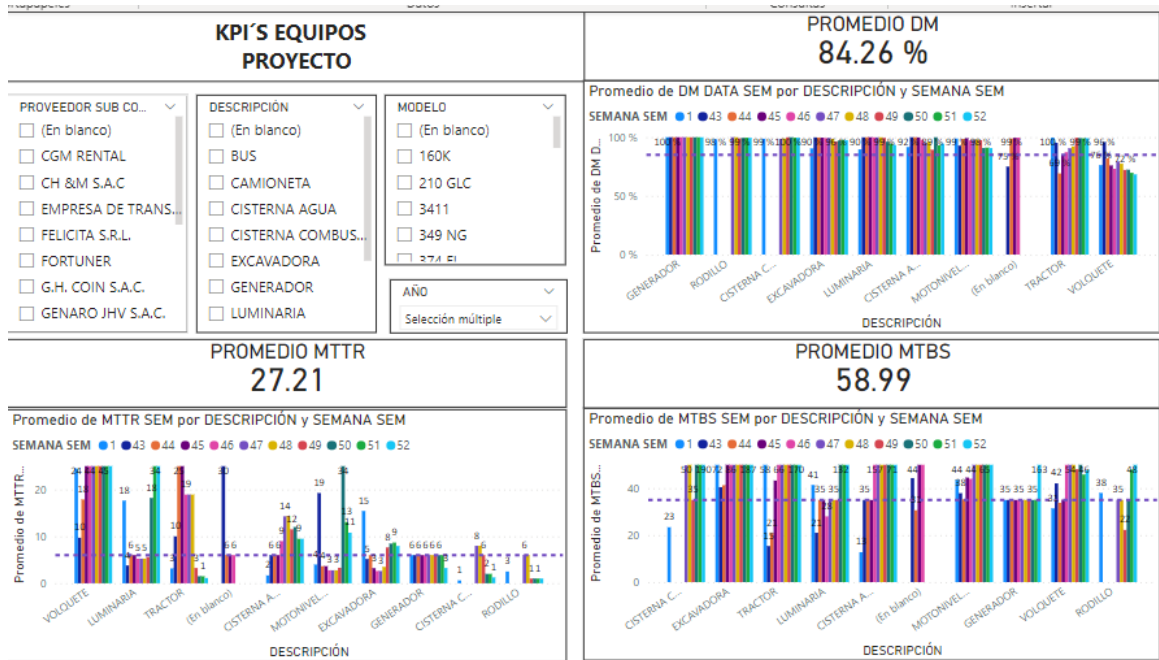
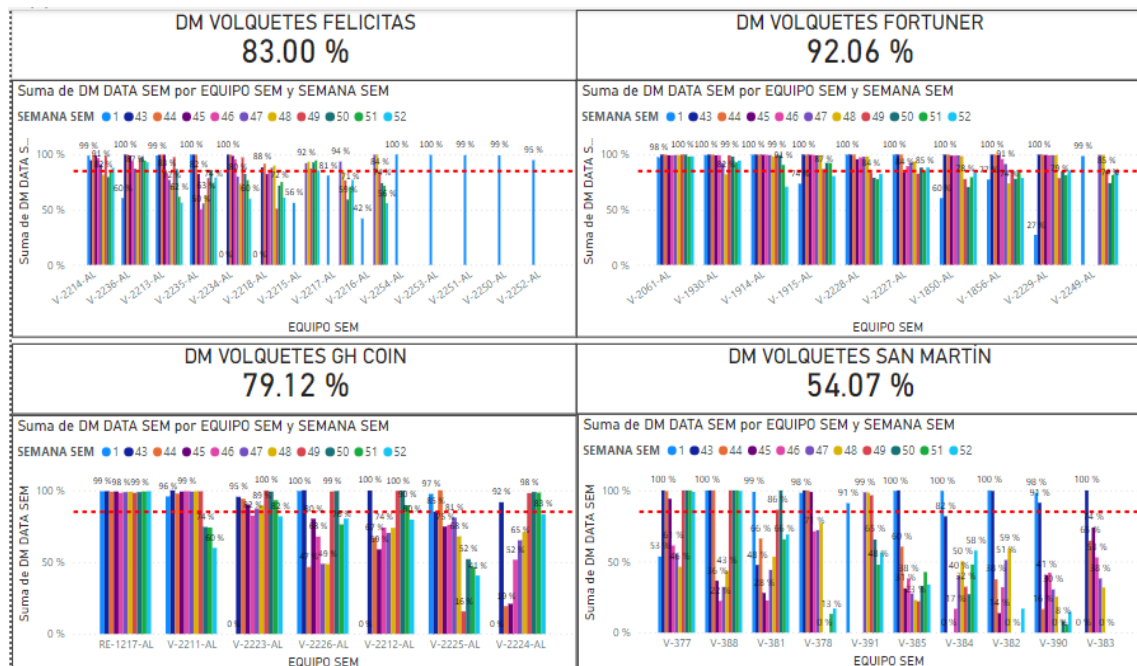


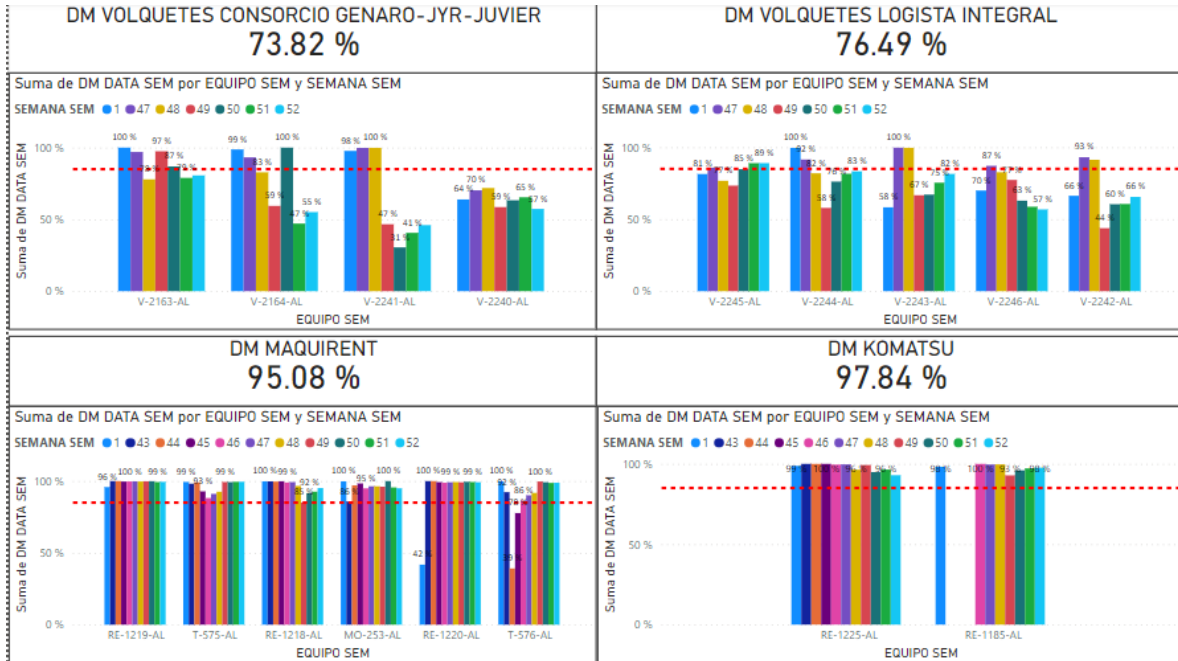
Figura 17

Informe control terceros 02



**Figura 18**

*Informe control terceros 03*

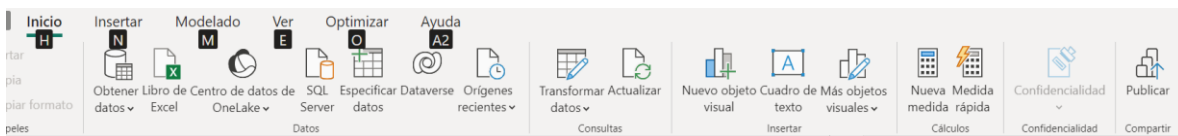


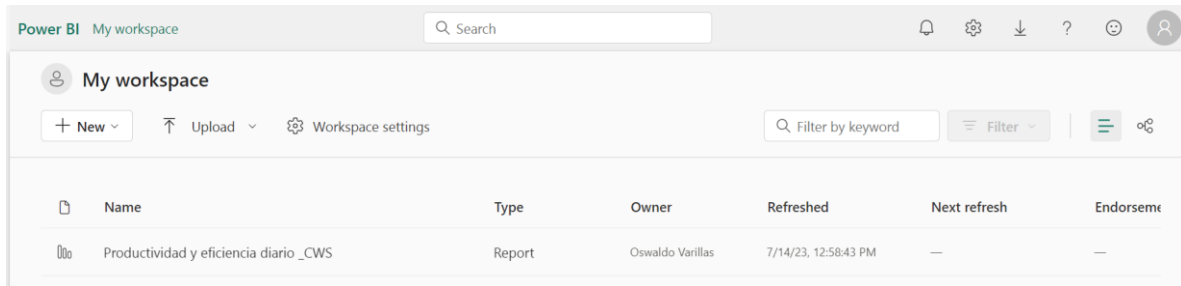
**2.4 Publicación: Toma de decisiones**

Esta es la última etapa del proyecto, consiste en la publicación del informe, como se explicó anteriormente, Power BI desktop es una herramienta gratuita de inteligencia empresarial sin embargo la opción de compartir en línea no está habilitada en la versión básica, de manera que solo se podrá compartir con los usuarios finales si se les comparte el archivo de Power BI. De implementarse la licencia pro se podría hacer uso del área de trabajo compartido en línea de Power BI que permite publicar el informe para estar al alcance de las personas que tengan habilitado el acceso desde sus equipos electrónicos como laptops y celulares. En la figura 19 se muestra la opción de compartir en la parte superior y dando click en el botón se abre una interfaz para ingresar al área de trabajo compartida como la que se muestra en la figura 20.

**Figura 19**

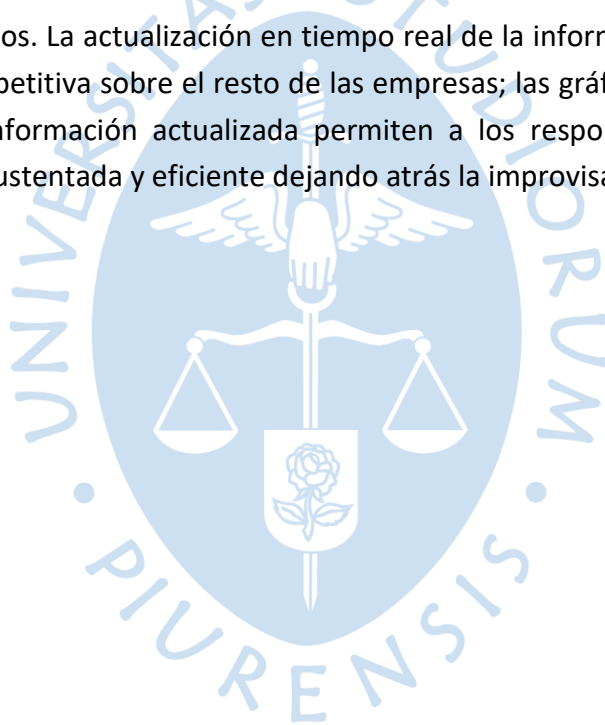
*Opción para publicar en Power BI desktop*



**Figura 20***Área de trabajo en Power BI service*

Name	Type	Owner	Refreshed	Next refresh	Endorsement
Productividad y eficiencia diario_CWS	Report	Oswaldo Varillas	7/14/23, 12:58:43 PM	—	—

Una herramienta muy útil en Power BI service es la función de actualización programada, mediante esta función el cuadro de mandos se actualiza automáticamente, para ello se necesita que las tablas de datos se suban a la nube y programar una actualización cada cierto periodo, de esta forma el usuario final tendrá la información en tiempo real en sus dispositivos electrónicos. La actualización en tiempo real de la información otorga al usuario final una ventaja competitiva sobre el resto de las empresas; las gráficas interactivas de fácil entendimiento con información actualizada permiten a los responsables del área tomar decisiones de forma sustentada y eficiente dejando atrás la improvisación y los retrasos.



## Conclusiones

El presente trabajo tiene como propósito el diseño de un cuadro de mandos con Power BI que permita un mejor análisis de la información y como consecuencia de ello se facilite la toma de decisiones de los responsables de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada en el sector minero. Para ello se siguió todo el proceso de diseño y estructuración del cuadro de mandos a partir de una base de datos estándar y un alcance de proyecto. Dentro del marco de la investigación y la implementación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Es factible la implementación de inteligencia de negocios en el área de mantenimiento de maquinaria pesada debido a su masiva base de datos y su constante toma de decisiones para obtener la máxima disponibilidad sin pasar el techo presupuestario del área. Las empresas pueden auto servirse de la inteligencia de negocios mediante Power BI sin pasar por un intermediario costoso y fuera de su presupuesto.

Es fundamental trazar inicialmente el alcance del cuadro de mandos para obtener la información necesaria para tomar decisiones, con el alcance definido, el diseñador iniciará todo el proceso de diseño teniendo en cuenta que información debe presentarse en el informe final.

Para este trabajo fue necesario la creación de una plantilla de pretratamiento que permita extraer, ordenar y filtrar los datos útiles de las órdenes de trabajo con el fin de obtener los indicadores claves de mantenimiento. Sin este pretratamiento el diseñador incurre en una sobrecarga de medidas y columnas en Power BI.

El modelo tipo estrella que se usa en este trabajo resultó muy útil para el diseño de cuadro de mandos de mantenimiento, simplificar el modelo en una tabla central y 03 tablas dimensión facilita al diseñador la relación entre tablas para un informe final ordenado.

El uso de gráficos interactivos que podemos presentar con Power BI y de los cuales carece Excel, es una de las principales revoluciones que hace la inteligencia de negocios para mejorar el análisis de datos y es por ello que se afirma que esta nueva herramienta logra su objetivo de facilitar la toma de decisiones en esta nueva etapa de la industria 4.0.



## Recomendaciones

Incorporar la función de actualización automática programada de manera que la información pueda analizarse en tiempo real o con desfases cortos. Para ello se requiere tener una licencia Pro de Power BI.





## Referencias

- Azkue, I. d. (20 de enero de 2023). Toma de Decisiones. Recuperado el 03 de junio de 2023, de <https://humanidades.com/toma-de-decisiones/>.
- Castro Lopez , R. G., & Garcia Timoteo , O. M. (2020). Desarrollo de un sistema inteligente para la adecuada gestión de mantenimiento en una flota de máquinas PC4000-6. [Tesis de Ingeniería].Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura: Pirhua.
- EN 15341:2019 Maintenance-Maintenance Key Performance Indicators . (2019). BSI Standars limited .
- Fuertes, L. (2019). Automatización de reportes de indicadores de gestión para la dirección de gestión calidad y creación de indicadores para la gerencia de mantenimiento en Postobón SA. Medellin: Universidad de Antioquía.
- Fuertes, L. (2019). Automatización de reportes de indicadores de gestión para la dirección de gestión calidad y creación de indicadores para la gerencia de mantenimiento en Postobón S.A. Medellin: Universidad de Antioquía.
- Gameiro, C. (2011). Implementation of Business Intelligence tools using Open Source Approach. AMC , 27-31.
- Garcia Garrido, S. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid : Ediciones Diaz De Santos S.A.
- Gonzáles Fernández , F. J. (2005). Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Madrid: Fundacion Confemetal.
- González Fernandez, F. J. (2010). Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid: Fundicion Confemetal.
- Imhoff, C., & White , C. (2011). Self-Service Business Intelligence. Tdwi Research .
- Knezevic, J. (1996). Esquema de proceso de mantenimiento. Madrid: Isdefe.
- Lima, M. A., & Navarro, F. (2022). Sistema para la gestión del mantenimiento de dispositivos IoT. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Lisa, i. (2020). <https://www.lisainstitute.com>. Obtenido de <https://www.lisainstitute.com:https://www.lisainstitute.com/blogs/blog/business-intelligence-inteligencia-de-negocios>
- Microsoft. (s.f). [Powerbi.microsoft.com](https://powerbi.microsoft.com). Recuperado el 03 de junio de 2023, de <https://powerbi.microsoft.com/es-es/guidedtour/power-platform/power-bi/1/1/>
- Microsoft. (S.f). [Powerbi.microsoft.com](https://powerbi.microsoft.com). Recuperado el 03 de junio de 2023, de <https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/>
- Moody, P. E. (1983). Decision making: methods for better decisions. New York: Mc. Graw Hill.

- Muñoz Abella, B. (2003). *Mantenimiento Industrial*. Madrid: Universidad Carlos III . Obtenido de stodocu.
- Muñoz Abella, B. (s.f.). *Mantenimiento Industrial*. Madrid. Obtenido de stodocu.
- Negash , S. (2004). "Business intelligence". *Communications of the Association for Information Systems*. vol 13, Article 15, 45.
- Pacci Ayala, C. (2017). *Aplicando Inteligencia de negocios de autoservicio, utilizando Power Bi, para la toma de decisiones dentro de una Pyme en la región de Tacna*. Tesis. Tacna, Perú.
- Peña, A. (2006). *Inteligencia de Negocios: Una Propuesta para su Desarrollo en las organizaciones*. México: Instituto Politécnico Nacional, Dirección de Publicaciones.
- Pistarelli, A. J. (2010). *Manuel de Mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización*. Buenos Aires: Talleres Gráficos R y C.
- Porras, A. (2021). *Tablero en Power BI de seguimiento y monitoreo de los indicadores en niveles estratégicos y tácticos*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Portilla, V. (2021). *Diseño, creación e implementación de un Dashboard para el seguimiento de peticiones de servicios en el área de mantenimiento, planeación y control de FORD España*. Valencia: Univerisdad Politecnica de Valencia.
- Rey, S. F. (2001). *Manual del Mantenimiento Integral de la Empresa*. Madrid: Fundacion Confemetal.
- Rocabert, V. (02 de Julio de 2023). Bismart. Obtenido de Bismart: <https://blog.bismart.com/que-es-un-cuadro-de-mando-ejemplo-para-que-sirve>
- Souris, J.-P. (1992). *El Mantenimiento: Fuente de beneficios* . Madrid: Ediciones Diaz de Santos .
- Tavares, L. A. (1999). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicaciones.
- Wireman, T. (2003). *Benchmarking Best Practice in Maintenance Management*. New York: Industrial Press inc.
- Zegarra, M. (15 de Abril de 2016). <http://revistas.uap.edu.pe/>. Obtenido de <http://revistas.uap.edu.pe/>: <http://dx.doi.org/10.21503/CienciayDesarrollo.2016.v19i1.02>