

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilante Internacional	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Documento F-AC-DBL-007	Código 08-07-2021	Fecha B
	Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO	Pág. 1(1)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Karen Manuela Pardo Cárdenas		
FACULTAD	Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería mecánica		
DIRECTOR	Carlos Javier Noriega Sánchez		
TÍTULO DE LA TESIS	Optimizar la gestión de datos del área de mantenimiento con el uso de Power BI para la empresa Gran Tierra Energy en San Martín, Cesar		
TITULO EN INGLES	Optimize data management in the maintenance department using Power BI for the company Gran Tierra Energy in San Martín, Cesar		
RESUMEN			
El objetivo principal de este proyecto fue proporcionar soporte en la gestión y análisis de bases de datos mediante la elaboración de reportes, cuadros de mando y modelado de datos para optimizar la gestión de información en la dependencia usando la herramienta de Power BI, basados en la información disponible que necesitaba ser analizada para apoyar la toma de decisiones del área de mantenimiento de Gran Tierra Energy.			
RESUMEN EN INGLES			
The main objective of this project was to provide support in the management and analysis of databases through the preparation of reports, dashboards and data modeling to optimize information management in the department using the Power BI tool, based on the available information that needed to be analyzed to support decision making in the maintenance area of Gran Tierra Energy.			
PALABRAS CLAVES	Optimización, Gestión de datos, Power BI, Modelado de datos, Elaboración de reportes		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Optimization, Data management, Power BI, Data modeling, Reporting		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 95	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 88	CD-ROM:

**Optimizar la gestión de datos del área de mantenimiento con el uso de Power BI para la
empresa Gran Tierra Energy en San Martín, Cesar**

Karen Manuela Pardo Cárdenas

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Mecánica

PhD. Carlos Javier Noriega Sánchez

Agosto del 2024

Índice

Introducción	11
1. Optimizar la gestión de datos del área de mantenimiento con el uso de Power BI para la empresa Gran Tierra Energy en San Martín, Cesar.....	13
1.1 Descripción breve de la empresa	13
1.1.1 Misión	14
1.1.2 Visión	14
1.1.3 Objetivos de la empresa	15
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.....	15
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.	17
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada	18
1.2.1 Planteamiento del problema.....	19
1.3 Objetivos de la pasantía.....	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivos específicos.....	21
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar	22
2. Enfoques referenciales	24
2.1 Enfoque conceptual	24
2.1.1 Power BI	24
2.1.2 SAP	25

2.1.3	SAP PM.....	3
2.1.3	SAP PM.....	25
2.1.4	Solpedes	26
2.1.5	Cuadro de mandos.....	26
2.1.6	DAX	27
2.1.7	Modelo de datos	27
2.1.8	Excel.....	27
2.2	Enfoque legal.....	28
2.2.1	ISO 55000	28
2.2.2	ISO 55001	28
2.2.3	ISO 55002	29
2.2.4	ISO 14224	29
3.	Informe de cumplimiento de trabajo	30
3.1	Identificar mediante capacitaciones y análisis de datos de mantenimiento el potencial de Power BI en la visualización eficiente de datos para el área de mantenimiento de la empresa GTE.....	30
3.1.1	Recibir capacitación sobre el software Power BI por medio de las plataformas Udemy y Pragmatic Works.	30
3.1.2	Identificar las características y beneficios del uso de la herramienta para la gestión de datos.....	33
3.1.3	Demostrar la importancia de Power BI como herramienta de visualización de datos	

para el área de mantenimiento.	4 38
Antecedentes Internacionales	39
Antecedentes Nacionales.....	41
3.2 Diseñar un cuadro de mando de seguimiento de todas las entregas de proveedores mediante el uso del programa de análisis de datos Power BI, para la visualización de cumplimientos de plazos y demoras.	43
3.2.1 Obtener las tablas y datos de la plataforma SAP de las solicitudes de pedidos que serán incluidos en el modelo de datos.....	43
3.2.2 Identificar los proveedores que han entregado los repuestos y/o materiales requeridos y distinguirlos de aquellos que aún no lo han hecho.	49
3.2.3 Crear relaciones de datos, filtros y fórmulas DAX que se requieran en el modelado de los mismos.	53
3.2.4 Diseñar una interfaz visual personalizada en Power BI que integre información de las Solpeds para filtrar el tiempo de entrega de los proveedores.	60
3.3 Apoyar el desarrollo de reportes, cuadros de mandos y analítica de datos a través de las herramientas disponibles en Power BI para la optimización del desarrollo de reportes, cuadros de mandos y analítica de datos del área de mantenimiento de la empresa GTE.....	78
3.3.1 Organizar y limpiar los datos que se necesiten para el diseño del modelo mediante Excel y Power BI	78
3.3.2 Establecer las relaciones entre datos y visualizaciones necesarias para así generar el cuadro de mandos necesario.	82

3.3.3 Diseñar cuadros de mando e informes visuales en Power BI para consultas y gestión de datos pertinentes del departamento de mantenimiento.	5 86
4. Diagnóstico final	89
5. Conclusiones	91
6. Recomendaciones	93
7. Referencias	94

Lista de Tablas

Tabla 1. Matriz DOFA del área de mantenimiento de Gran Tierra Energy.....	18
Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar.	22

Lista de Figuras

Figura 1. Estructura Organizacional del Área de mantenimiento de Gran Tierra Energy	16
Figura 2. Capacitación de Power BI a través del curso de Udemmy	31
Figura 3. Capacitaciones de Power BI a través del curso de Pragmatic Works.....	32
Figura 4. Interfaz de Power BI.....	34
Figura 5. Ventana de obtener datos.....	35
Figura 6. Vista de los datos en Power BI.....	36
Figura 7. Interfaz del editor de Power Query	37
Figura 8. Herramienta de Q&A en Power BI.....	38
Figura 9. Interfaz principal de SAP.....	44
Figura 10. Transacción ME2N en SAP	45
Figura 11. Lista de documentos de compras en SAP	46
Figura 12. Exportación de ME2N en formato Excel (XLSX)	47
Figura 13. Exportación de ME2N en formato Excel (XLSX)	47
Figura 14. Lista de todas las órdenes de compra realizadas para el área de mantenimiento en Excel	48
Figura 15. Selección fuente base de datos.....	50
Figura 16. Selección tabla para la base de datos	51
Figura 17. Filtro aplicado a las tres páginas.....	52
Figura 18. Lista de proveedores que ya entregaron.....	53
Figura 19. Función dax día actual	54
Figura 20. Función dax diferencia en años	54
Figura 21. Función dax diferencia en meses	55

Figura 22. Función dax diferencia en días	55
Figura 23. Función dax “Tiempo vencido”	55
Figura 24. Función dax para entregar en años.....	56
Figura 25. Función dax para entregar en meses	56
Figura 26. Función dax para entregar en días	56
Figura 27. Función dax “Tiempo para entregar”.....	56
Figura 28. Creación del índice	57
Figura 29. Función dax “Llave material”	58
Figura 30. Columna “Llave material “e “Índice”.....	58
Figura 31. Filtro para página de periodo vencido y periodo valido	59
Figura 32. Filtro para todas las páginas de materiales	60
Figura 33. Datos seleccionados para periodo vencido en años	62
Figura 34. Filtros seleccionados para periodo vencido en años.....	63
Figura 35. Datos seleccionados para periodo vencido en meses.....	64
Figura 36. Datos seleccionados para periodo vencido en días	65
Figura 37. Filtros seleccionados para periodo vencido en meses	66
Figura 38. Filtros seleccionados para periodo vencido en días.....	67
Figura 39. Objeto visual para “Valor por entregar (valor)”	68
Figura 40. Segmentación de datos para el grafico “Valor por entregar (USD/COP)”	69
Figura 41. Segmentación de datos	70
Figura 42. Datos incluidos en la tabla	71
Figura 43. Tabla con la información relevante.....	71
Figura 44. Diseño final de la interfaz de periodo vencido	72

Figura 45. Herramienta de editar interacciones.....	73
Figura 46. Gráficos sin y con la interacción de filtro.....	74
Figura 47. Diseño final para la interfaz periodo valido.....	75
Figura 48. Diseño final para la interfaz ya entregó	76
Figura 49. Configuración de origen de datos	77
Figura 50. Selección nuevo archivo de origen de datos	77
Figura 51. Excel de actividades relevantes 2024	79
Figura 52. Herramienta de Unpivot en Power Query.....	80
Figura 53. Columnas con transposición en Power Query	80
Figura 54. Tabla de actividades relevantes con todos los datos.....	81
Figura 55. Gráfico de comprometido (USD) por mes.....	82
Figura 56. Formula DAX para la tarjeta de estado	83
Figura 57. Tarjetas y tabla con más estados de planeación.....	83
Figura 58. Tarjetas y tabla con más estados ejecutado, oc/os, etc	84
Figura 59. Tabla con los datos necesarios de revisión de Solpeds.....	84
Figura 60. Segmentación de datos para interfaz de revisión de Solpeds	85
Figura 61. Diseño final actividades relevantes 2024 Acordionero	86
Figura 62. Diseño final actividades relevantes 2024 para otros campos	87
Figura 63. Diseño final control de Solpeds	88

Resumen

El objetivo principal de este proyecto fue proporcionar soporte en la gestión y análisis de bases de datos mediante la creación de modelos de datos con Power BI, basados en la información disponible que necesitaba ser analizada para apoyar la toma de decisiones de la dependencia de mantenimiento de Gran Tierra Energy. Se llevó a cabo una revisión de literatura tanto a nivel nacional como internacional para evidenciar el potencial de Power BI en la visualización de datos en el área de mantenimiento, y se brindó soporte en la elaboración de reportes, cuadros de mando, modelado y análisis de datos para optimizar la gestión de información en la dependencia. Estas interfaces ayudaron a la optimización del seguimiento de las entregas de materiales y repuestos por parte de cada proveedor, del presupuesto y actividades planificadas para el año 2024 del área de mantenimiento, y el seguimiento de las solicitudes de pedido (Solpedes), logrando así una mejora en el análisis de datos y la gestión de información en la dependencia.

Introducción

Gran Tierra Energy es una empresa de energía líder en la exploración y producción de petróleo y gas en la región, por lo que la optimización y gestión de datos críticos en el área de mantenimiento ubicada en el Valle Medio del Magdalena, es esencial para la mejora en la eficiencia y rentabilidad operativa, principalmente cuando las bases de datos contienen miles de valores e información que no se logran analizar de una forma clara y concisa. En este contexto, se identificó que varios materiales y equipos han superado las fechas límites de entrega establecidas por proveedores, por lo que se requiere de una herramienta de visualización y análisis de datos para lograr la filtración de los mismos, de forma que se facilite la toma de decisiones proactivas para que la gestión de inventarios no se vea afectada.

Este proyecto tiene como objetivo principal brindar soporte en la gestión y analítica de bases de datos. Con este fin, se propuso desarrollar modelo de datos por medio de la herramienta implementada en la empresa, Power BI, basándose en la información disponible y que requiere ser analizada y/o filtrada, con la finalidad de respaldar la toma de decisiones de la dependencia.

El desarrollo de esta propuesta incluye una revisión de literatura tanto a nivel internacional como nacional, con el propósito de demostrar el potencial de Power BI en la visualización eficiente de datos para el área de mantenimiento. Asimismo, el desarrollo de un cuadro de mando de seguimiento de todas las entregas de proveedores mediante la obtención de tablas y datos. Se aplicará una metodología de modelado de datos que incorporará la creación

de estructuras para relacionar la información, así como una interfaz visual de filtración completa para los tiempos de entrega de los proveedores, teniendo en cuenta la validez de los periodos de entrega y si el material y/o repuesto fue entregado.

Adicionalmente, se brindará apoyo en el desarrollo de reportes, cuadros de mando, modelado y análisis de datos a través de Power BI para optimizar la gestión de datos en la dependencia.

1. Optimizar la gestión de datos del área de mantenimiento con el uso de Power BI para la empresa Gran Tierra Energy en San Martín, Cesar.

1.1 Descripción breve de la empresa

Gran Tierra Energy es una empresa internacional canadiense que se especializa en la adquisición, exploración, desarrollo y producción de petróleo y gas natural, con operaciones en Colombia y Ecuador. Sus acciones se negocian en las bolsas de valores de Nueva York, Londres y Toronto bajo el símbolo GTE. La compañía inició sus operaciones en Colombia en 2006 con la compra de Argosy, que operaba en los sectores CPR Santana Putumayo y CA Guayuyaco, con una producción contractual de aproximadamente 2.000 barriles de petróleo por día (BOPD). En 2007, Gran Tierra firmó el contrato de Chaza, incluyendo los yacimientos de Costayaco y Moqueta en Putumayo. Su mayor hallazgo fue en un campo petrolero que logró una producción de 25.000 barriles por día durante su desarrollo (Gran Tierra Energy, s/f-b).

La empresa posee participaciones en aproximadamente 22 bloques en Colombia y tres en Ecuador, siendo operadora de 24 de estos bloques. Sus activos en Colombia constituyen cerca del 99% de su producción, con reservas y producción de petróleo concentradas principalmente en las cuencas del Valle Medio del Magdalena (VMM), Putumayo, Llanos y Sinu, incluyendo los bloques Chaza, Guayuyaco, Putumayo-1, Sur Oriente, Llanos 22, Arjona y Midas. En VMM, su principal campo es Acordionero, que produce petróleo con un grado API de 17 y representa el 52% de la producción total de la compañía. El bloque Putumayo Chaza produce petróleo con un

grado API de 27, mientras que el bloque Suroriente produce petróleo con un grado API de 18, representando el 25% y el 14% de la producción total de la empresa, respectivamente (Analitik, 2020).

1.1.1 Misión

En Gran Tierra creemos en la creación de valor para todos nuestros grupos de interés a través de la exploración y producción de petróleo y gas, aprovechando la amplia experiencia operativa de nuestro equipo a nivel mundial. Estamos forjando un historial de éxito en Colombia y Ecuador de manera transparente, segura, fiable y responsable (Gran Tierra Energy, s/f-a).

1.1.2 Visión

Ser líder global en la exploración, producción y distribución de hidrocarburos, comprometidos con la innovación sostenible y la excelencia operativa para la satisfacción de clientes y demandas energéticas del mundo, ser responsables ambientalmente y trabajar junto a comunidades en las que operamos (Gran Tierra Energy, s/f-a).

1.1.3 *Objetivos de la empresa*

La compañía tiene como objetivo desarrollar actividades relacionadas con la exploración, explotación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos en todos los países donde opera. Además, busca alcanzar tres principios clave que sustentan su éxito tanto interno como externo, permitiéndoles actuar con rapidez y determinación en el mercado actual (Gran Tierra Energy, s/f-b).

- Establecer una base sólida de producción y oportunidades de desarrollo y exploración mediante nuevos negocios (González et al., 2019).
- Establecerse como un actor regional clave mediante el fortalecimiento y la ampliación de alianzas estratégicas (González et al., 2019).
- Alcanzar una posición que propicie el crecimiento futuro a través de actividades de exploración y desarrollo de campos petroleros (González et al., 2019).

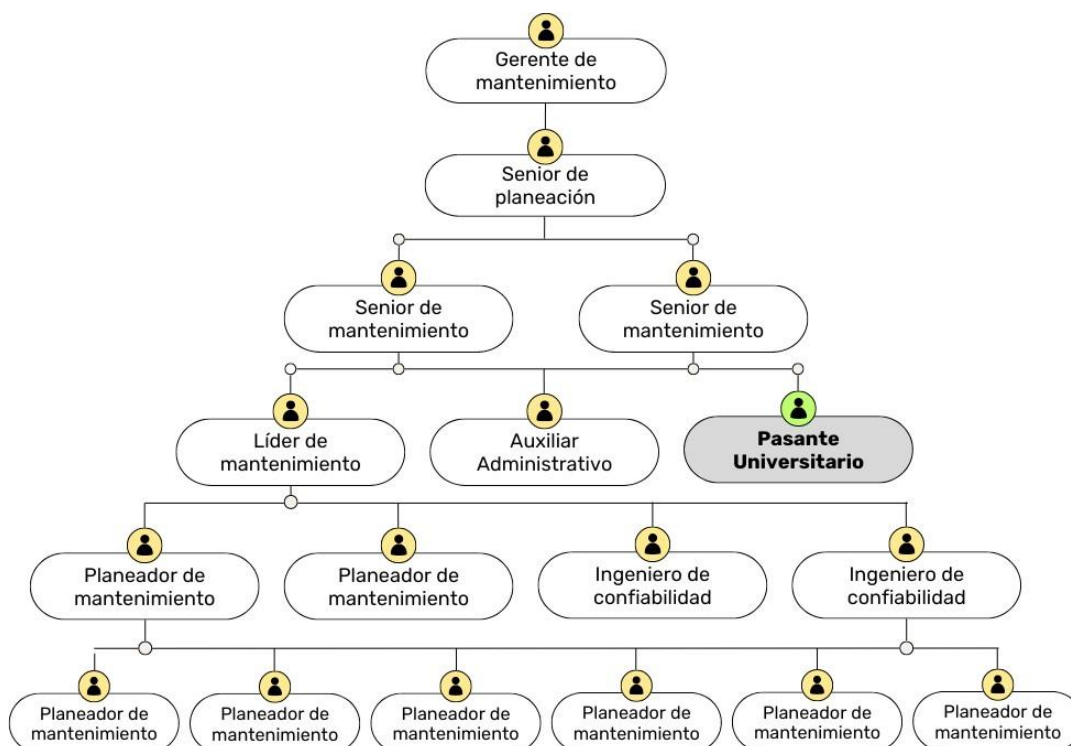
1.1.4 *Descripción de la estructura organizacional*

La estructura organizacional de Gran Tierra Energy utiliza una estructura departamental funcional que incluye el primer nivel, la junta directiva y el equipo directivo hasta el nivel inferior. Esta jerarquía de autoridad sigue el principio de unidad de mando, con los subordinados reportando a los superiores, como se ilustra en la Figura 1 para el área de mantenimiento.

El Consejo de Administración está formado por 8 miembros elegidos por los accionistas de la empresa, y junto con el equipo directivo, proporciona dirección estratégica y monitorea sistemáticamente las operaciones de la empresa, proponiendo mejoras y desafíos para asegurar el desarrollo sostenible y la creación de valor. También participa en el establecimiento de políticas de la empresa y hace recomendaciones sobre las políticas de la empresa. El Consejo está formado por 10 miembros, incluido el presidente de la filial, elegidos por el consejo de administración de la empresa.

Figura 1

Estructura Organizacional del Área de mantenimiento de Gran Tierra Energy.



Nota. Elaboración propia y datos tomados de GTE.

1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.

La pasantía se desarrolló en la dependencia de mantenimiento de la empresa Gran Tierra Energy ubicada en San Martín, Cesar la cual está dirigida por el Ingeniero Mecánico Gustavo Rueda Chaparro y a su vez por los ingenieros senior de mantenimiento Andrés Julián Claro y José Daniel Ruiz.

El departamento de mantenimiento juega un papel importante en la organización y es responsable de garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los activos a través de una gestión eficaz de los recursos. Sus responsabilidades incluyen preparar un presupuesto de mantenimiento anual que tenga en cuenta los costos operativos y las inversiones necesarias para la mejora continua, brindar soporte técnico para el uso adecuado de las técnicas de mantenimiento, ya sean preventivas, predictivas o correctivas, para extender la vida útil de los activos y reducir el tiempo de inactividad no planificado.

Además, el departamento de mantenimiento implementa programas de optimización y mejora operativa que buscan constantemente oportunidades para mejorar la eficiencia y reducir costos sin comprometer la confiabilidad y disponibilidad de los activos.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

Tabla 1

Matriz DOFA del área de mantenimiento de Gran Tierra Energy.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
MATRIZ DOFA	F1. Experiencia en la gestión de recursos para el mantenimiento de activos. F2. Fuerte comunidad de distribuidores. F3. Personal altamente cualificado gracias a eficaces programas de formación y educación. F4. Instalaciones competentes para el desarrollo del proceso.	D1. Problemas con proveedores que afectan la entrega de repuestos y componentes. D2. Dependencia de proveedores externos para ciertos servicios técnicos. D3. Grupos al margen de la ley que pueden llegar a frenar las operaciones de la empresa.
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
O1. Dominio de negociación con proveedores estratégicos.	• Utilizar la capacitación y el desarrollo de los empleados para potenciar su habilidad y motivación, logrando así una mayor capacidad laboral calificada. F3, F4 y O2	• Brindar asistencia en el manejo de información a través de la implementación de mejoras tecnológicas. D1, O3
O2. Impulsar la eficiencia en la gestión de datos con herramientas tecnológicas	• Establecer vínculos estratégicos con proveedores que brinden soluciones confiables y de alta calidad. O1, F2 y F4	• Integrar sistemas de seguimiento de inventario en la cadena de suministro para optimizar la visibilidad y el control. O3, O2 y D2.
O3. Uso de herramientas de monitoreo de pedidos para mejorar la transparencia y la comunicación con los proveedores	• Utilizar los avances tecnológicos en maquinaria, incorporando equipos de última generación, para mejorar la eficiencia y efectividad de los procesos. F4 y O3	
O4. Personal altamente capacitado con gran capacidad de compromiso y habilidades de comunicación efectiva.		

AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
A1. Desafíos que surgen de la obsolescencia de repuestos y componentes que han permanecido sin usar en el inventario durante largos períodos de tiempo A2. Ausencia de un sistema integral para controlar y analizar la criticidad de materiales y repuestos. A3. Variaciones en las estrategias de mercado debido a las disparidades en las legislaciones de responsabilidad entre países A4. Repercusiones adversas en las operaciones por retrasos o en las entregas de proveedores.	• Optimización del inventario Min-Max mediante tecnologías para garantizar la disponibilidad precisa de repuestos y componentes. F1, A1 • Realizar filtrado de proveedores para categorizar a los proveedores según su tiempo de entrega. F3, A1	• Investigar e implementar tecnología avanzada de seguimiento de pedidos para mejorar la visibilidad y la comunicación con los proveedores. • Buscar fuentes de suministro complementarias para reducir la dependencia de un único proveedor y brindar flexibilidad en situaciones inesperadas. • Llevar a cabo los respectivos análisis de criticidad para poder asignar el debido Min – Max a cada material en bodega.

Nota. La tabla muestra los componentes de las estrategias DOFA. Fuente: Elaboración Propia

1.2.1 Planteamiento del problema

En el área de mantenimiento de Gran Tierra Energy en el campo Acordionero se ha identificado la necesidad imperante de optimizar la gestión de datos críticos que mayormente se encuentran almacenados en la plataforma de SAP PM y Excel. Aunque estos recursos contienen información valiosa, la falta de una herramienta visual y eficiente ha generado dificultades en la presentación y análisis de datos clave, incluyendo datos de mantenimiento de equipos, revisión

de Solpeds (Solicitud de pedido), órdenes de compra, detalles de inventario basados en Min-Max de repuestos, seguimiento de entregas por parte de los proveedores, etc.

Varios de estos datos se encuentran en tablas que en algunos casos contienen miles de valores lo cual es una limitación en la visualización y filtración de estos mismos, además de que esto genera obstáculos significativos para una comprensión ágil y precisa de la información esencial. La necesidad de una herramienta más avanzada se vuelve evidente para mejorar la toma de decisiones y la eficiencia operativa del área de mantenimiento.

En particular, se ha identificado que algunos proveedores han tenido una entrega tardía de los suministros o que simplemente todavía no han hecho la entrega de los mismos aun cuando la orden de compra fue realizada con anterioridad, esto puede provocar un retraso importante para la dependencia al no encontrar el repuesto en la bodega en el momento de hacer el mantenimiento y afecta la gestión de inventarios basados en el sistema de Min-Max.

El departamento de mantenimiento ha adoptado la herramienta Power BI, el cual es un servicio de análisis de datos de Microsoft diseñado para administrar y analizar datos a través de una interfaz simple, y de esta forma mejorar la visualización y eficiencia en la presentación de datos provenientes de las plataformas SAP, su módulo SAP PM y Excel.

A partir de lo mencionado anteriormente el desarrollo de la pasantía fue esencial para realizar las interfaces visuales utilizando Power BI, de forma que permita optimizar y analizar de

manera efectiva la gestión de datos del área, creación de filtros y análisis personalizados para identificar de manera rápida y eficiente los proveedores cuyas entregas están tardías y así facilitar la toma de decisiones proactivas y la implementación de estrategias para mitigar el impacto de posibles interrupciones en las operaciones.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1 *Objetivo general*

Optimizar la gestión de datos del área de mantenimiento con el uso de Power Bi para la empresa Gran Tierra Energy en San Martín, Cesar.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Identificar mediante capacitaciones y análisis de datos de mantenimiento el potencial de Power BI en la visualización eficiente de datos para el área de mantenimiento de la empresa GTE.
- Diseñar un cuadro de mando de seguimiento de todas las entregas de proveedores mediante el uso del programa de análisis de datos Power BI, para la visualización de cumplimientos de plazos y demoras.
- Apoyar el desarrollo de reportes, cuadros de mandos y analítica de datos a través de las herramientas disponibles en Power BI para la optimización del desarrollo

de reportes, cuadros de mandos y analítica de datos del área de mantenimiento de la empresa GTE.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 2

Descripción de actividades.

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los Obj. Específicos
Optimizar la gestión de datos del área de mantenimiento con el uso de Power Bi para la empresa Gran Tierra Energy en San Martín, Cesar.	- Identificar mediante capacitaciones y análisis de datos de mantenimiento el potencial de Power BI en la visualización eficiente de datos para el área de mantenimiento de la empresa GTE. - Diseñar un cuadro de mando de seguimiento de todas las entregas de proveedores mediante el uso del programa de análisis de datos Power BI, para la visualización de cumplimientos de plazos y demoras.	- Recibir capacitación sobre el software Power BI por medio de las plataformas Udemy y Pragmatic Works. - Identificar las características y beneficios del uso de la herramienta para la gestión de datos. - Demostrar la importancia de Power BI como herramienta de visualización de datos para el área de mantenimiento. - Obtener las tablas y datos de la plataforma SAP de las solicitudes de pedidos que serán incluidos en el modelo de datos. - Identificar los proveedores que han entregado los repuestos y/o materiales requeridos y distinguirlos de aquellos que aún no lo han hecho. - Crear relaciones de datos, filtros y fórmulas DAX que se requieran en el modelado de los mismos.

- Diseñar una interfaz visual personalizada en Power BI que integre información de las Solpeds para filtrar el tiempo de entrega de los proveedores.
 - Apoyar el desarrollo de reportes, cuadros de mandos y analítica de datos a través de las herramientas disponibles en Power BI para la optimización del desarrollo de reportes, cuadros de mandos y analítica de datos del área de mantenimiento de la empresa GTE.
 - Organizar y limpiar los datos que se necesiten para el diseño del modelo mediante Excel y Power BI.
 - Establecer las relaciones entre datos y visualizaciones necesarias para así generar el cuadro de mandos necesario.
 - Diseñar cuadros de mando e informes visuales en Power BI para consultas y gestión de datos pertinentes del departamento de mantenimiento.
-

2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

En esta sección se definen los principales conceptos claves para comprender el desarrollo del presente trabajo de grado en la modalidad de pasantías: Power BI, SAP, SAP PM, Solpedes, cuadro de mando, DAX, modelado de datos y Excel.

2.1.1 *Power BI*

Microsoft Power BI es un software de visualización de datos interactivo que permite a los usuarios conectar y analizar datos de varias fuentes y presentarlos en informes interactivos y paneles de control. Es una colección de servicios de software, aplicaciones y conectores que trabajan juntos para transformar fuentes de datos dispares en visualizaciones de datos estáticas e interactivas. Los datos se pueden importar leyendo directamente desde bases de datos, páginas web, archivos PDF o archivos estructurados como hojas de cálculo, CSV, XML, JSON, XLSX y SharePoint (Microsoft, 2024).

2.1.2 SAP

SAP o “Systems, Applications, Products in Data Processing” que en español se traduce como “Sistemas, Aplicaciones, Productos en Procesamiento de Datos” es un software de origen alemán que permite a las empresas administrar y planificar los recursos humanos, financieros, de logística y demás para garantizar la eficiencia y gestión de información de distintos procesos y ámbitos de las empresas (Nextech, 2020).

2.1.3 SAP PM

SAP PM “Plant Maintenance” o, traducido al español “Mantenimiento de instalaciones”, es una herramienta dentro del software gestión empresarial SAP que tiene como fin el de ayudar a gestionar las inspecciones, las reparaciones, las actividades preventivas y lleva registro de la cadena de valor en los procesos de mantenimiento.

Para un mayor alcance, el módulo puede ser integrado por otros componentes de SAP como: Materials Management (MM, gestión de materiales), Production Planning (PP, planificación de la producción), Controlling (CO), Quality Management (QM, gestión de la calidad) y Human Resources (HR, recursos Humanos) (Masulli, 2018).

2.1.4 Solpeds

Una solicitud de compra (SP o Solped) es un documento aprobado que se crea cuando una empresa envía una solicitud de compra de bienes o servicios. A cada solicitud de compra se le asigna un código de identificación única para que pueda ser registrada y rastreada durante el proceso de solicitud. Las solicitudes de compra pueden incluir artículos del catálogo de clientes del proveedor o artículos personalizados. El código ME51N se refiere a una transacción específica utilizada para la creación de solicitudes de pedido (Solped).

2.1.5 Cuadro de mandos

Un cuadro de mandos (o dashboard) es una herramienta principal de Power BI que se usa para para analizar, seguir y mostrar datos. La herramienta facilita a los usuarios y/o empresas en la integración de datos y conexión de todo tipo de métricas, fuentes de datos, API y servicios para ayudar a las empresas a extraer información relevante de estas fuentes y presentarla de una manera fácil de manejar utilizando los diferentes gráficos y visualizaciones disponibles en Power BI.

2.1.6 DAX

DAX ("Data Analysis Expressions") es el lenguaje diseñado creado específicamente para manejar modelos de datos mediante la colección de funciones, operadores y constantes que se pueden usar en una fórmula o expresión, evalúa y devuelve uno o más valores (DAX guide, 2024). Las fórmulas DAX se pueden usar en varios casos de Power BI, como en la obtención de detalles, filtros, objetos visuales y segmentaciones. Estos modelos se pueden encontrar en Power Pivot integrado de Excel, tablas de SQL Server Analysis Services y Power BI.

2.1.7 Modelo de datos

El modelo de datos presenta una idea sobre cómo aparecerá el marco final después de su ejecución total. Caracteriza los componentes de la información y las conexiones entre los componentes de la información. Los modelos de datos se utilizan para ilustrar cómo se almacena, asocia, accede y actualiza la información en el marco de administración de la base de datos.

2.1.8 Excel

Excel es una herramienta informática desarrollada por Microsoft, incluida en el paquete de Microsoft Office, que sirve para crear, modificar hojas de cálculo para poder organizar,

calcular y analizar datos dentro de estas. El software ayuda a las empresas en la gestión de proyectos y el seguimiento de información de forma práctica y eficiente (Durán, 2023).

2.2 Enfoque legal

Las normas ISO fueron desarrolladas con el propósito de ser usadas como pautas para garantizar que productos, materiales y servicios puedan cumplir con los requisitos mínimos de calidad y seguridad, de forma que se pueda optimizar los procesos de mantenimiento.

2.2.1 ISO 55000

Proporciona una introducción al propósito y beneficios de la gestión de activos. Establece un marco conceptual y la terminología estándar que será utilizada en las otras normas de la serie (Rosales, 2023).

2.2.2 ISO 55001

Es la norma central que define los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de activos. La gestión de activos no solo se refiere

a la gestión física, sino que aborda también el ciclo de vida completo del activo, desde su adquisición, operación, mantenimiento, hasta su disposición (Rosales, 2023).

2.2.3 ISO 55002

Brinda directrices y ejemplos para la aplicación de la ISO 55001. Ayuda a las organizaciones a comprender y aplicar sus cláusulas, además de proporcionar información sobre técnicas y enfoques (Rosales, 2023).

2.2.4 ISO 14224

Proporciona directrices detalladas sobre cómo recopilar datos de confiabilidad y mantenimiento, cubriendo aspectos como la codificación, la documentación, el análisis de datos y su presentación. Aunque fue diseñada principalmente para la industria del petróleo y gas, las directrices son lo suficientemente generales como para ser adaptadas a otros sectores industriales (Rosales, 2023).

3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Identificar mediante capacitaciones y análisis de datos de mantenimiento el potencial de Power BI en la visualización eficiente de datos para el área de mantenimiento de la empresa GTE.

Para el desarrollo de este objetivo se plantearon tres fases como se contemplan en las siguientes actividades:

3.1.1 Recibir capacitación sobre el software Power BI por medio de las plataformas Udemy y Pragmatic Works.

Esta actividad fue fundamental en el proceso de ejecución del proyecto, ya que, al depender de la herramienta Power BI, la obtención de conocimiento y habilidades necesarias para el uso del software fue importante para poder trabajar con datos de manera efectiva.

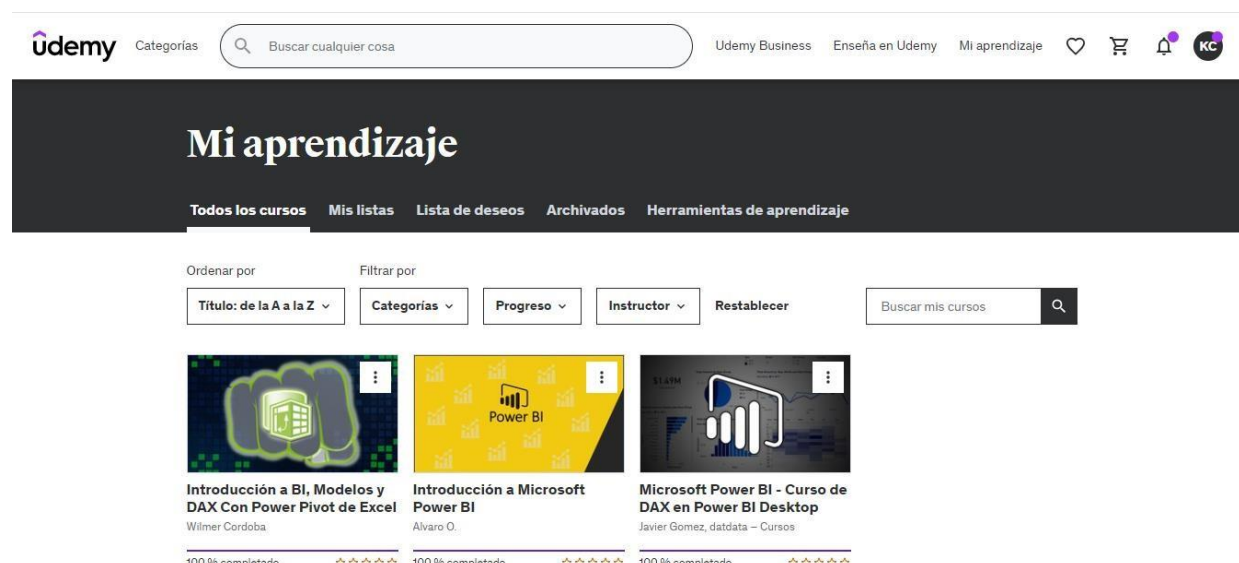
Se realizaron las capacitaciones necesarias para adquirir los conocimientos básicos sobre Power BI, estas se recibieron de forma gratuita (en su momento) por medio de las plataformas de aprendizaje en línea Udemy y Pragmatic Works. Cabe señalar que ambas capacitaciones se realizaron por medio de grabaciones de los diferentes módulos ofrecidos por las plataformas y sus respectivos tutores.

Se realizaron tres diferentes capacitaciones en la plataforma Udemy, mostradas en la Figura 2, las cuales cada una constaba de diferentes módulos enfocados en adquirir los conocimientos necesarios de Power BI desde cero hasta un nivel intermedio de todas las herramientas disponibles del software. Las capacitaciones que se tomaron fueron las siguientes:

- Introducción a Microsoft Power BI ofrecido por Álvaro Ospina, analista de BI.
- Microsoft Power BI - Curso de DAX en Power BI Desktop ofrecido por Javier Gómez, analista de datos.
- Introducción a BI, Modelos y DAX Con Power Pivot de Excel ofrecido por el experto contable Wilmer Córdoba.

Figura 2

Capacitación de Power BI a través del curso de Udemy.

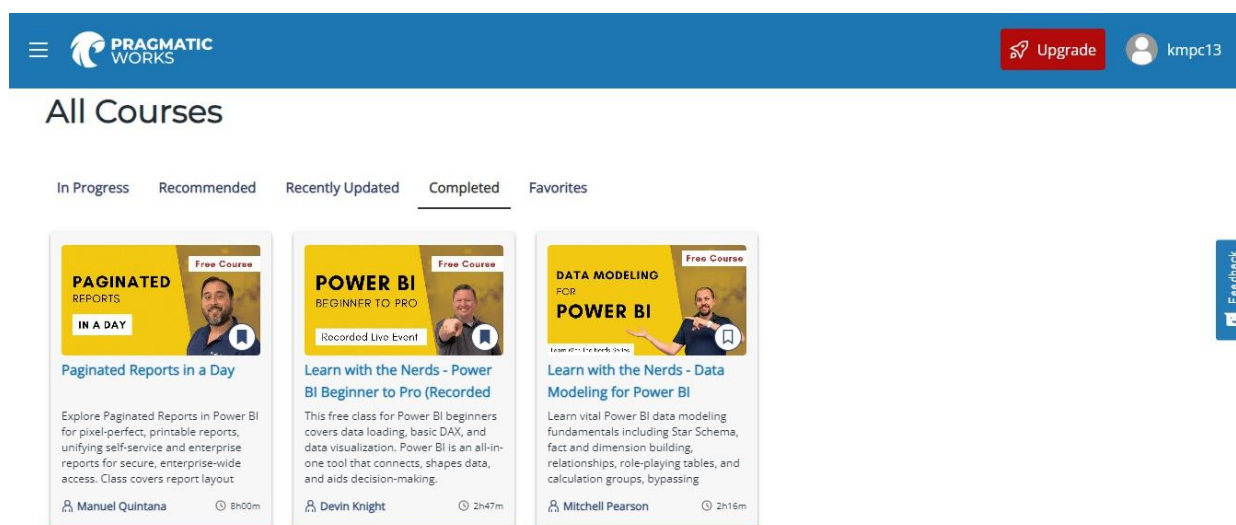


Nota. Fuente propia.

En el caso de Pragmatic Works se llevaron a cabo tres capacitaciones de Power BI que se muestran en la Figura 3, las cuales se realizaron con el objetivo de complementar las habilidades en el manejo de esta herramienta. La primera capacitación, "Paginated Report in a Day", fue ofrecida por Manuel Quintana mientras que la segunda capacitación, "Power BI Beginner to Pro", fue ofrecida por Devin Knight y brindó una introducción completa a Power BI, desde la conexión a los datos hasta la creación de visualizaciones y cuadro de mandos interactivos. Por último, la tercera capacitación "Data Modeling for Power BI", fue ofrecida por Mitchell Pearson en la que se profundizó en los esquemas y relaciones de tablas y datos en Power BI.

Figura 3

Capacitaciones de Power BI a través del curso de Pragmatic Works.



Nota. Fuente propia.

3.1.2 Identificar las características y beneficios del uso de la herramienta para la gestión de datos.

De acuerdo a lo aprendido en la actividad anterior y complementando la información con documentación disponible, se identificó las características y beneficios que se hacen presentes al usar el software Power BI en la gestión de datos.

En la actualidad, uno de los recursos más valiosos para las empresas y organizaciones son los datos. La gestión de datos brinda una vista de cómo se deben administrar y qué se desea lograr con ellos. Es por esto que la plataforma Power BI es una herramienta muy útil en el momento de optimizar la gestión, ya que, permite cerrar la brecha entre los datos y la toma de decisiones al transformar datos sin procesar de una variedad de fuentes diferentes en información valiosa.

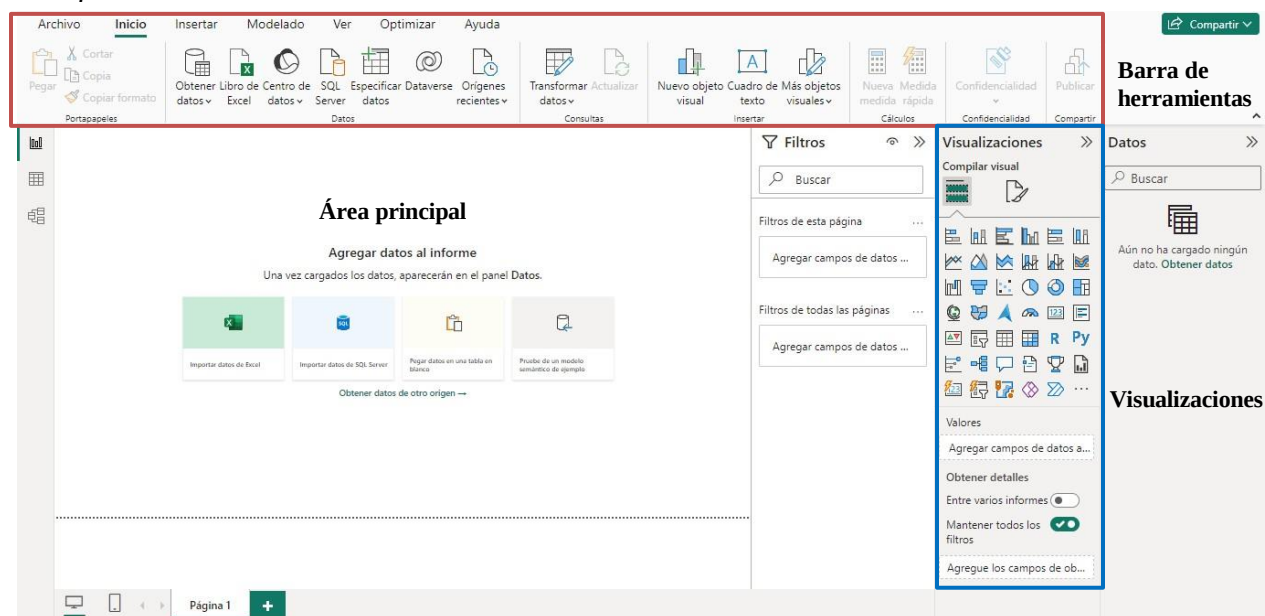
Uno de los mayores beneficios de Power BI es su simplicidad. Su interfaz sencilla y fácil de usar, como se muestra en la Figura 4, ofrece en la pestaña de Inicio acceso a las principales funciones, como importar datos, crear visualizaciones y conectar a diversas fuentes de datos. Otras pestañas como Insertar, Modelado y Vista ofrecen funciones específicas, como crear visualizaciones, administrar relaciones de datos y personalizar el diseño de los informes.

Además, cuenta con un área principal en donde se colocan y configuran las visualizaciones y gráficos. Los usuarios pueden generar informes y cuadros de mando a partir de múltiples fuentes de datos con un mínimo esfuerzo.

En el apartado de visualizaciones se encuentran los objetos visuales que son una parte vital para la gestión de datos, ya que, para una interpretación de manera clara y efectiva de estos, cada objeto visual puede representar y mostrar las bases de datos por medio de tablas, mapas, gráficos de barras y columnas, barras de líneas, gráficos circulares, de anillos, matrices, tarjetas de datos, graficas de área y demás. Además, los objetos visuales son totalmente personalizables, lo que significa que el usuario puede ajustar la apariencia, datos y requerimientos del informe.

Figura 4

Interfaz de Power BI.

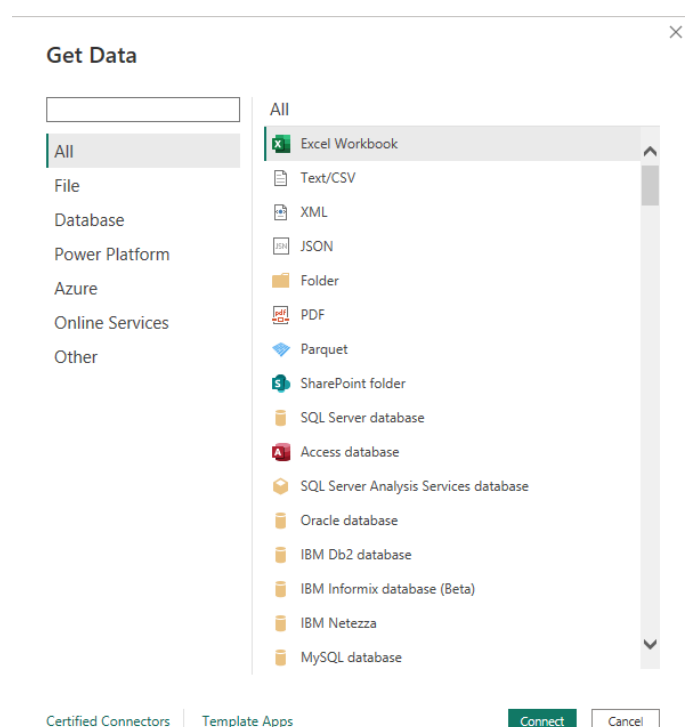


Nota. Fuente propia.

Otra característica destacada de Power BI es su capacidad para obtener datos de diversas fuentes. Esto permite seleccionar la información necesaria desde una amplia gama de fuentes de datos, que incluyen desde formatos básicos como Microsoft Excel, XML, JSON y PDF, hasta datos en línea como Salesforce, Microsoft Dynamics y Azure Blob Storage, como se puede apreciar en la Figura 5.

Figura 5

Ventana de obtener datos.



Nota. Fuente propia.

Asimismo, tiene la particularidad de mostrar la información en tiempo real. Los paneles y otras herramientas de generación de informes se actualizan automáticamente a medida que los

datos conectados se envían o se transmiten al servicio. Una vez la información se haya cargado, el software ofrece una sección de visualización de datos, como se muestra en la Figura 6, en el que se permite filtrar valores, cambiar los tipos de datos, su formato y más, facilitando las adaptaciones necesarias para generar el informe requerido.

Figura 6

Vista de los datos en Power BI.

Quarter End Date	Quarter Record Count	Calendar Year	End of Month	End of Quarter	End Month	Start of Quarter	Start Month
3/31/1991	80	1991	3/31/1991 12:00:00 AM	3/31/1991 12:00:00 AM	March	1/1/1991 12:00:00 AM	January
6/30/1991	113	1991	6/30/1991 12:00:00 AM	6/30/1991 12:00:00 AM	June	4/1/1991 12:00:00 AM	April
9/30/1991	132	1991	9/30/1991 12:00:00 AM	9/30/1991 12:00:00 AM	September	7/1/1991 12:00:00 AM	July
12/31/1991	145	1991	12/31/1991 12:00:00 AM	12/31/1991 12:00:00 AM	December	10/1/1991 12:00:00 AM	October
3/31/1992	143	1992	3/31/1992 12:00:00 AM	3/31/1992 12:00:00 AM	March	1/1/1992 12:00:00 AM	January
6/30/1992	145	1992	6/30/1992 12:00:00 AM	6/30/1992 12:00:00 AM	June	4/1/1992 12:00:00 AM	April
9/30/1992	151	1992	9/30/1992 12:00:00 AM	9/30/1992 12:00:00 AM	September	7/1/1992 12:00:00 AM	July
12/31/1992	153	1992	12/31/1992 12:00:00 AM	12/31/1992 12:00:00 AM	December	10/1/1992 12:00:00 AM	October
3/31/1993	154	1993	3/31/1993 12:00:00 AM	3/31/1993 12:00:00 AM	March	1/1/1993 12:00:00 AM	January
6/30/1993	153	1993	6/30/1993 12:00:00 AM	6/30/1993 12:00:00 AM	June	4/1/1993 12:00:00 AM	April
9/30/1993	155	1993	9/30/1993 12:00:00 AM	9/30/1993 12:00:00 AM	September	7/1/1993 12:00:00 AM	July
12/31/1993	154	1993	12/31/1993 12:00:00 AM	12/31/1993 12:00:00 AM	December	10/1/1993 12:00:00 AM	October
3/31/1994	147	1994	3/31/1994 12:00:00 AM	3/31/1994 12:00:00 AM	March	1/1/1994 12:00:00 AM	January
6/30/1994	144	1994	6/30/1994 12:00:00 AM	6/30/1994 12:00:00 AM	June	4/1/1994 12:00:00 AM	April
9/30/1994	174	1994	9/30/1994 12:00:00 AM	9/30/1994 12:00:00 AM	September	7/1/1994 12:00:00 AM	July
12/31/1994	175	1994	12/31/1994 12:00:00 AM	12/31/1994 12:00:00 AM	December	10/1/1994 12:00:00 AM	October
3/31/1995	172	1995	3/31/1995 12:00:00 AM	3/31/1995 12:00:00 AM	March	1/1/1995 12:00:00 AM	January
6/30/1995	173	1995	6/30/1995 12:00:00 AM	6/30/1995 12:00:00 AM	June	4/1/1995 12:00:00 AM	April
9/30/1995	172	1995	9/30/1995 12:00:00 AM	9/30/1995 12:00:00 AM	September	7/1/1995 12:00:00 AM	July
12/31/1995	173	1995	12/31/1995 12:00:00 AM	12/31/1995 12:00:00 AM	December	10/1/1995 12:00:00 AM	October
3/31/1996	171	1996	3/31/1996 12:00:00 AM	3/31/1996 12:00:00 AM	March	1/1/1996 12:00:00 AM	January
6/30/1996	171	1996	6/30/1996 12:00:00 AM	6/30/1996 12:00:00 AM	June	4/1/1996 12:00:00 AM	April
9/30/1996	174	1996	9/30/1996 12:00:00 AM	9/30/1996 12:00:00 AM	September	7/1/1996 12:00:00 AM	July
12/31/1996	174	1996	12/31/1996 12:00:00 AM	12/31/1996 12:00:00 AM	December	10/1/1996 12:00:00 AM	October

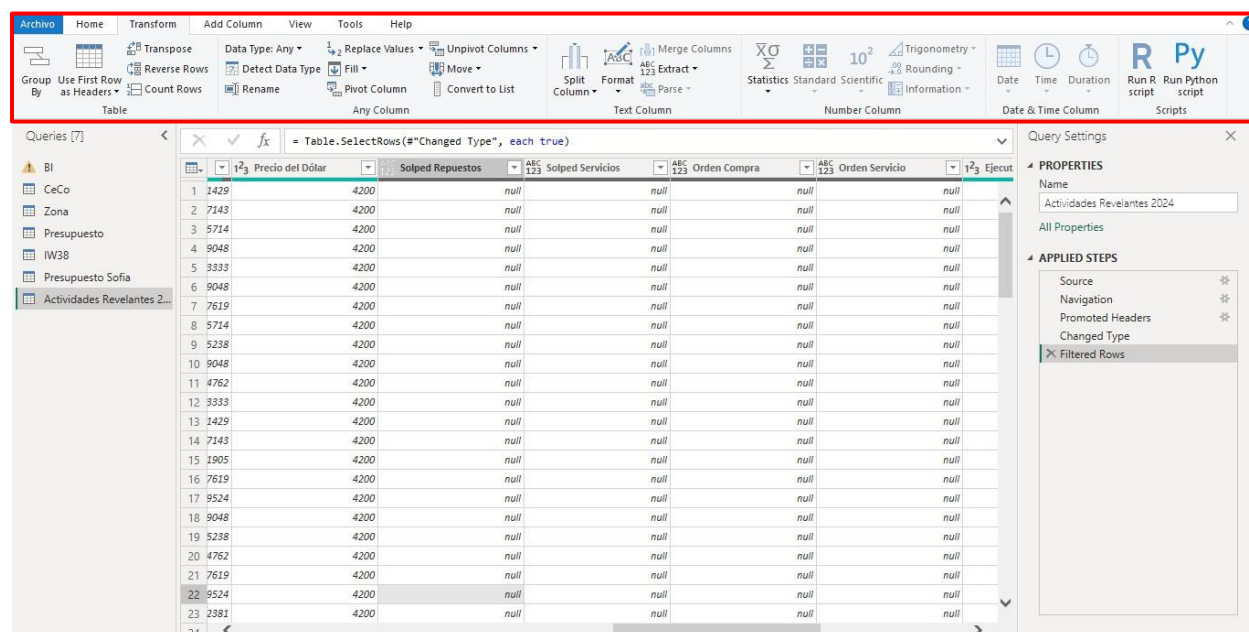
Nota. Fuente propia.

Por otra parte, Power BI tiene una función llamada Power Query la cual permite realizar el proceso ETL que es de importar o exportar, ordenar y transformar datos de varias fuentes antes de que estos sean cargados al cuadro de mando. Esta herramienta es fundamental para lograr un análisis efectivo y preciso al facilitar la limpieza y preparación de datos.

El motor de transformaciones es una característica útil de Power Query, en la cual se pueden realizar transformaciones tan sencillas como definir la primera fila como encabezado de la tabla, quitar columnas, filtrar filas, etc. hasta transformaciones más avanzadas como dinamizar columnas y filas, agrupar, combinar y agregar datos, entre otros.

Figura 7

Interfaz del editor de Power Query.



Nota. Herramientas principales de Power Query. Fuente propia.

Power BI tiene la capacidad de interpretar consultas y preguntas formuladas en un lenguaje natural. Todo lo que se necesita hacer para comenzar a explorar los datos de esta forma es usar la herramienta integrada de Q&A y hacer una pregunta simple, como por ejemplo "¿Cuáles fueron las cifras de ventas del último trimestre?". Luego, Power BI determinará automáticamente los datos más adecuados y elegirá las visualizaciones más apropiadas para

representarlos. De igual forma como se muestra en la Figura 8, la herramienta muestra una lista de sugerencias generadas por Power BI para ayudar al usuario a realizar una pregunta.

Figura 8

Herramienta de Q&A en Power BI.



Nota. Fuente propia.

3.1.3 Demostrar la importancia de Power BI como herramienta de visualización de datos para el área de mantenimiento.

Para el desarrollo de esta actividad se realizó una investigación en el campo internacional y nacional con el objetivo de evidenciar la importancia y potencial de la herramienta Power BI en el área de mantenimiento la cual es responsable de garantizar el rendimiento óptimo, la confiabilidad y la seguridad de diversos equipos, sistemas e instalaciones.

Antecedentes Internacionales

Según (Ramos Silva, 2021, pp. 3, 43) en su investigación de maestría titulada *Industrial Reporting Using Power BI* la cual tiene como objetivo un informe estandarizado en Microsoft Power BI para analizar los valores financieros de las unidades industriales de Amorim Cork SA, brindando una explicación detallada del Margen de Contribución Industrial y todas las subdivisiones que acompañan a ese concepto. Para lograr con éxito los objetivos, esa investigación analizó y trabajó con los datos brutos de la empresa, almacenados en cubos OLAP con subconjuntos de datos específicos, para expresar claramente la información necesaria, de una manera atractiva y eficaz. El trabajo desarrollado en este proyecto logró los objetivos planteados al inicio, los usuarios mostraron su satisfacción con el informe creado y expresaron su deseo de utilizarlo como su principal herramienta a la hora de analizar el desempeño de las fábricas en el futuro.

Por otro lado, (Tan et al., 2022, pp. 1–8) realizaron el estudio titulado *Data Analytics for Effective Project Management in the Oil and Gas Industry* el cual tiene como objetivo resaltar la eficacia del análisis de datos en la gestión de proyectos dentro del sector del petróleo y el gas. La metodología utilizada se basó en investigar e ilustrar las ventajas de incorporar análisis de datos en la gestión de proyectos en la industria del petróleo y el gas a través del estudio de caso de una importante empresa multinacional. De acuerdo a los resultados, el estudio estableció que se lograron mejores retornos cuando se tomaron decisiones basadas en datos en comparación con situaciones donde se ignoraron los datos más grandes.

Por lo que respecta a (Monferrer Marzá, 2021, pp. 7-15) en su tesis de investigación de pregrado *Dashboard mediante tecnología Power BI, lenguaje DAX y librería pbiviz* a través de su estudio obtiene el conjunto de requisitos de los clientes objetivos y analiza estos a fin de generar un conjunto de *dashboards* mediante la aplicación Power BI y sus herramientas anexas. La metodología de este proyecto se llevó a cabo con la metodología ágil, en donde se dividió el trabajo en *sprints* de bloques de 15 días laborables, haciéndolos coincidir así con los envíos periódicos propuestos para esta asignatura y revisando una pila del producto al finalizar cada sprint. A través de esta investigación se evidencio que el informe de rotación que se creó y fue utilizado por analistas a fin de obtener información de forma efectiva fue de ayuda a la toma de decisiones.

Con referencia a (Risco Pedraz, 2023, pp. 7, 59) en su trabajo de fin de máster titulado *Desarrollo y análisis de un sistema de gestión de mantenimiento sin coste* el cual se enfoca en el análisis y diseño de un sistema de gestión de mantenimiento y un cuadro de mando para la gestión eficiente del mantenimiento en una empresa industrial. Se realizó un análisis detallado de los requerimientos y necesidades específicas de la empresa industrial objeto de estudio, identificando los principales desafíos y se estableciendo los objetivos a alcanzar con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento y el cuadro de mando. En el estudio se llegó a la conclusión de que ODK junto con la herramienta de análisis Power BI puede ser una buena alternativa para cualquier empresa que no tenga los medios para adquirir un software de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).

Antecedentes Nacionales

Asimismo, (Gómez et al., 2022, pp. 9, 50, 84) realizaron la tesis de investigación de especialización titulada *Propuesta de diseño del tablero de indicadores de mantenimiento para empresas que distribuyan gas natural*, la cual tiene como objetivo principal medir cuantitativamente la eficiencia del servicio, estandarizando la manera de medir la gestión de los planes de mantenimiento a nivel nacional con el objetivo de aumentar la confiabilidad del sistema. Para el desarrollo de la investigación se tomó el proceso de mantenimiento de los activos de distribución de gas natural y se generó una tabla de clientes para establecer y ejemplificar cada uno de los indicadores con el objetivo de obtener diferentes escenarios que permitieran evaluar el cumplimiento de la calidad del servicio y hacer una evaluación económica de acuerdo a cada uno de ellos. Los resultados evidenciaron que elaborar una propuesta de tablero de indicadores de gestión de mantenimiento en una herramienta como el Power Bi es una solución eficiente, que garantiza la calidad en el tratamiento de la información, así como la consolidación de datos futuros que se puedan ir incorporando para dar continuidad a mediciones de desempeño de los activos.

En lo que concierne a (Cogollo Velásquez, 2022) en su tesis de pregrado titulada *Diseño e implementación de un modelo de datos de la plataforma Polaris Cloud Service en Power BI para la inteligencia de negocios del Banco de Crédito del Perú, cliente de World Pos Solutions de Ocaña, Norte de Santander*, tiene como objetivo diseñar e implementar un modelo de datos basado en la información de las terminales en la plataforma Polaris Cloud Service del Banco de

Crédito del Perú por medio de Power BI. Para llevar a cabo el proyecto, se realizaron procesos de obtención, preparación, modelado, visualización y presentación de datos. Mediante esta metodología, se logró construir tablas y relaciones necesarias basadas en el esquema de estrella para, posteriormente, diseñar el modelo de datos que permitiera obtener información de manera eficaz y óptima.

Por otro lado, (Pérez Ibáñez, 2023, pp. 9-11, 37) en su tesis de pregrado titulada *Realizar soporte especializado de aplicaciones NO SAP Nivel II en la suite de desarrollo de Microsoft Power Platform en Indra Colombia S.A.S* tiene el objetivo de realizar soporte especializado para aplicaciones NO SAP aplicando la mejor práctica de ITIL. Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los procesos de soporte sobre aplicaciones no SAP de la suite de desarrollo de Microsoft Power Platform, con el fin de identificar oportunidades de mejora mediante la mejor práctica de ITIL. A través de esta investigación se implementó un sistema de nomenclatura estandarizado para los paneles de Power BI en el Tenant de Ecopetrol. Este sistema simplifica la identificación y el acceso a los informes, solucionando problemas previos relacionados con la gestión de informes. Además, se automatizó el proceso de control de acceso para nuevos miembros que inician sesión en los tableros de Power BI para simplificar y acelerar las solicitudes de acceso, mejorando la experiencia del usuario.

3.2 Diseñar un cuadro de mando de seguimiento de todas las entregas de proveedores mediante el uso del programa de análisis de datos Power BI, para la visualización de cumplimientos de plazos y demoras.

Para dar cumplimiento a este objetivo se realizaron las siguientes actividades; en primera estancia se obtuvo las tablas y datos de las solicitudes de pedidos, lo cual fue primordial para el diseño del cuadro de mando, se creó estructuras para relacionar dichos datos y por último se diseñó la interfaz visual en Power BI para la filtración de entrega de los proveedores.

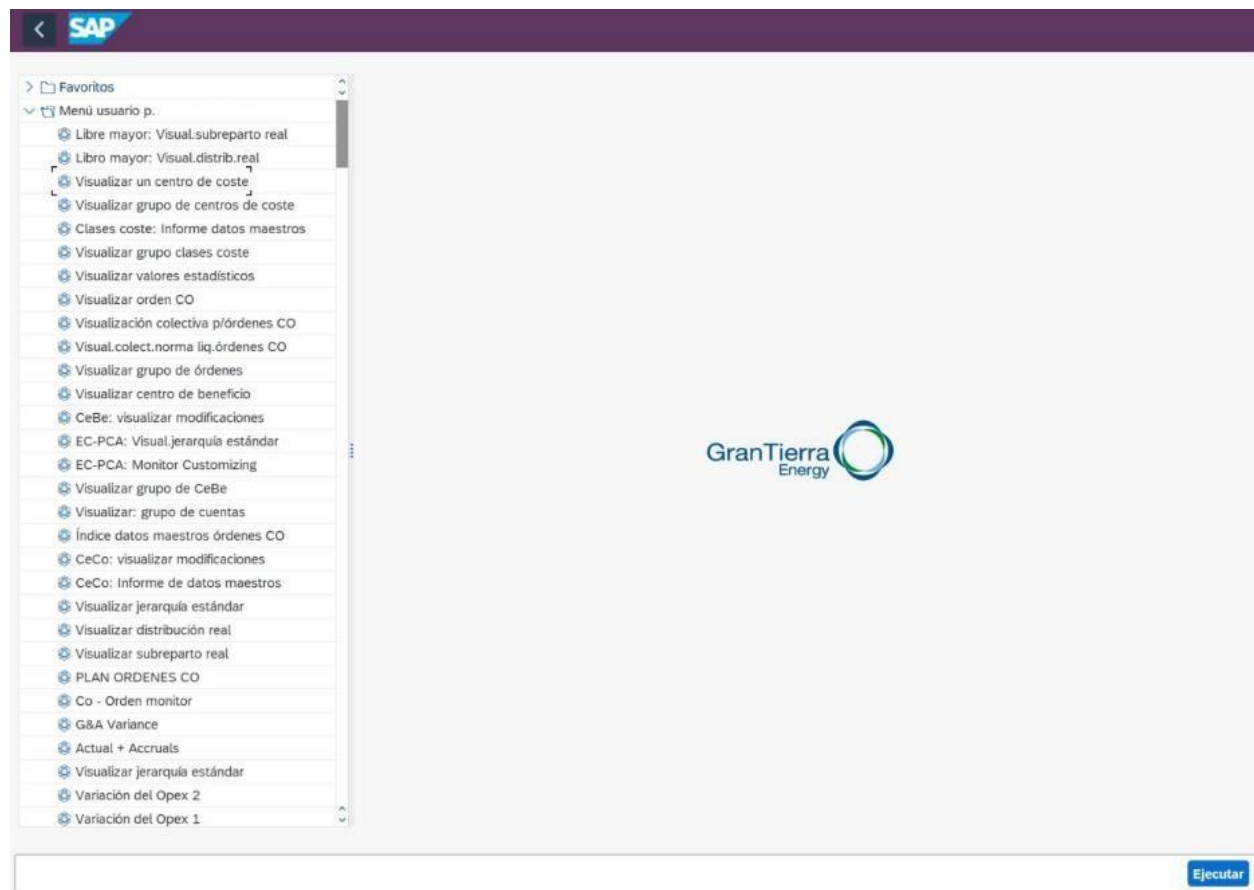
3.2.1 Obtener las tablas y datos de la plataforma SAP de las solicitudes de pedidos que serán incluidos en el modelo de datos

La utilización de la herramienta SAP y su módulo de mantenimiento de planta (SAP PM) fueron fundamental para llevar a cabo esta actividad, ya que, proporciona una amplia gama de funcionalidades para gestionar eficientemente el ciclo de vida completo del mantenimiento de activos, desde la planificación y ejecución hasta el análisis y la mejora continua.

En SAP PM se centraliza todo el sistema de gestión de mantenimiento de la compañía. Como se ilustra en la Figura 9, en la interfaz principal de SAP, se encuentra el menú de usuario, la opción de crear una solicitud de pedido, así como una barra de búsqueda para acceder a las transacciones de distintos procesos mediante códigos asignados por la empresa.

Figura 9

Interfaz principal de SAP.



Nota. Fuente propia.

El área de mantenimiento cuenta una base de datos que registra todas las compras de materiales, repuestos y servicios realizados por la organización desde el año 2018 en adelante, en ella se encuentra información del material, identificación del material y/o servicio, cantidad solicitada, proveedor con el que se realizó la compra, centro en la compañía al cual se destinará el material, los tiempos de entrega previstos por el proveedor, entre otros aspectos relevantes. Toda esta información se encuentra en la transacción ME2N, “Consulta de órdenes de compra por número de documento” como se ilustra en la Figura 10. Mediante esta base de datos, Power

BI puede visualizar completamente toda la información necesaria para el modelado del cuadro de mando, como el nombre del proveedor, la cantidad solicitada y de pedido, así como el fin del periodo válido de entrega, que es especialmente relevante para la creación del modelo de datos.

Figura 10

Transacción ME2N en SAP.

The image shows the SAP ME2N transaction form, which is used for creating and displaying purchase orders. The form is organized into several sections with input fields and buttons. The fields are as follows:

- Documento de compras:** A text field with a search icon.
- Organización de compras:** A text field.
- Alcance de la lista:** A dropdown menu with 'ALV' selected.
- Condiciones de selección:** A text field.
- Clase de documento:** A text field.
- Grupo de compras:** A text field.
- Centro:** A text field.
- Tipo de posición:** A text field.
- Tipo de imputación:** A text field.
- Fecha de entrega:** A date field.
- Día fijado para la validez:** A date field.
- Cobertura a:** A text field.
- Proveedor:** A text field.
- Centro suministrador:** A text field.
- Material:** A text field.
- Grupo de artículos:** A text field.
- Fecha de documento:** A date field.
- Número de artículo europeo:** A text field.
- Nº de material del proveedor:** A text field.
- Surtido parcial de proveedor:** A text field.
- Acción:** A text field.
- Temporada:** A text field.
- Año estación:** A text field.
- Texto breve:** A text field.
- Nombre del proveedor:** A text field.

Each text field is followed by a small 'a' icon and a button with a right-pointing arrow.

Nota. Fuente propia.

Para obtener la base de datos de todas las órdenes de compra realizadas para el área de mantenimiento, se debe realizar una búsqueda masiva de las órdenes de compra ubicadas en la

ME2N. Para esto, en la interfaz de la transacción, se debe seleccionar los centros de costos correspondientes al Valle del Magdalena Medio y ejecutar la búsqueda para así obtener una visualización completa de los documentos de compras hasta la fecha en que se realizó la búsqueda, como se ilustra en la Figura 11. Es importante destacar que este procedimiento se realizó dos veces, inicialmente se realizó al comienzo de la pasantía y posteriormente un mes antes de la finalización de esta, con el propósito de tener una base de datos totalmente actualizada antes de la culminación del proyecto.

Figura 11

Lista de documentos de compras en SAP.

Doc.compr...	Ce.	Mon.	ValPendTot	FinPerVal	Proveedor/Centro suministrador	Texto breve	Cód. Área	AdmonContr	Cl.	Fecha doc.
5723	C010	COP	0	30/05/2023	1798 MANTENI	reparación compresor Quincy PAD	A	A	7	13/12/2023
5701	C010	COP	0	26/12/2023	5807 OIL & GAS S	técnico de repara	A	A	6	5/12/2023
5689	C010	COP	0	21/12/2023	5807 OIL & GA	técnico para la c	A	JO	6	22/11/2023
5688	C010	COP	0	5/11/2023	5778 S	de calibración de válvula PSV d	A	A	7	22/11/2023
5683	C010	COP	0	31/12/2023	6118 LUBRIC	de análisis de muestras de acei	A	JO	7	20/11/2023
5664	C018	COP	0	30/09/2023	1987 GENERAL O	para el cambio un	A	JO	7	3/11/2023
5662	C010	COP	0	30/11/2023	1880 NEW LI	de correctivo Uni	A	JO	7	3/11/2023
5661	C010	COP	0	2/12/2023	1880 N	Cambio de sello de la cámara de empuje d	A	A	6	3/11/2023
5659	C010	COP	0	20/11/2023	6618 INGSECOL S.A.S	de suministro de agente limpio	A	J	6	3/11/2023
5652	C010	COP	0	17/11/2023	5807 OIL & GAS	COMPRA DE MATERIALES PARA BOMB	A	A	8	30/10/2023
5629	C010	COP	0	30/09/2023	5778 SERVICIO	de válvula PCV 3X	A	A	7	13/10/2023
5627	C018	COP	0	1/09/2023	5778 SERVI	de y calibración	A	A	7	13/10/2023
5620	C010	COP	0,00	12/01/2024	1341 FLOWSE	Junta, Carcasa, Bomba, FLOWSERVE, ZTNX	A	JO	8	10/10/2023
5619	C010	USD	0,00	11/11/2023	0926 WEATFORD C	Pantalla LCD, HMI, 71 800x480, Modelo: eX70	A	JO	8	10/10/2023
5606	C018	COP	0	2/10/2023	0944 CORPOR	Determinar la causa raíz de la falla de	A	JO	7	5/10/2023
5598	C010	COP	0	30/11/2023	2630 DISTRIBUIDIALES Y	Suministro de materiales facilidad de ga	A	J	8	29/09/2023
5594	C010	COP	0	11/11/2023	5021 INSERGROUP - SM S.A.S.	de aforo volumétrico tanques de	A	J	7	26/09/2023
5586	C010	COP	0	25/10/2023	4852 ANIX	Cable, Cu, PVC, THHN/THWN-2, 600V, 350kci	A	J	8	22/09/2023
5584	C010	COP	0	30/09/2023	2171 SER	Preventivo y correctivo aire ac	A	J	7	22/09/2023

Nota. Fuente propia.

Ya teniendo la visualización de lista completa de los documentos de compra en la plataforma SAP, para tener una tabla que pueda ser adecuada para Power BI, se definió la disposición de visualización de descarga como /ME2N AJCC “Layout estándar SAP; Vista básica” como se muestra en la Figura 12.

Figura 12

Exportación de ME2N en formato Excel (XLSX).

Layout	Denominación de la disposición	Parametriz. previa
/LOG	Layout estándar SAP. Vista básica	
/LOG.OS	Layout estándar SAP. Vista básica	
/LOGISTICA	Reporte para logística	
/MAFE	Layout estándar SAP. Vista básica	
/ME2N	Layout estándar SAP. Vista básica	
/ME2N A/ICC	Layout estándar SAP. Vista básica	
/ME2N.A	Layout estándar SAP. Vista básica	
/ME2NF	Layout estándar SAP. Vista básica	
/REPORTE	Layout estándar SAP. Vista básica	

Nota. Fuente propia.

Luego, como se ilustra en la Figura 13, entre las opciones de formato disponible, se seleccionó el formato de Office Open XML (XLSX) porque es el formato de archivo de las hojas de cálculo de Excel, el cual es compatible para la obtención de datos con Power BI. Seguidamente, se procedió a exportar la tabla de Excel con el nombre ME2N.

Figura 13

Exportación de ME2N en formato Excel (XLSX).

Seleccionar cálculo costes tabla

Formatos

☒ Sel.de todos los formatos disponibles

Excel - formato Office Open XML (XLSX)

☐ Aplicar siempre formato selec.

✓ ✗

Nota. Fuente propia.

En la Figura 14 se puede apreciar la tabla ME2N en Excel. Esta visualización muestra la base de datos de órdenes de compra, la cual abarca documentos tanto de compra de materiales y/o repuestos como de servicios realizados para el área de mantenimiento. Aquellos registros que contienen valores en la columna “Material” corresponden a los materiales y/o repuestos, mientras que los que no tienen valores corresponden a los servicios contratados. Esta distinción resulta fundamental para el análisis posterior, ya que permite identificar claramente los distintos tipos de transacciones y enfocar el análisis en los materiales y repuestos, que son los datos relevantes para el modelado de datos.

Figura 14

Lista de todas las órdenes de compra realizadas para el área de mantenimiento en Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Documento compras	Número de necesidad	Posición	Ind.liberación	Fecha documento	Proveedor/Centro suministrador	Material	Texto breve
1								
2	6000	null	50 A		Thursday,	10000: YOKO	65	DIGITAL IND
3	6000	null	40 A		Thursday,	10000: YOKO	65	DIGITAL IND
4	6000	null	30 A		Thursday,	10000: YOKO	65	TEMPERATU
5	6000	null	20 A		Thursday,	10000: YOKO	65	GAUGE PRES
6	6000	null	10 A		Thursday,	10000: YOKO	65	GAUGE PRES
7	6000	null	30 A		Thursday,	10000: TRAS	50	BALL, VALVE
8	6000	null	20 A		Thursday,	10000: TRAS	65	SEAT / GASK
9	6000	null	10 A		Thursday,	10000: TRAS	65	DIAPHRAGM
10	6000	null	10 A		Tuesday,	10000: FLOWS	65	SELLO MECA
11	6000	null	10 A		Tuesday,	10000: ALT	80	Aceite Shell
12	6000	null	10 A		Wednesday,	10000: EQU	12	TARJETA HO
13	6000	null	10 A		Thursday,	10000: LUBRICACION	80	LUBRICANTE
14	6000	null	20 A		Thursday,	10000: ROD	72	MANGUITO I
15	6000	null	10 A		Thursday,	10000: ROD	72	ROD, DE ROD
16	6000	null	10 A		Thursday,	10000: OIL & G.	65	SISTEMA DE
17	6000	null	60 A		Wednesday,	10000: PUF	37	PAD, 03X2.3
18	6000	null	50 A		Wednesday,	10000: PUF	37	ORIFICE, PIL
19	6000	null	40 A		Wednesday,	10000: PUF	37	Orifice; PN:
20	6000	null	30 A		Wednesday,	10000: PUF	37	KIT, REPAIR;
21	6000	null	20 A		Wednesday,	10000: PUF	37	O-RING; PN:
22	6000	null	10 A		Wednesday,	10000: PUF	37	299H Pressu

Nota. Fuente propia.

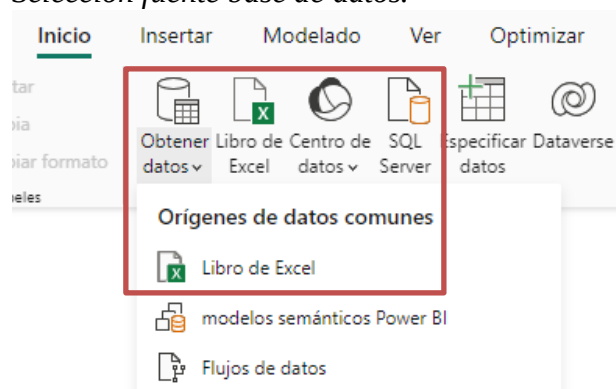
3.2.2 Identificar los proveedores que han entregado los repuestos y/o materiales requeridos y distinguirlos de aquellos que aún no lo han hecho.

Como se ha mencionado anteriormente, el modelo de datos se estructura en función al seguimiento de la entrega, entrega parcial o la no entrega de materiales y/o repuestos por parte de los proveedores dentro de un periodo definido por los mismos. Dado que la base de datos principal (tabla ME2N) contiene todas las órdenes de compra desde 2018 hasta la fecha para el área de mantenimiento, es pertinente clasificar cada una de ellas para tener una visualización clara y detallada de cuales están aún por entregar para, posteriormente, verificar si todavía se encuentran dentro del periodo valido de entrega o si ya han excedido dicho plazo.

Una vez que la base de datos está descargada en formato Excel, se procede a importar la tabla a Power BI mediante la opción “Obtener datos”, seguida de la selección de “Libro de Excel”, tal como se muestra en la Figura 15. Esta acción permite establecer una conexión directa entre Power BI y la hoja de cálculo de Excel, facilitando así la extracción de los datos necesarios para el análisis.

Figura 15

Selección fuente base de datos.

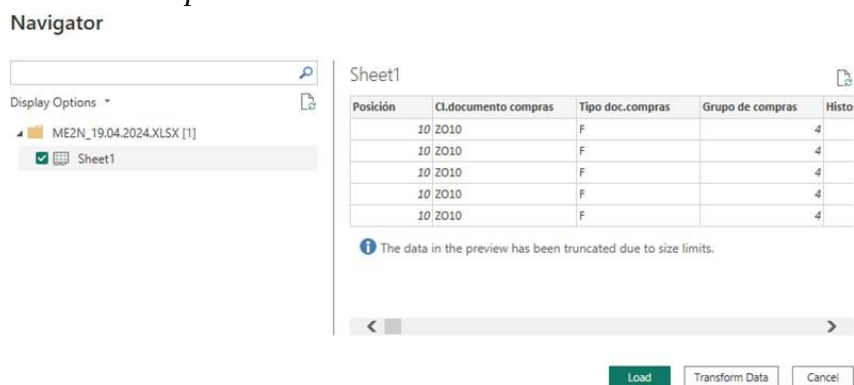


Nota. Fuente propia.

Luego de seleccionar “Libro de Excel”, el programa abre una pestaña para que se eligiera el archivo de Excel a trabajar. Una vez realizado este paso, se abre el navegador en donde se eligió la tabla dentro del archivo que se iba a escoger. Posteriormente, se selecciona la opción de “Cargar”, lo que permite que los datos seleccionados se importen a Power BI para su posterior análisis y visualización.

Figura 16

Selección tabla para la base de datos.



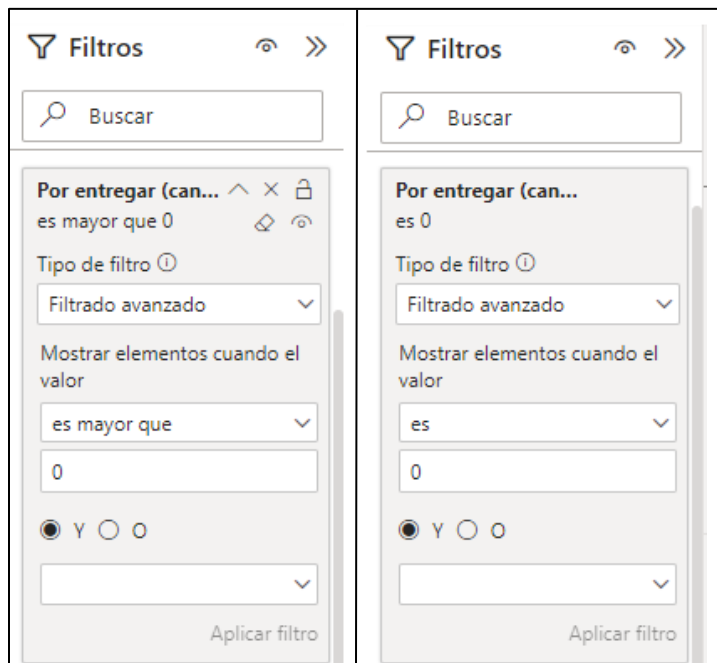
Nota. Fuente propia.

Al usar la característica de vista de datos del programa, se pudo identificar que aquellas órdenes de compra que en la columna “Por entregar (cantidad)” tenían un valor igual a cero significaban que eran los cuales los proveedores ya habían entregado los materiales en su totalidad. Por el contrario, aquellos que tenían valores mayores a cero indicaban que los proveedores todavía no habían entregado los materiales o habían hecho una entrega parcial de estos.

Por lo tanto, se crearon 3 páginas en el cuadro de mando con los siguientes nombres: “Período Vencido”, “Período Válido” y “Ya Entregado” para diferenciar cada estado de las órdenes de compra. Seguidamente, se utilizó la opción de Filtros en el panel de filtros. En las páginas “Período Vencido” y “Período Válido”, se seleccionó la columna “Por entregar (cantidad)” con un tipo de filtro avanzado que mostrara elementos cuando el valor fuera mayor que 0. Para la última página, se utilizó la misma opción, pero cambiando para que mostrara elementos cuando el valor fuera igual a 0. La Figura 17 ilustra este proceso.

Figura 17

Filtro aplicado a las tres páginas.

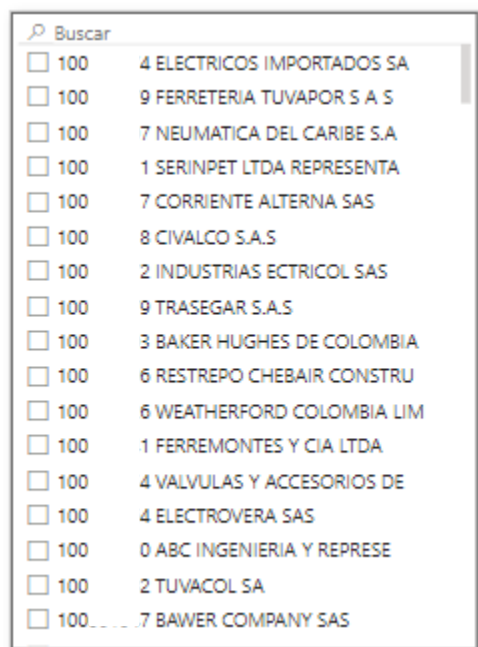


Nota. El primer filtro se aplicó a las páginas “Periodo vencido” y “Periodo Valido” mientras que el segundo se aplicó a la página “Ya Entregó”. Fuente propia.

Seguidamente, se añadió un objeto visual de segmentación de datos en cada una de las páginas, permitiendo así visualizar la lista de proveedores según la página y los filtros aplicados. Como se muestra en la Figura 18, con este objeto visual se logró identificar a los proveedores que ya habían entregado los repuestos y/o materiales requeridos. Aquellos que no aparecían en la lista de la página “Ya entregó” podían ser fácilmente distinguidos como proveedores que aún no habían realizado la entrega.

Figura 18

Lista de proveedores que ya entregaron.



Nota. Fuente propia.

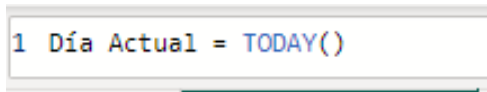
3.2.3 Crear relaciones de datos, filtros y fórmulas DAX que se requieran en el modelado de los mismos.

Para realizar el diseño del seguimiento de proveedores, fue necesario determinar el tiempo transcurrido desde la fecha de entrega para aquellos proveedores cuyas órdenes ya habían pasado su fecha límite de entrega. Asimismo, se requería conocer el tiempo restante para la entrega de los materiales para aquellos proveedores cuyas órdenes aún estaban dentro del período válido de entrega.

Para definir estos parámetros se utilizó la función de columna calculada dentro del panel de datos para crear un nuevo campo y obtener los resultados buscados. En este caso, la Figura 19 muestra la función DAX de la nueva columna “Día actual” la cual se utilizó para que el programa muestre la fecha actual, independientemente del momento en que se abra el cuadro de mando. Esto se hizo con el propósito de determinar cuánto tiempo había transcurrido desde la fecha de vencimiento del período o cuánto tiempo quedaba para que se venciera el período en cada documento de compra.

Figura 19

Función dax día actual.



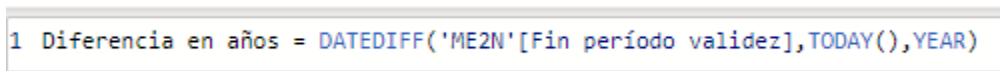
```
1 Día Actual = TODAY()
```

Nota. Fuente propia.

Seguidamente, se crearon tres columnas calculadas para determinar cuántos años, meses y días tiene de período vencido cada material y/o repuesto, comparando la columna de "día actual" con la de "fin de período de validez" para calcular la diferencia en tiempo entre ambas fechas. Las Figuras 21, 22 y 23 ilustran estas fórmulas DAX de las columnas calculadas, proporcionando así una representación visual del proceso de cálculo realizado en Power BI.

Figura 20

Función dax diferencia en años.



```
1 Diferencia en años = DATEDIFF('ME2N'[Fin período validez],TODAY(),YEAR)
```

Nota. Fuente propia.

Figura 21

Función dax diferencia en meses.

```
1 Diferencia en meses = DATEDIFF('ME2N'[Fin período validez],TODAY(),MONTH)
```

Nota. Fuente propia.

Figura 22

Función dax diferencia en días.

```
1 Diferencia en días = DATEDIFF('ME2N'[Fin período validez],TODAY(),DAY)
```

Nota. Fuente propia.

A partir de las columnas calculadas anteriores, se procedió a crear otra columna llamada “Tiempo Vencido”, en la que se utilizó la función de concatenar para unir la columna de años y meses de vencimiento del periodo, para así, tener una visualización clara y comprensible del tiempo de vencimiento. Su fórmula DAX se muestra en la Figura 23.

Figura 23

Función dax “Tiempo vencido”

```
1 Tiempo Vencido = 'ME2N'[Diferencia en años]&" Años ("& 'ME2N'[Diferencia en meses]&" Meses)"
```

Nota. Fuente propia.

Luego, se crearon tres columnas calculadas, similares a las realizadas previamente, para determinar en años, meses y días el tiempo restante que tiene cada proveedor para realizar la

entrega antes de que finalice el período válido. Una vez creadas, se generó la columna denominada “Tiempo para entregar”, donde se concatenan los años y meses. Las Figuras 24, 24, 26 y 27 ilustran las fórmulas DAX utilizadas en estas columnas calculadas.

Figura 24

Función dax para entregar en años.

```
1 Para entregar años = DATEDIFF(TODAY(), 'ME2N'[Fin período validez], YEAR)
```

Nota. Fuente propia.

Figura 25

Función dax para entregar en meses.

```
1 Para entregar meses = DATEDIFF(TODAY(), 'ME2N'[Fin período validez], MONTH)
```

Nota. Fuente propia.

Figura 26

Función dax diferencia en días.

```
1 Para entregar días = DATEDIFF(TODAY(), 'ME2N'[Fin período validez], DAY)
```

Nota. Fuente propia.

Figura 27

Función dax “Tiempo para entregar”

```
1 Tiempo para entregar = 'ME2N'[Para entregar años]&" Años ("& 'ME2N'[Para entregar meses]&" Meses)"
```

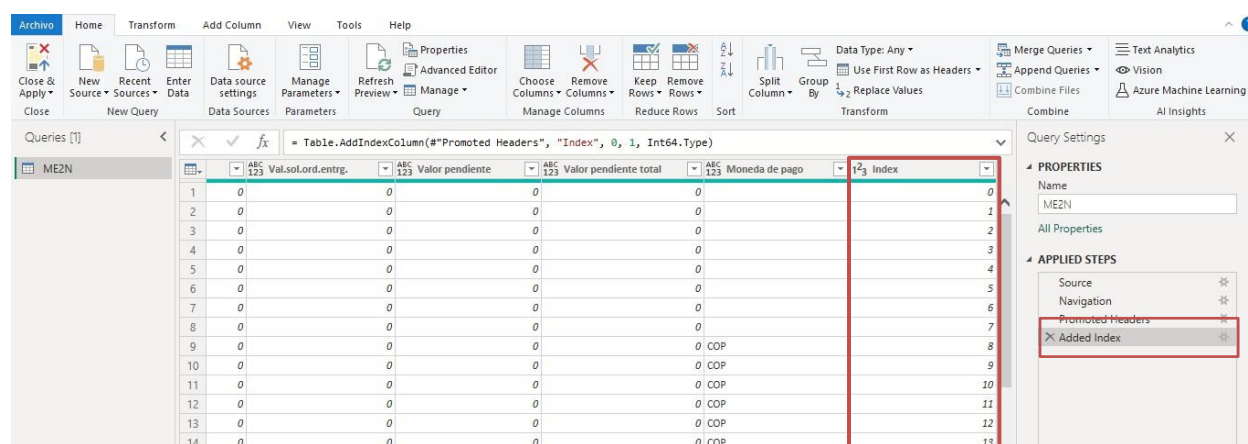
Nota. Fuente propia.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que, para analizar cada documento de compra y cada material, fue necesario crear un código único para cada línea de la base de datos. Esto se debe a que un código de documento de compra puede estar relacionado a distintos materiales pedidos en la misma orden de compra, y de igual manera, un código de material puede estar vinculado a varios centros de costo y documentos de compra, lo cual generaría errores y confusiones al momento de realizar búsquedas específicas.

Para garantizar la unicidad del código, se optó por añadir un índice de modo que cada línea o documento de compra tuviera un número único. Para esto se usó la herramienta de Power Query y seguidamente en la sección de añadir columna se usó la función “Columna de índice”, como se puede ver en la Figura 28.

Figura 28

Creación del índice.



Nota. Fuente propia.

Posteriormente, se concatenó la columna de índice junto con el centro logístico y el material, logrando así que Power BI reconozca cada línea como única, evitando errores en futuras búsquedas. Este proceso se ilustra en las Figuras 29 y 30.

Figura 29

Función dax “Llave material”

```
1 Llave Material = 'ME2N'[Index]&""&'ME2N'[Material]&""&'ME2N'[Centro]
```

Nota. Fuente propia.

Figura 30

Columna “Llave material” e “Índice”

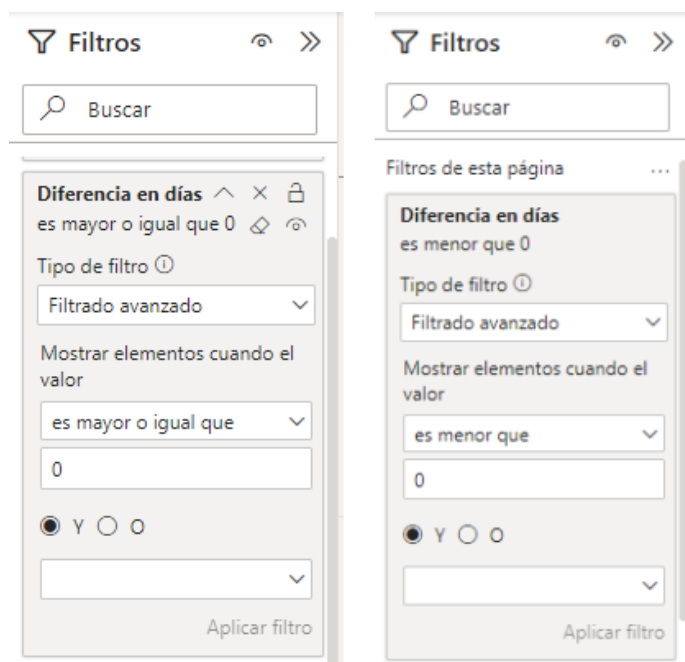
Llave Material	Index
197536395C010	1975
197736362C010	1977
197964363C010	1979
198336363C010	1983
198464364C010	1984
198664365C010	1986

Nota. Ejemplo de la columna con la función dax “Llave material”. Fuente propia.

Por último, como se muestra en la Figura 31, se agregaron los filtros finales para que el programa pudiera diferenciar entre proveedores y materiales con período vencido y aquellos con período válido para entregar. Utilizando las columnas creadas en pasos anteriores, se definió que un período vencido correspondía a una diferencia de días igual o mayor a 0, mientras que un período válido tenía una diferencia de días menor a 0.

Figura 31

Filtro para página de periodo vencido y periodo valido.



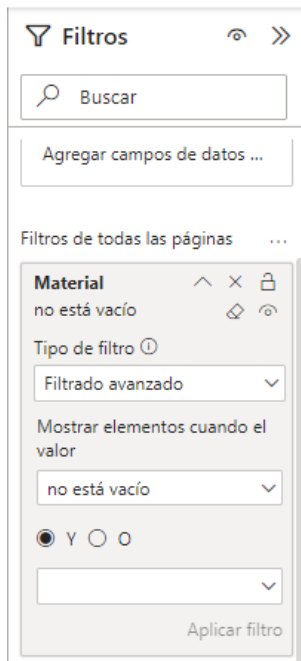
Nota. Filtros aplicados para las páginas de periodo vencido y periodo valido, respectivamente.

Fuente propia.

Asimismo, se añadió un filtro final que se aplicará a todas las páginas, para asegurar que todos los datos analizados correspondan a solicitudes de pedido de materiales y/o repuestos, y no de servicios. Como se mencionó anteriormente, aquellos registros donde la columna material está vacía indican que son servicios, mientras que aquellos con un código escrito indican que son materiales. En la Figura 32 se ilustra el filtro creado en base a este criterio.

Figura 32

Filtro para todas las páginas de materiales.



Nota. Fuente propia.

3.2.4 Diseñar una interfaz visual personalizada en Power BI que integre información de las Solpeds para filtrar el tiempo de entrega de los proveedores.

Luego de haber cargado todos los datos, añadido los filtros, columnas calculadas con sus funciones dax necesarias, se procedió a crear la interfaz en Power BI. Según lo establecido con el senior de mantenimiento se propuso ciertos criterios de visualización y búsqueda para el modelo de datos.

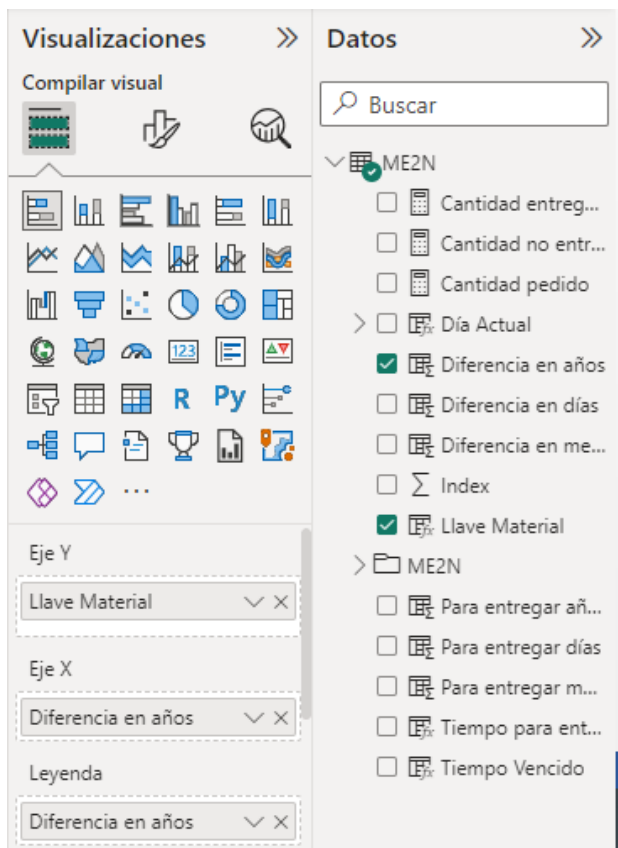
Para representar los datos de período o tiempo vencido de acuerdo a cada material, se requirió diferenciarlos por años, meses y días. Para lograr esto, se escogió el gráfico de barras apiladas debido a su capacidad para mostrar los valores de mayor a menor y proporcionar una visualización clara, evidenciando el tamaño relativo de cada categoría. Este tipo de gráfico es particularmente útil porque permite subdividir los datos por colores en función de subgrupos, lo cual facilita la identificación y comparación de las distintas categorías de vencimiento de periodo.

Primero se seleccionó la función del gráfico de barras, lo cual abrió una ventana para comenzar a crear el gráfico. En la pestaña de visualizaciones, se dio la opción de elegir qué columnas o datos añadir. Para dividir el gráfico por años, se utilizó el campo “Llave material”, que se ubicó en el eje “Y” para representar cada material y/o repuesto con período vencido. Adicionalmente, se empleó el campo “Diferencia en años” en el eje “X” para indicar cuántos años tiene de vencido el período de cada material. Este mismo campo se usó como leyenda para diferenciar por colores cada año de vencimiento, como se ilustra en la Figura 33.

Además, se tuvo en cuenta que Power BI incluye los datos de todas las llaves de material en estos campos, incluso aquellos con períodos vencidos en meses y días. Para enfocarse exclusivamente en los materiales con períodos vencidos en años, se añadieron dos filtros específicos a este objeto visual. Estos filtros aseguran que solo se muestren los materiales con períodos vencidos en años, excluyendo así los que tienen vencimientos en meses o días, como se puede observar en la Figura 33.

Figura 33

Datos seleccionados para periodo vencido en años.

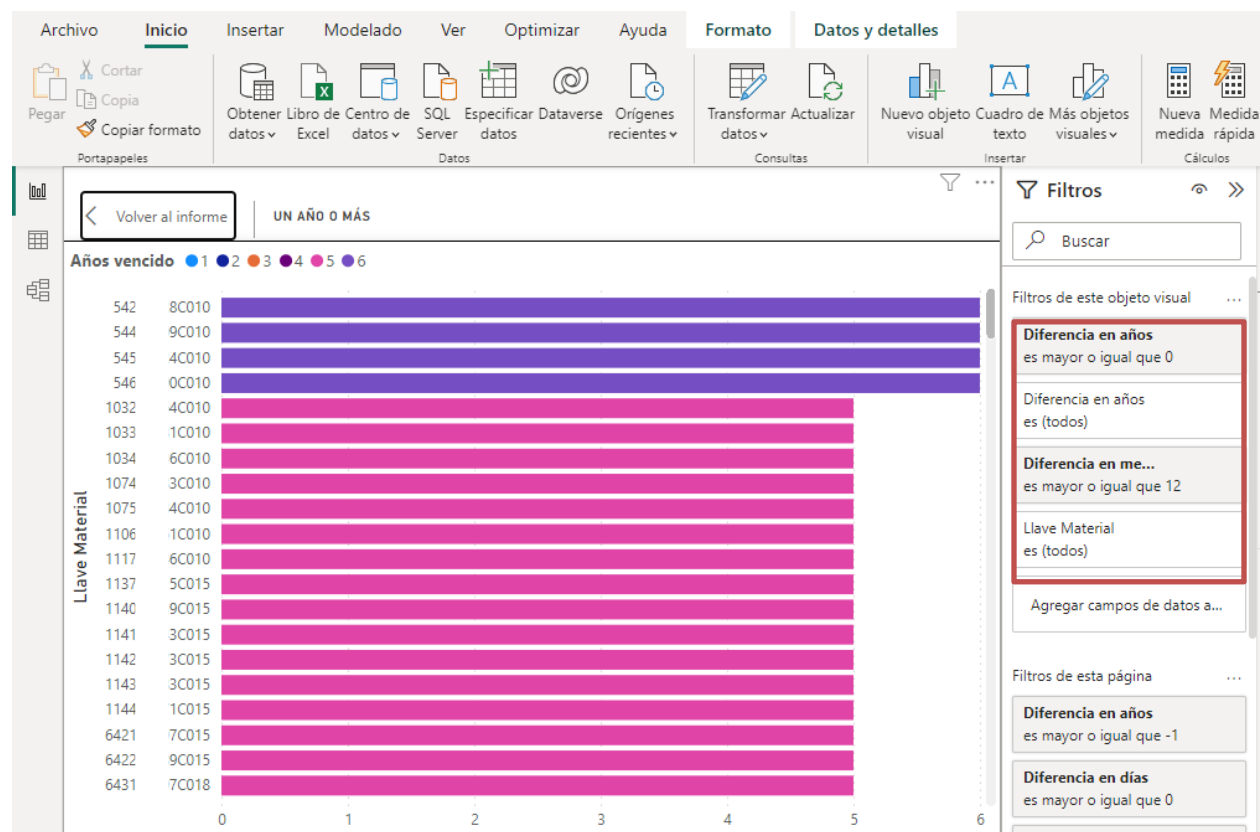


Nota. Fuente propia.

Para el filtro de periodos vencidos en años, la diferencia en años debía ser mayor o igual a 0, ya que las diferencias menores a cero correspondían a periodos vencidos en meses y días. Para asegurar que el gráfico mostrara solo la información necesaria, se añadió un segundo filtro, considerando que, si la diferencia era mayor o igual a 12, el periodo ya estaba en años.

Figura 34

Filtros seleccionados para periodo vencido en años.



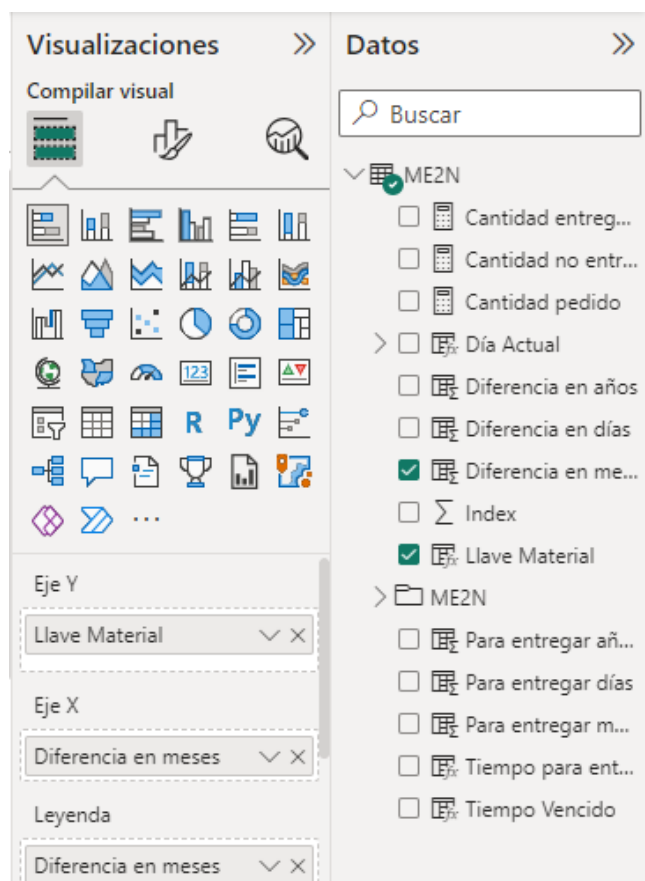
Nota. Fuente propia.

Por otro lado, para la representación de períodos vencidos en meses y días se hizo uso de la misma herramienta de gráfico de barras apiladas. De esta manera, una comparación coherente entre las distintas categorías de vencimiento. En ambos casos, se utilizó el mismo campo de “Llave material” en el eje para mostrar cada material y/o repuesto con período vencido. Para los meses, se usó el campo “Diferencia en meses” y para los días, se usó “Diferencia en días” para mostrar cuantos meses y días, respectivamente, tiene de vencido el periodo de cada materia.

Estos mismos campos se emplearon como leyenda para diferenciar por colores los meses y días, como se ilustra en la Figura 35 y 36.

Figura 35

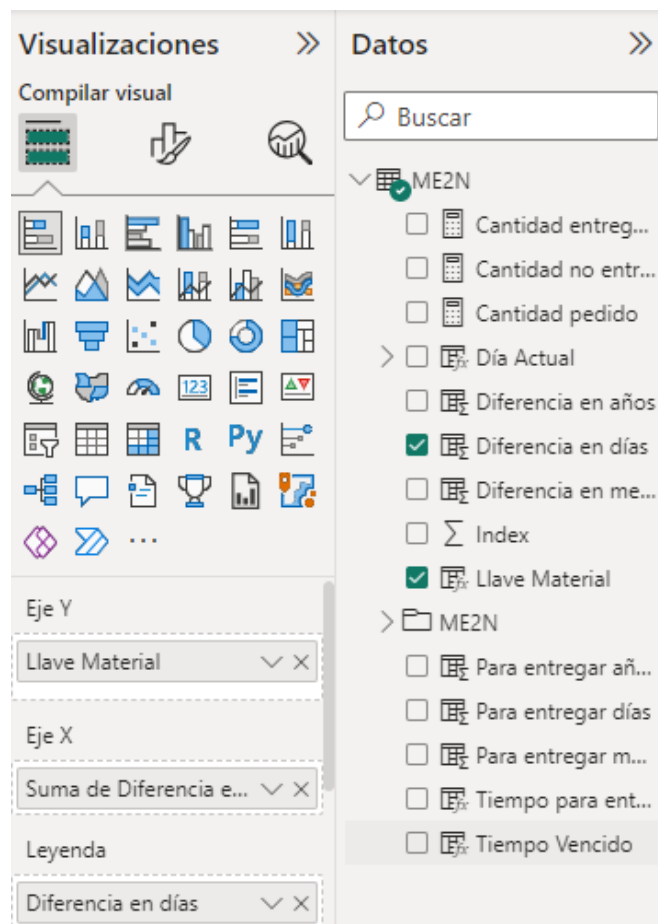
Datos seleccionados para periodo vencido en meses.



Nota. Fuente propia.

Figura 36

Datos seleccionados para periodo vencido en días.



Nota. Fuente propia.

En la Figura 37 y 38 se muestra que, al igual que en el segmento de años, se añadieron filtros exclusivos a las secciones de meses y días para que los objetos visuales mostraran únicamente los datos correspondientes.

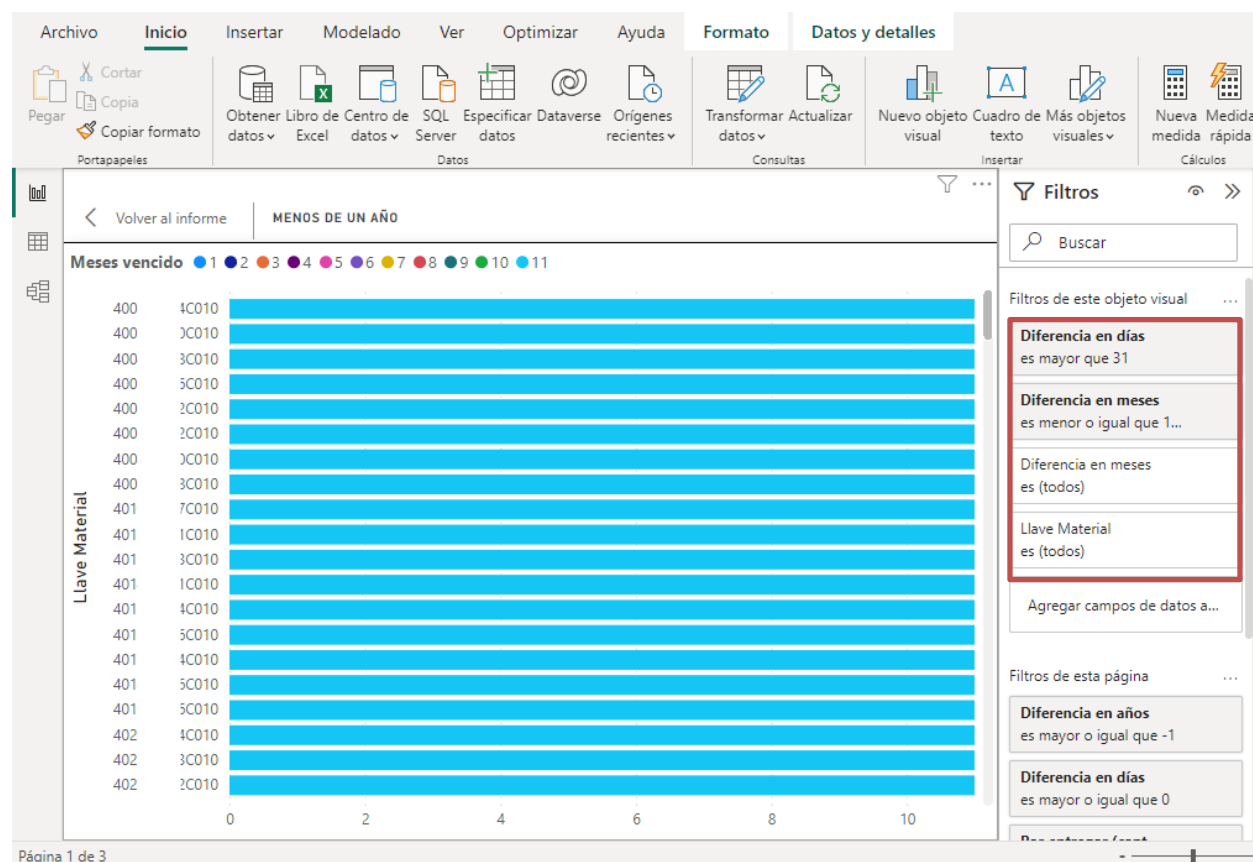
Para el filtro de periodos vencidos en meses, la diferencia en meses debía ser menor o igual a 11, ya que las diferencias mayores a 12 correspondían a periodos vencidos en años.

Además, la diferencia en días debía ser mayor que 31, considerando que un mes tenía 31 días; por lo tanto, cualquier dato menor se consideraría como periodo vencido en días.

Para el filtro de periodos vencidos en días, como se mencionó previamente, cada dato menor a un mes se consideraría como periodo vencido en días. De acuerdo a la consideración del senior de mantenimiento, se tomó como base 31 días para un mes y cualquier diferencia menor a este número también se consideraría como periodo vencido en días.

Figura 37

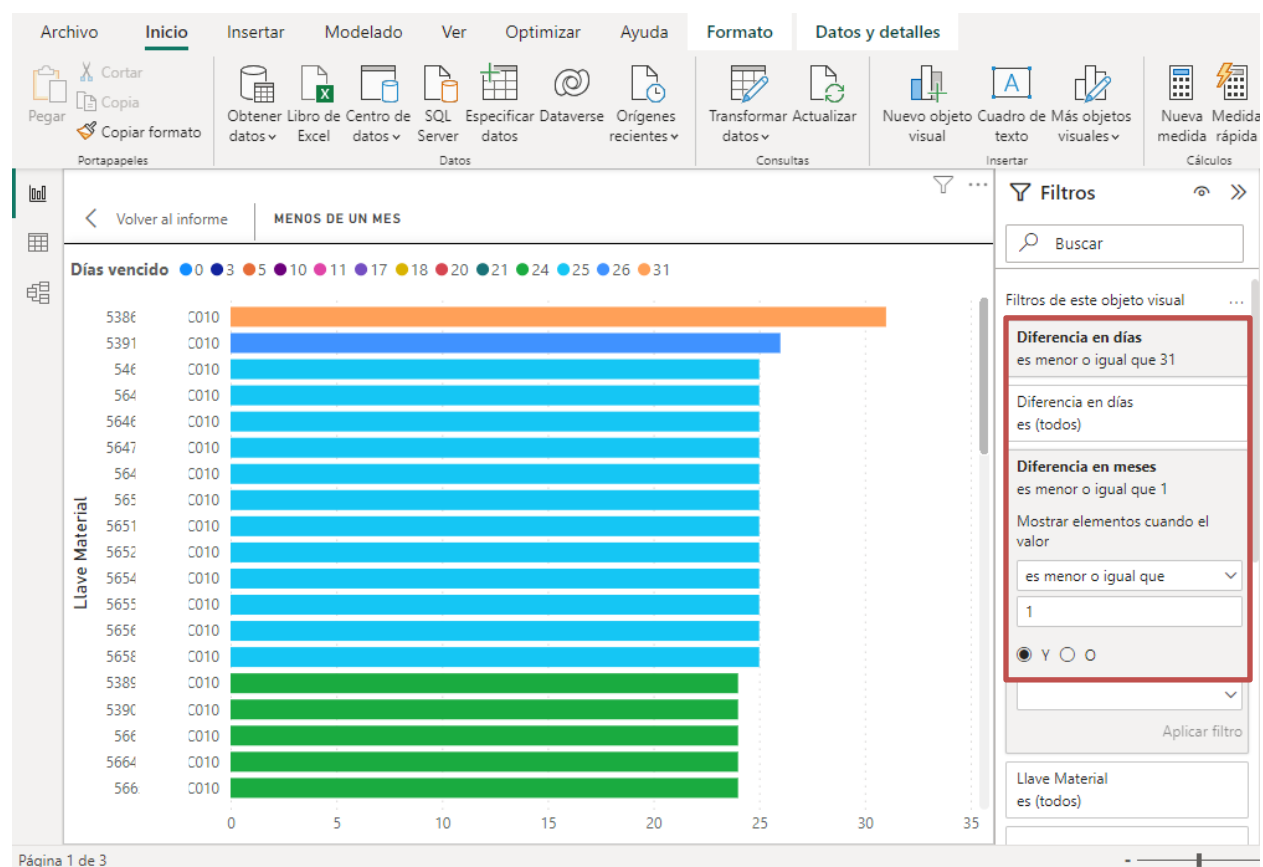
Filtros seleccionados para periodo vencido en meses.



Nota. Fuente propia.

Figura 38

Filtros seleccionados para periodo vencido en días.



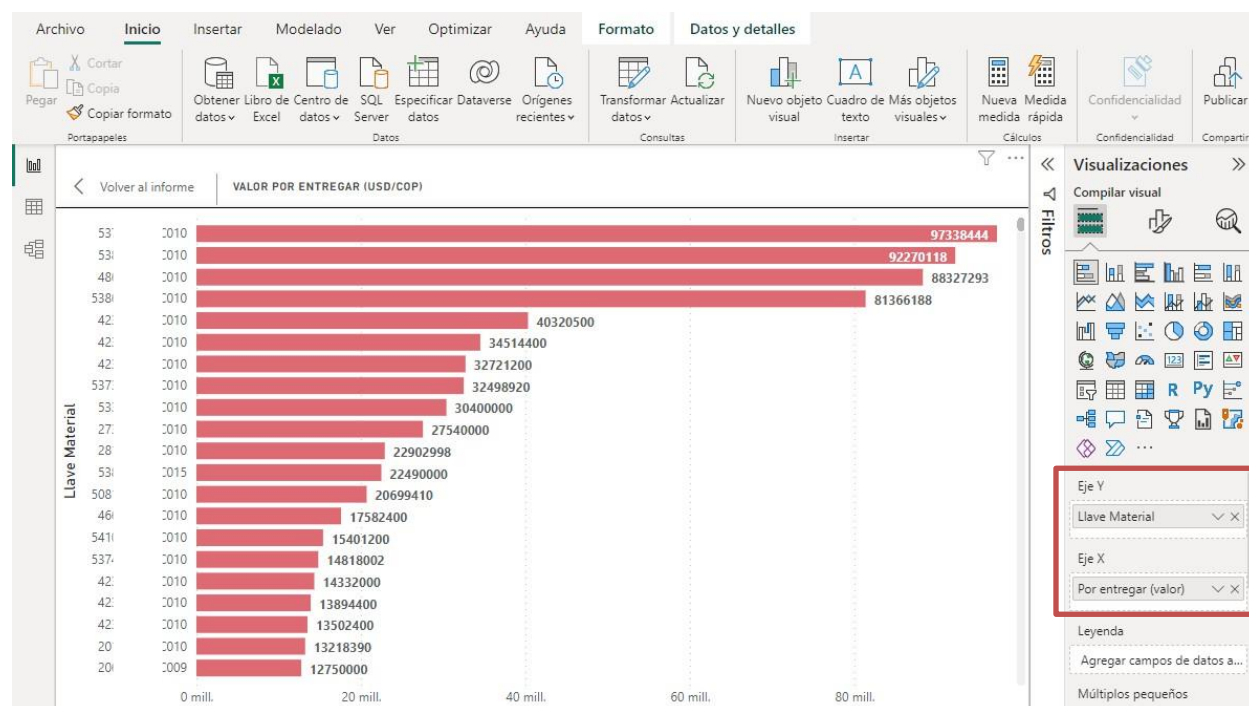
Nota. Fuente propia.

Otro criterio que se tuvo que tener en cuenta era que se necesitaba visualizar el monto registrado de dinero de cada material y/o repuesto por entregar, ya que esto permitiría identificar cuáles solicitudes de pedido tienen mayor valor en cuestión de dinero, facilitando la toma de decisiones respecto a los proveedores. Considerando que los datos de la moneda están divididos entre dólares (USD) y pesos colombianos (COP), se requirió de añadir una visualización de este. Para esto, se decidió utilizar un gráfico de barras apiladas, usando el campo “Llave material” en el eje para mostrar cada material y/o repuesto, y el campo “Por entregar (valor)” para mostrar el

monto de dinero relacionado con cada llave de material. El objeto visual y las columnas seleccionadas para este se ven en la Figura 39.

Figura 39

Objeto visual para “Valor por entregar (valor)”.



Nota. Fuente propia.

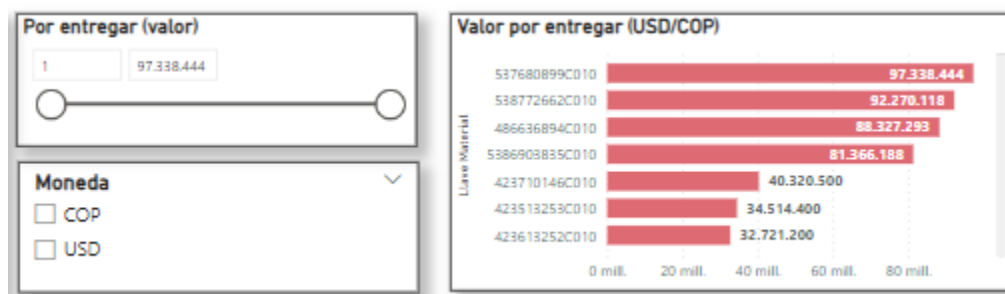
Para facilitar el acceso, filtrado y visualización clara de los datos, se hizo uso de la función de segmentación de datos en Power BI. Esta función es un objeto visual que permite filtrar o limitar los demás objetos visuales en el cuadro de mandos.

Para la gráfica de “Valor por entregar (USD/COP)”, se crearon dos segmentaciones de datos específicas, como se ilustran en la Figura 40. La primera segmentación permite filtrar los

datos de acuerdo al tipo de moneda, ya sea en pesos colombianos (COP) o en dólares estadounidenses (USD). Esto es crucial para asegurar que los usuarios puedan analizar y comparar los valores en la moneda de su preferencia, evitando confusiones. La segunda segmentación de datos permite filtrar las llaves de materiales según el monto de dinero. Este filtro adicional ofrece la flexibilidad de visualizar únicamente los materiales que cumplen con ciertos criterios monetarios definidos por el usuario.

Figura 40

Segmentación de datos para el grafico “Valor por entregar (USD/COP)”.



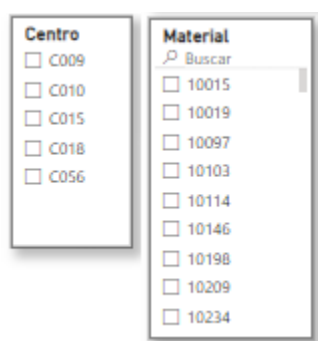
Nota. Fuente propia.

Asimismo, se crearon otras segmentaciones de datos para el cuadro de mando, proporcionando opciones adicionales para filtrar y analizar la información de manera más efectiva. Una de estas segmentaciones corresponde al centro logístico de la empresa al que fue pedido cada material, permitiendo a los usuarios filtrar los datos según el centro de distribución específico.

Otra segmentación importante que se creó se basa en el código del material, el cual está asignado desde la plataforma SAP. Esta segmentación es particularmente útil para realizar búsquedas específicas cuando solo se dispone del código del material (ver Figura 41).

Figura 41

Segmentación de datos.



Nota. Fuente propia.

Luego, para compilar toda la información relevante de cada documento de compra al momento de realizar búsquedas y filtraciones, se creó una tabla donde se destacan dichos datos. Esta tabla permite a los usuarios visualizar de manera consolidada todos los detalles importantes de cada documento de compra, facilitando el acceso rápido a la información crucial.

En la Figura 42 se muestran los datos seleccionados para incluir en la tabla, los cuales abarcan diversos aspectos relevantes como el código del material, el centro logístico, el proveedor, el monto por entregar y el estado del período (vencido o válido). La Figura 43 ilustra

el resultado final de la tabla, donde se puede ver cómo se presentan los datos de manera organizada y accesible.

Figura 42

Datos incluidos en la tabla.

The image shows a data entry interface with three main sections: Filas, Columnas, and Valores. The Filas section has a dropdown for 'Llave Material'. The Columnas section lists various fields: 'Nombre de proveedor', 'Material', 'Repuesto/Material', 'Cantidad pedida', 'Por entregar', 'Fin período validez', 'Tiempo Vencido', 'Días', 'Valor por entregar', and 'Moneda'. The Valores section lists 'Posición', 'Doc compras', and 'Centro'. Each field has a dropdown arrow and an 'X' icon to remove it.

Nota. Fuente propia.

Figura 43

Tabla con la información relevante.

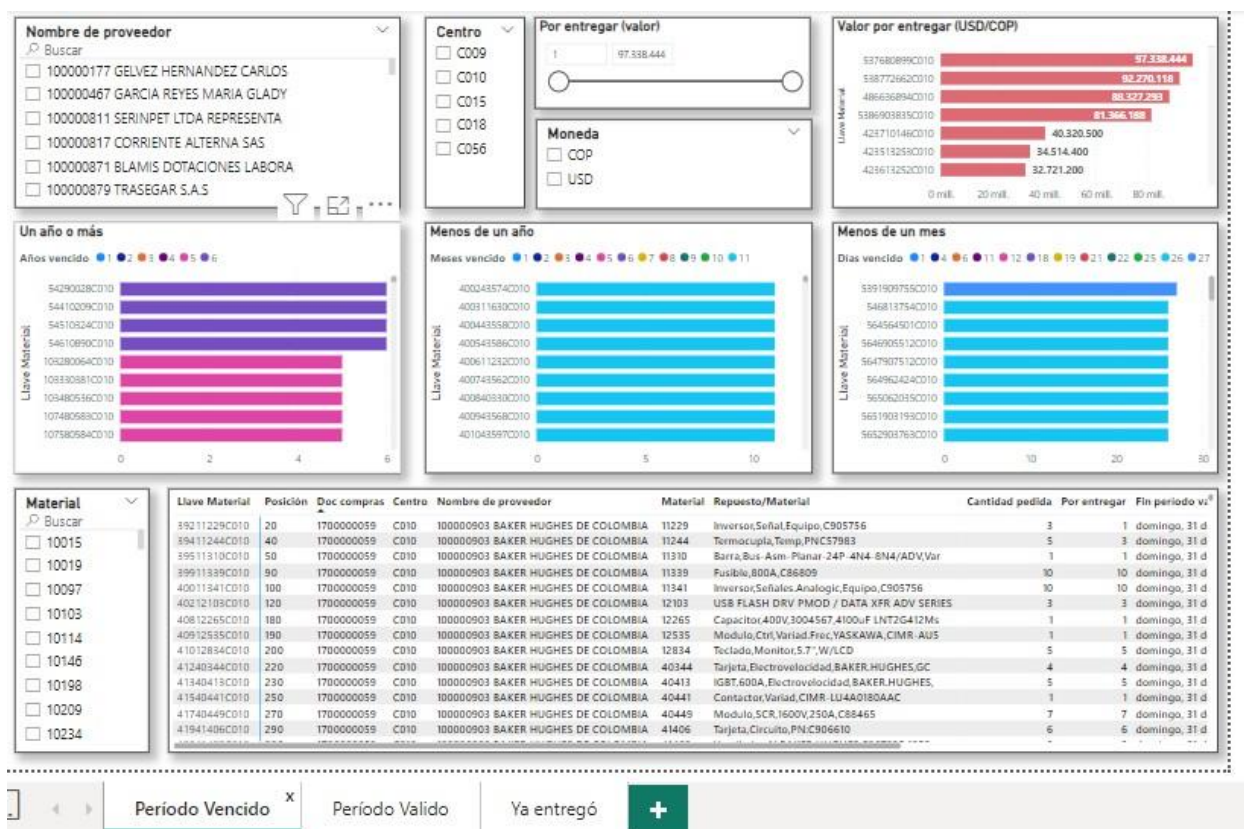
Llave Material	Posición	Doc compras	Centro	Nombre de proveedor	Material	Repuesto/Material	Cantidad pedida	Por entregar	Fin período va [®]
39211229C010	20	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	11229	Inversor,Señal,Equipo,C905756	3	1	domingo, 31 d
39411244C010	40	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	11244	Termocupla,Temp,PNC57983	5	3	domingo, 31 d
39511310C010	50	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	11310	Barra,Bus-Asm-Planar-24P-4N4-8N4/ADV,Var	1	1	domingo, 31 d
39911339C010	90	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	11339	Fusible,800A,C86809	10	10	domingo, 31 d
40011341C010	100	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	11341	Inversor,Señales,Analogic,Equipo,C905756	10	10	domingo, 31 d
40212103C010	120	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	12103	USB FLASH DRV PMOD / DATA XFR ADV SERIES	3	3	domingo, 31 d
40812265C010	180	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	12265	Capacitor,400V,3004567,4100uF LNT2G412Ms	1	1	domingo, 31 d
40912535C010	190	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	12535	Modulo,Ctrl,Variad,Frec,YASKAWA,CIMR-AU5	1	1	domingo, 31 d
41012834C010	200	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	12834	Teclado,Monitor,5.7",W/LCD	5	5	domingo, 31 d
41240344C010	220	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	40344	Tarjeta,Electrovelocidad,BAKER,HUGHES,GC	4	4	domingo, 31 d
41340413C010	230	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	40413	IGBT,600A, Electrovelocidad,BAKER,HUGHES,	5	5	domingo, 31 d
41540441C010	250	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	40441	Contactora,Variad,CIMR-LU4A0180AAC	1	1	domingo, 31 d
41740449C010	270	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	40449	Modulo,SCR,1600V,250A,C88465	7	7	domingo, 31 d
41941406C010	290	1700000059	C010	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	41406	Tarjeta,Circuito,PN:C906610	6	6	domingo, 31 d

Nota. Fuente propia.

Una vez que se dispusieron de todos los objetos visuales necesarios, se procedió a organizarlos para formar el cuadro de mando del período vencido. Esto implicó disponer cada gráfico, tabla y segmentación de datos de manera coherente, asegurando que la información de la interfaz sea fácil de interpretar y accesible para los usuarios.

Figura 44

Diseño final de la interfaz de periodo vencido.



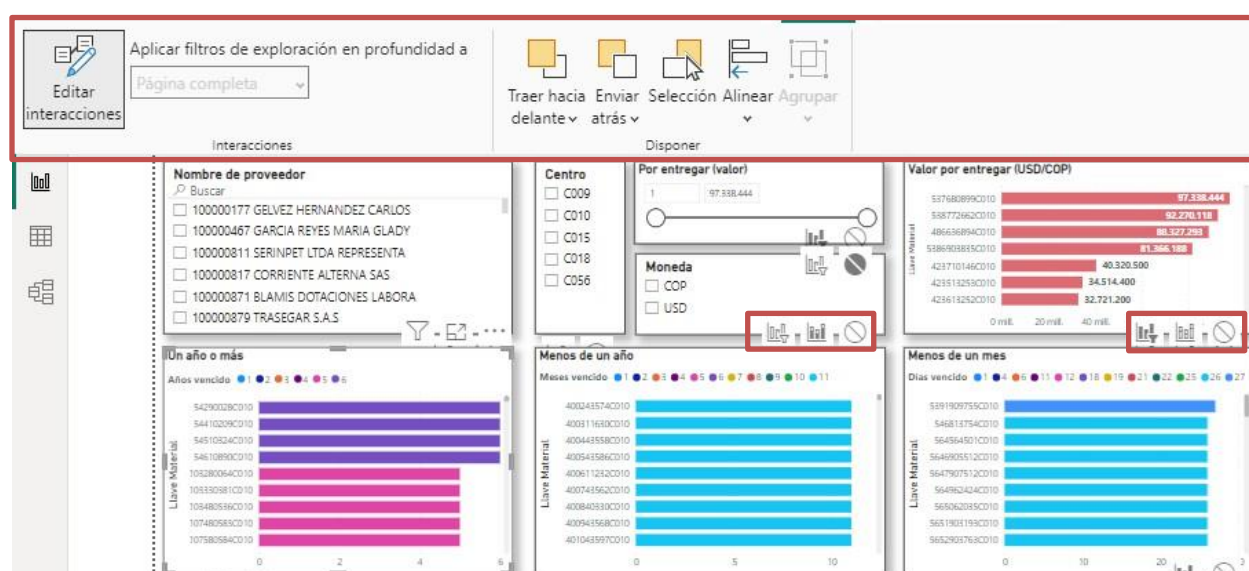
Nota. Fuente propia.

Cabe recalcar que cada objeto visual de la interfaz mostrada en la Figura 44 es dinámico, lo que significa que tiene la capacidad de interactuar con los demás gráficos. Dependiendo del

dato que se elija, puede filtrar o mostrar información específica. Para que esta característica sea aún más efectiva, Power BI contiene una función de editar interacciones en los objetos visuales, para personalizar la forma en que las visualizaciones de la interfaz se filtran y resaltan entre sí. Al posicionarse en un gráfico, a los demás mostrarán los iconos de interacción (ver Figura 45).

Figura 45

Herramienta de editar interacciones.



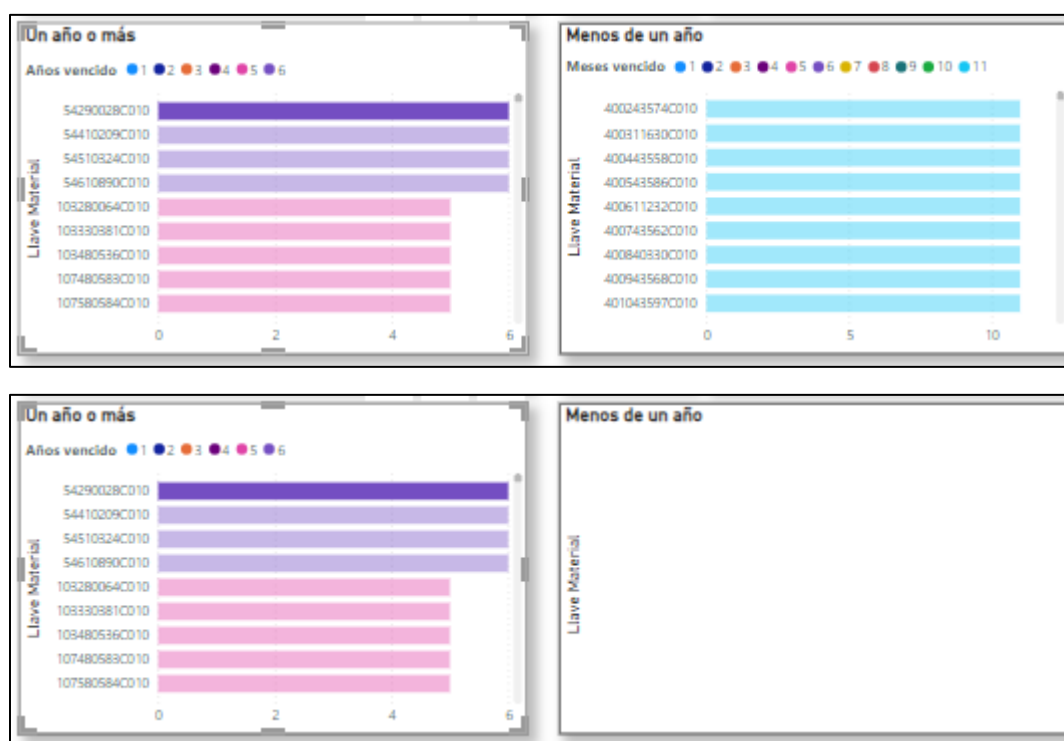
Nota. Fuente propia.

La interacción de cada visualización se personalizó de modo que, al seleccionar un dato de cualquiera de los objetos visuales, los demás gráficos filtren los datos cruzados entre estos. Sin esta interacción, como se observa en la sección superior de la Figura 46, al seleccionar un dato del gráfico "Un año o más", los datos contenidos en el gráfico "Menos de un año" se vuelven transparentes, pero todos los datos siguen mostrándose sin ningún cambio. Sin embargo, en la sección inferior, se muestra cómo, al editar la interacción para filtrar la visualización

cruzada, al realizar la acción anterior, el segundo grafico que no tienen datos en común con el primero no muestran ningún dato. Esto logra facilitar la comprensión del modelado de datos, ya que, se aplica a todos los gráficos dentro la interfaz.

Figura 46

Gráficos sin y con la interacción de filtro.



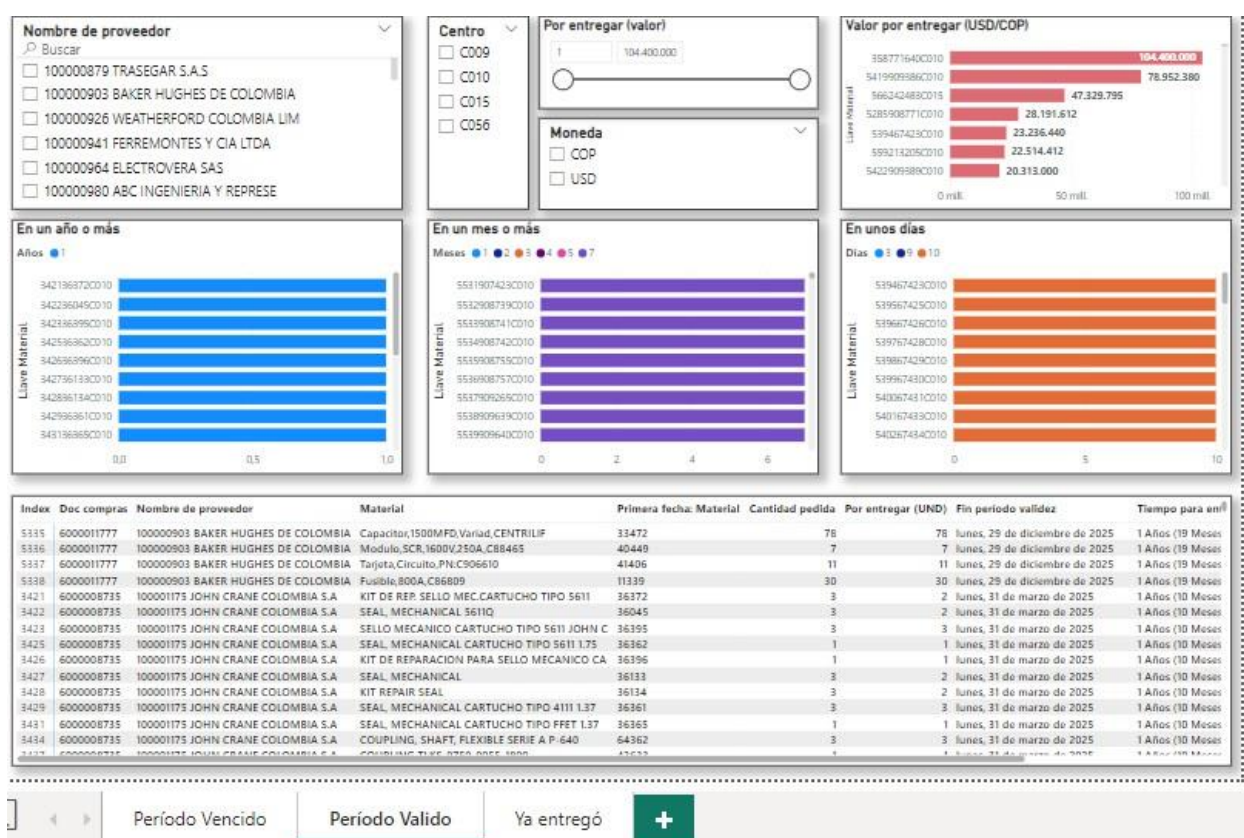
Nota. Gráfico sin y con la interacción de filtro, respectivamente. Fuente propia.

Para la página de periodo vencido se utilizaron las mismas gráficas y segmentación de datos que las de periodo válido, con la diferencia de que, para los objetos visuales de barras apiladas que muestran cuánto tiempo tiene el proveedor para entregar cada material ("Un año o más", "En un mes o más" y "En unos días"), se cambió el eje X y la leyenda por las columnas

"Para entregar años", "Para entregar meses" y "Para entregar días", respectivamente. De esta forma, con esta modificación, la visualización tendrá la información correcta.

Figura 47

Diseño final para la interfaz periodo valido.



Nota. Fuente propia.

Para la página de “Ya entregó”, como se ilustra en la Figura 48, se decidió utilizar una matriz que contuviera la información más relevante de los materiales que ya habían sido entregados. Además, se mantuvo la segmentación de datos por nombre del proveedor, agregada anteriormente, para facilitar aún más la comprensión del cuadro de mando.

Figura 48

Diseño final para la interfaz ya entregó.

The screenshot displays a Power BI interface with a data table, filters, and visualizations. The table has columns: Index, Doc compras, Nombre de proveedor, Texto breve, and Mat. The filters pane on the right includes 'Filtros' and 'Visualizaciones'. The visualizations pane shows a 'Compilar visual' button and a list of visual types. The 'Valores' section lists the fields used in the visualizations: Doc compras, Nombre de proveedor, Texto breve, Material, Cantidad pedida, and Entregado.

Index	Doc compras	Nombre de proveedor	Texto breve	Mat
85	1000000123	100002702 SOLAR TURBINES INTERNACI	Sensor Conductiv. Turbin. SOLAR TURBINES	356hz
140	1000015245	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
141	1000015245	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
143	1000015607	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
146	1000016114	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
147	1000016802	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
158	1000017469	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
171	1000017580	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
174	1000018177	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
181	1000019357	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
191	1000020266	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
197	1000020889	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
198	1000020889	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
202	1000021518	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
201	1000021909	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
206	1000021987	100002337 MORENO AMAYA CECILIA	HERSAMIENTAS Y MA DE FERRERIA	90130
212	1000022700	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
228	1000023427	100002707 KRONOS ENERGY S.A ESP	GAS NATURAL COMPRIMIDO (CNG) UND+METU	90218
191	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Convertidor Señal Circuito Impreso,Funci	1040
393	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	FUSSE 400 AMP P/N C8897	11242
396	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Capacitor 7.5uf,Ventilador C47556,P/Mult	11322
397	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Inductor 100A,C902259	11329
398	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Placa Armadura Control Bomba BAKER,C90824	11327
401	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Fusible,Actuacion,Rapido,500V,200A,P/N CS	11624
403	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Reactor,Varial,Frec,AC,600A,10M,3004587	12258
404	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Resistencia,Varial,Frec,YASKAWA,5MRK220W	12259
405	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Resistencia,Varial,Frec,YASKAWA,CIMR-PJ4	12260
406	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Tarjeta,Cbl,Varial,YASKAWA,3004580	12262
407	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Tarjeta,Potenc,Varial,Frec,YASKAWA,CIMR-	12263
411	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Varistor,PCB,BAKER HUGHES	14073
414	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Varistor,Varial,CIMR-OT1404318,TNR20V911	40415
416	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Ventilador,Varial,CIMR-PW440250AAA,47155	40443
418	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	FAN BLADE,16" NEMA 3.4 BLADES,CAST ALUMI	41351
421	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Reactor,Varial,Frec,BAKER HUGHES,GCS,200	42610
423	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Tarjeta,Fuente Alimentada,Varial,Frec,VAS	43550
424	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Tarjeta,Circuito,Varial,Frec,400/600V,13	43552
425	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	LED,Claro,Varial,Frec,50W,TLR22ST,840mm	43560
426	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	REACTOR,DC UZDC,8 REAC 396A,0.07MH	43565
428	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Fusible,Retardo,Varial,Frec,600V,7A,CW	43575
429	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Fusible,Varial,Frec,1.5x0.41",10A,127913	43576
430	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Fusible,CC,13/32X1 1/2",600V,3A	43578
431	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	INDUCTOR ASSY,42BKVA,V5G W/FANS GALV	43581
434	1700000059	100000903 BAKER HUGHES DE COLOMBIA	Ventilador,Asist,280X250mm,24VDC	43588

Período Vencido Período Valido **Va entregó** +

Visualizaciones

Compilar visual

Filtros

Agregar campos de datos a...

Valores

- Doc compras
- Nombre de proveedor
- Texto breve
- Material
- Cantidad pedida
- Entregado

Nota. Fuente propia.

Por último, para mantener la base de datos actualizada, como se mencionó en puntos anteriores, se descargó la ME2N desde SAP por segunda vez. Dado que Power BI tiene la capacidad de actualizarse tantas veces como sea necesario, se realizó una segunda corrida del cuadro de mandos para mantener la base de datos al día. Como se muestra en las Figura 49 y 51, se seleccionó la opción de cambio de origen y, se eligió el nuevo documento de la ME2N para que el software lo reconociera automáticamente como la nueva versión de la base de datos.

Figura 49

Configuración de origen de datos.



Nota. Fuente propia.

Figura 50

Selección nuevo archivo de origen de datos.



Nota. Fuente propia.

3.3 Apoyar el desarrollo de reportes, cuadros de mandos y analítica de datos a través de las herramientas disponibles en Power BI para la optimización del desarrollo de reportes, cuadros de mandos y analítica de datos del área de mantenimiento de la empresa GTE.

Para el cumplimiento de este objetivo, se brindó apoyo en el área de mantenimiento mediante el desarrollo de reportes y cuadros de mando según las necesidades específicas para la analítica de datos. Para esto, como primera medida se organizó y limpió la información de datos con las herramientas disponibles en Excel y Power BI. Luego, se establecieron las relaciones y visualizaciones necesarias dentro de los softwares para la creación de los cuadros de mando.

Según las indicaciones del senior de mantenimiento, se diseñaron dos interfaces en Power BI que permitieron analizar datos relevantes del área de manera clara, precisa y concisa. La primera interfaz mostraba el estado de las actividades del área de mantenimiento según los centros logísticos para el año 2024, incluyendo sus respectivas estimaciones de presupuestos. La segunda interfaz complementaba el seguimiento de proveedores y repuestos realizado en el segundo objetivo, con un control más práctico y detallado de las solicitudes de pedido (Solpedes).

3.3.1 *Organizar y limpiar los datos que se necesiten para el diseño del modelo mediante Excel y Power BI.*

Una vez obtenidos los datos en Excel para las actividades relevantes de 2024 (suministrados por el senior de mantenimiento), se procedió a organizarlos y limpiarlos. Luego,

se importó la tabla a Power BI, como se muestra en la Figura 51. Los datos de presupuesto para cada cuenta estaban distribuidos en diferentes columnas según los meses, pero se necesitaba que todos estuvieran en una sola columna. Para lograr esto, se utilizó la herramienta de unpivot (transposición) en Power Query.

Figura 51

Excel de actividades relevantes 2024.

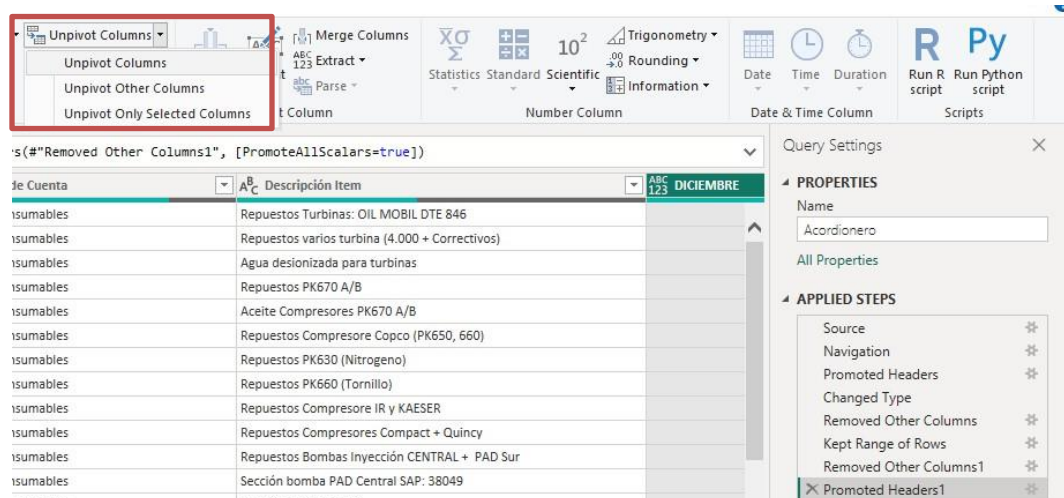
				CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC
1																	
2	PXQ Estimación Presupuesto																
3	Mantenimiento																
4	TRM 4200																
5	2024																
6	Cuenta	Nombre de Cuenta	Descripción Item	ABRIL	QTY	Vr. Unitario	MAYO	QTY	Vr. Unitario	JUNIO	QTY	Vr. Unitario	JULIO	QTY	Vr. Unitario	AGOSTO	QTY
7	615020	Materiales/Consumables	Repuestos Turbinas OIL MOBIL DTE 948	63 300 000			-			-			-			-	
8	615020	Materiales/Consumables	Repuestos varios turbinas (4.000 + Correctivos)	308 000 000			-	4	16000000	64 000 000			-			-	
9	615020	Materiales/Consumables	Agua desionizada para turbinas	17 400 000	500	34800	17 400 000	500	34800	17 400 000	500	34800	17 400 000	500	34800	17 400 000	500
10	615020	Materiales/Consumables	Repuestos PK670 A/B	-	2	8900000	17 800 000			-			-		2	28300000	56 600 000
11	615020	Materiales/Consumables	Acete Compresores PK670 A/B	-			-	1	20000000	20 000 000			-			-	
12	615020	Materiales/Consumables	Repuestos Compresor Copco (PK650, 660)	-	4	4800000	19 200 000			-			-			-	
13	615020	Materiales/Consumables	Repuestos PK630 (Balmes)	-			-	1	5400000	5 400 000			-			-	
14	615020	Materiales/Consumables	Repuestos PK660 (Tornillo)	-			-			-			-			-	
15	615020	Materiales/Consumables	Repuestos Compresor (R) y KAESER	5 600 000			-			-	1	5600000	5 600 000			-	
16	615020	Materiales/Consumables	Repuestos Compresores Compact + Quincy	800 000	1	\$ 3.800.000	3.800 000	1	800000	800 000	1	\$ 3.800.000	3.800 000	1	800000	800 000	
17	615020	Materiales/Consumables	Repuestos Bombas Inyección CENTRAL + PAD Sur	-			-	1	5000000	5 000 000			-			-	
18	615020	Materiales/Consumables	Sección bomba PAD Central SAP- 36043	-			-			-			-			-	
19	615020	Materiales/Consumables	Sección bomba PR20	-			-	1	\$ 144.000 000	144 000 000			-			-	
20	615020	Materiales/Consumables	Kit reparación válvula Manta	-			-			-			-			-	
21	615020	Materiales/Consumables	Repuestos PS10, Impeler, eje, kit reparación	13 500 000			-			-			-	1	13500000	13 500 000	
22	615020	Materiales/Consumables	Repuestos UEH1 Q300	-			-			-			-			-	
23	615020	Materiales/Consumables	Repuestos UEH2 Q300	-			-			-			-			-	
24	615020	Materiales/Consumables	Repuestos UEH3 Q300	25 758 000			-			-			-			-	
25	615020	Materiales/Consumables	Repuestos UEH4 W200	16 654 000			-			-			-			-	
26	615020	Materiales/Consumables	Repuestos Uelbs Portables	-			-			-			-			-	
27	615020	Materiales/Consumables	Repuestos Mecánicos, Bomba PI-1y PI-2	-			-	1	24498800	24 498 000			-			-	
28	...	COP OpEx COL	Santa Lucia	Colón	Chirica	Avombero	GAITAS	Acordionero	Juglar	...	+	...	1				

Nota. Fuente propia.

Se seleccionaron las columnas con los datos de presupuesto y, en el apartado de transformar, se eligió la opción de *unpivot columns* para hacer la transposición de los datos, como se ilustra en las Figuras 52 y 53.

Figura 52

Herramienta de Unpivot en Power Query.



Nota. Fuente propia.

Figura 53

Columnas con transposición en Power Query.

Table.UnpivotOtherColumns("#Promoted Headers1", {"Cuenta", "Nombre de Cuenta", "Descripción Item"}, "Attribute", "Value")

Cuenta	Descripción Item	Attribute	Value
15 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	OCTUBRE	0
16 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	SEPTIEMBRE	320000000
17 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	AGOSTO	0
18 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	JULIO	0
19 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	JUNIO	66000000
20 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	MAYO	0
21 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	ABRIL	320000000
22 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	MARZO	0
23 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	FEBRERO	0
24 sumables	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	ENERO	66000000
25 sumables	Agua desionizada para turbinas	DICIEMBRE	17400000
26 sumables	Agua desionizada para turbinas	NOVIEMBRE	17400000
27 sumables	Agua desionizada para turbinas	OCTUBRE	17400000
28 sumables	Agua desionizada para turbinas	SEPTIEMBRE	17400000
29 sumables	Agua desionizada para turbinas	AGOSTO	17400000
30 sumables	Agua desionizada para turbinas	JULIO	17400000
31 sumables	Agua desionizada para turbinas	JUNIO	17400000
32 sumables	Agua desionizada para turbinas	MAYO	17400000
33 sumables	Agua desionizada para turbinas	ABRIL	17400000
34 sumables	Agua desionizada para turbinas	MARZO	17400000
35 sumables	Agua desionizada para turbinas	FEBRERO	17400000
36 sumables	Agua desionizada para turbinas	ENERO	17400000
37 sumables	Repuestos PK670 A/B	DICIEMBRE	0

Nota. Fuente propia.

Seguidamente, para completar la preparación de los datos, se añadieron columnas con la información necesaria, como el código del centro logístico y su nombre, el presupuesto en dólares y el estado de la actividad. Además, se eliminaron aquellos registros de presupuesto por mes que estuvieran vacíos.

Figura 54

Tabla de actividades relevantes con todos los datos.

Comprometido (USD)	Precio del Dólar	Solped Repuestos	Solped Servicios	Orden Compra	Orden Servicio	Ejecutado	Gestion	Estado	Comentar
14.285,71	4200					0	0	Planeación	
666,90	4200					0	0	Planeación	
3.214,29	4200					0	0	Planeación	
5.238,10	4200					0	0	Planeación	
7.047,62	4200					0	0	Planeación	
4.761,90	4200					0	0	Planeación	
8.333,33	4200					0	0	Planeación	
14.285,71	4200					0	0	Planeación	
4.142,86	4200					0	0	Planeación	
190,48	4200					0	0	Planeación	
666,90	4200					0	0	Planeación	
357,38	4200					0	0	Planeación	
13.476,19	4200					0	0	Planeación	
5.238,10	4200					0	0	Planeación	
4.761,90	4200					0	0	Planeación	
1.619,05	4200					0	0	Planeación	
1.523,81	4200					0	0	Planeación	
1.880,95	4200					0	0	Planeación	
8.333,33	4200					0	0	Planeación	
3.609,52	4200					0	0	Planeación	
6.190,48	4200					0	0	Planeación	
6.132,86	4200					0	0	Planeación	

Nota. Fuente propia.

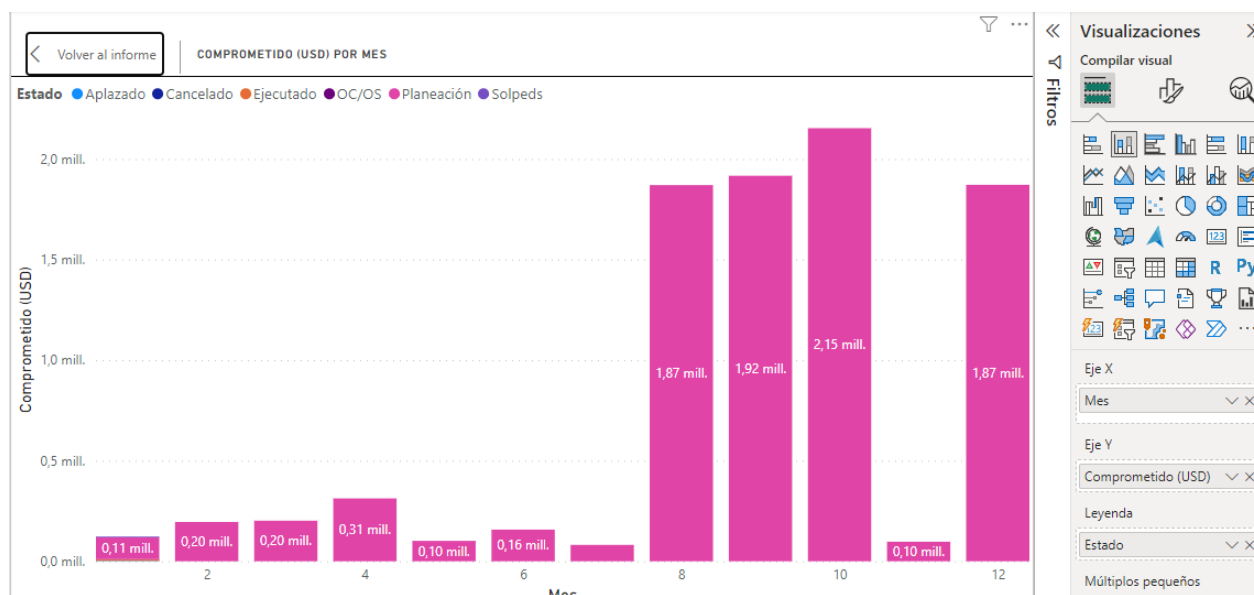
Para la tabla de Excel de la revisión de Solpeds no fue necesario hacer ninguna modificación ni limpieza, ya que estos datos estaban organizados y listos para ser importados a Power BI. Una vez importados, se procedió a crear las visualizaciones y establecer las relaciones entre datos pertinentes.

3.3.2 Establecer las relaciones entre datos y visualizaciones necesarias para así generar el cuadro de mandos necesario.

Para la interfaz de actividades relevantes, se optó por utilizar un gráfico de columnas apiladas. Este gráfico permite visualizar el presupuesto por cada mes y, al mismo tiempo, muestra cómo se distribuye ese presupuesto entre diferentes estados, como planeación, Solpeds, OC/OS, ejecutado, aplazado o cancelado.

Figura 55

Gráfico de comprometido (USD) por mes.



Nota. Fuente propia.

Se utilizaron dos segmentaciones de datos para filtrar la información entre meses y el estado. Una tabla que permitía visualizar con más detalle la información del presupuesto. En esta

tabla se mostraba la cuenta y la descripción de la actividad a la que correspondía cada presupuesto, proporcionando así una visión más detallada y completa de los datos.

Además, se incluyeron dos tarjetas para brindar información relevante de manera más rápida y sencilla. La primera tarjeta presenta el total de presupuesto o comprometido en dólares (USD). La segunda tarjeta, acompañada de fórmulas DAX, indica cuando una gran parte del presupuesto y actividades se encuentran estado de planeación. Dado que el área de mantenimiento es fundamental para la empresa y requiere estar en constante movimiento, por lo que esta tarjeta ofrece una forma más eficiente de monitorear la utilización de los recursos y asegurar una gestión dinámica y efectiva.

Figura 56

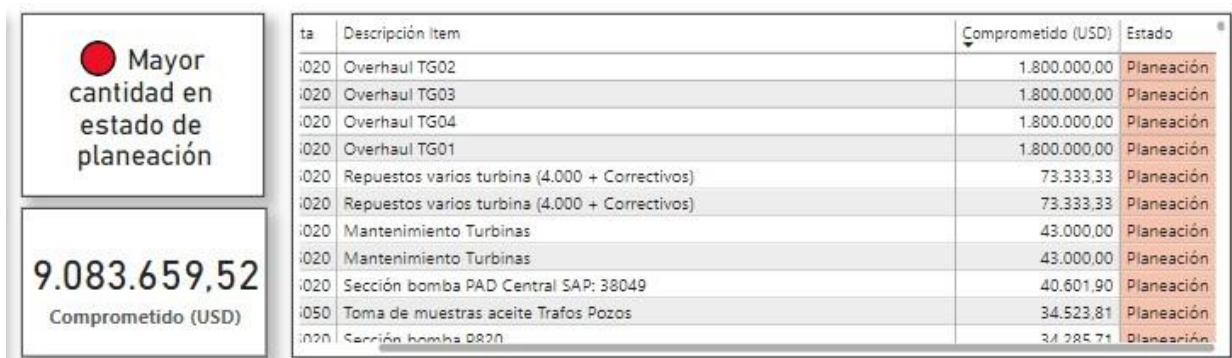
Formula DAX para la tarjeta de estado.

```
1 Comparativa =
2 IF([#planeación]>[others], "● Mayor cantidad en estado de planeación", "● Mayor cantidad en estado ejecutado, oc/os o solpeds")
```

Nota. Fuente propia.

Figura 57

Tarjetas y tabla con más estados de planeación.



Nota. Fuente propia.

Figura 58

Tarjetas y tabla con más estados ejecutado, oc/os, etc.



Mayor cantidad en estado ejecutado, oc/os o solpeds

9.083.659,52

Comprometido (USD)

ta	Descripción Item	Comprometido (USD)	Estado
020	Overhaul TG02	1.800.000,00	Ejecutado
020	Overhaul TG03	1.800.000,00	Ejecutado
020	Overhaul TG04	1.800.000,00	Ejecutado
020	Overhaul TG01	1.800.000,00	Ejecutado
020	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	73.333,33	Ejecutado
020	Repuestos varios turbina (4.000 + Correctivos)	73.333,33	Ejecutado
020	Mantenimiento Turbinas	43.000,00	Ejecutado
020	Mantenimiento Turbinas	43.000,00	Ejecutado
020	Sección bomba PAD Central SAP: 38049	40.601,90	Ejecutado
050	Toma de muestras aceite Trafos Pozos	34.523,81	Ejecutado
020	Sección bomba B820	34.285,71	Ejecutado

Por otro lado, para la interfaz de revisión de Solpeds, se prefirió por simplificar los datos contenidos en la tabla de Excel utilizando una tabla en Power BI. Esta tabla contiene únicamente la información necesaria para el análisis de las solicitudes de pedido como el código del material, la descripción de este, el asunto de la Solpeds, la fecha de generación de esta y la aplicación del material.

Figura 59

Tabla con los datos necesarios de revisión de Solpeds.

Código	Descripción	Asunto
10243	CABLE #3 x 12 AWG ENCAUCHETADO	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10277	Cable.Cu,PVC/Nylon,Multiconduct,600V,4X1	GESTION DE MIN-MAX MARZO VMM
10316	FUSE 300A PN: C88896 (PN)	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10382	Contactor,potencia,160A,37KW,3P	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10404	COALESCING W/VITON	Solicitud modulos logo compresores cargadero
10406	Electrodo.Electr.Ignic.Porcelana.Quemad.	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10410	CONVERTER SIGNAL PCB NRTL PN: C902129 (	GENERACION SOLPEDS REPOSICION DE MIN-MAX
10555	Curva,Conduit,PVC,1/2X8"	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10689	Terminal.Electr.Ojo,1/0AWG,3/8",Al	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10718	Union,Univ,UNF,Galv,Tuberia,1",FNPT,UNF3	GESTION DE MIN-MAX MARZO VMM
10743	Abrazadera,Ajust,Plast,200X4mm/Negro	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10781	Abrazadera,Ala.Sencillo,1",Acero,Tub	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10848	Niple,Galv,3/4",2",MNPT	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
10955	Interruptor,Puls.Parada.Emerg.Rojo,Redon	GESTION DE MIN-MAX MARZO VMM
11028	CONECTOR TUBULAR PARA CABLE 250 MCM	CREACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX
11184	Cinta,Aislán.Electr.Naranja,18mm,0,18mm,	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMBRE
11230	(AGDB) ADV GRAPHICS DSPLY BD P/N C904530	GENERACION SOLPEDS REPOSICION DE MIN-MAX
11246	GUARD FAN P/N C58902	ORDEN DE COMPRA OC 6000010038 BAKER HUGHES DE COLOMBIA
11247	Bateria,Pb,Acido,31H,Rectang,12V,1200A,1	CREACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX
11310	Barra,Bus-Asm-Planar-24P-4N4-8N4/ADV,Var	ORDEN DE COMPRA OC 6000010038 BAKER HUGHES DE COLOMBIA
11319	INDUCTOR 200 AMP PN: C902251	GENERACION SOLPEDS MIN-MAX VMM ABRIL
11323	Ventilador,Muffin,C88424	GENERACION SOLPEDS MIN-MAX VMM ABRIL
11339	Fusible,800A,C86809	ENTRADA DE MERCANCIA-REPUESTOS ENTREGADOS 31 OCTUBRE 2023 -- BAKER

Nota. Fuente propia.

Además, con el fin de no saturar la tabla añadiéndole más información, se implementaron cinco segmentaciones de datos que eran pertinentes para el análisis. Estas segmentaciones ayudaron a filtrar y mostrar los valores de manera más específica dentro de la interfaz. En la Figura 60 se ilustra los datos utilizados para estas, que incluyeron el número de Solpeds, el número de pedido, el estado de entrega del material, el estado de la Solped y el estado de la Orden de Compra (OC).

Figura 60

Segmentación de datos para interfaz de revisión de Solpeds.

The image shows a software interface with five data segmentation filters. The first three filters are at the top, and the last two are at the bottom. Each filter has a search bar and a list of options.

- Entrega de material:** Search bar with 'Buscar'. Options: (En blanco), EM - 5000154381.
- Estado OC:** Search bar with 'Buscar'. Options: (En blanco), CONTRATO CREADO, COTIZACIÓN PA...
- Estado Solped:** Search bar with 'Buscar'. Options: (En blanco), Aprobada, ...
- # Solped:** Search bar with 'Buscar'. Options: (En blanco), 5000000198, 5000000197, 5000000196, 5000000199, 5000000200, 5000000201, 5000000203, 5000000208, 5000000209, 5000000210, 5000000211.
- # Pedido:** Search bar with 'Buscar'. Options: (En blanco), 1000000330, 1000000331, 1000000332, 1000000333, 1000000334, 1000000335, 1000000336, 1000000337, 1000000338, 1000000339, 1000000340, 1000000341, 1000000342, 1000000343.

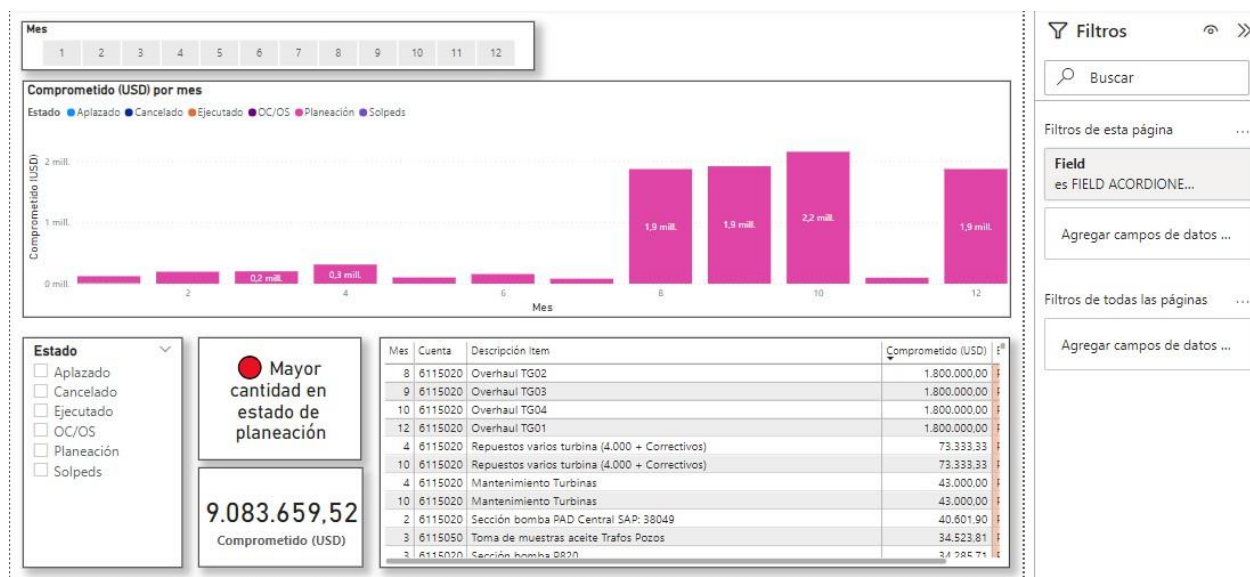
Nota. Fuente propia.

3.3.3 Diseñar cuadros de mando e informes visuales en Power BI para consultas y gestión de datos pertinentes del departamento de mantenimiento.

Como último paso, se organizó todos los objetos visuales en cada uno de los cuadros de mando. En el caso de las actividades relevantes, se crearon dos páginas con los mismos gráficos y segmentaciones de datos, con la diferencia de que uno estaba enfocado únicamente en el campo Acordionero y la otra página para los otros campos. Esto se realizó a través del panel de filtros. En la primera página, se seleccionó en el filtro que solo se mostrará para el campo Acordionero.

Figura 61

Diseño final actividades relevantes 2024 Acordionero.

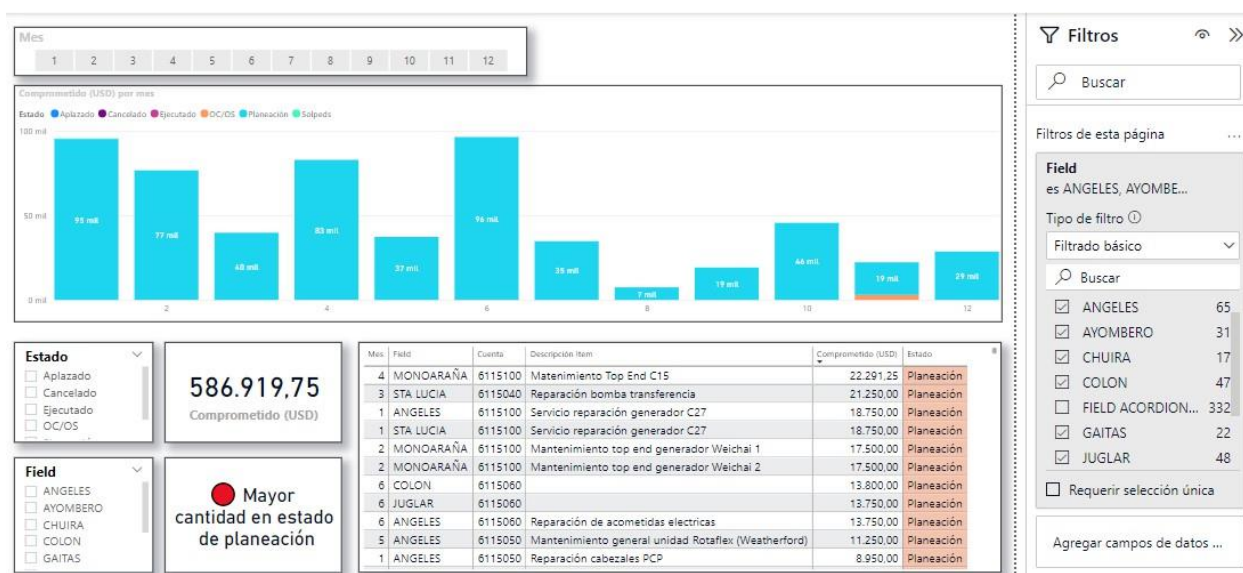


Nota. Fuente propia.

Para la segunda página se eligieron todos los campos restantes menos Acordionero y se añadió una segmentación de datos en la que se pudiera filtrar la información entre cada uno de los campos dentro de la interfaz.

Figura 62

Diseño final actividades relevantes 2024 para otros campos.



Nota. Fuente propia.

Por otro lado, para la interfaz de control de Solpeds, se organizaron cada uno de los objetos visuales para una mejor visualización como se ilustra en la Figura 63. Como se mencionó anteriormente, al ser una extensión del cuadro de mando principal del seguimiento de proveedores y repuestos, se añadió a este Power BI. Para esto, se importó la tabla usada para el control de Solpeds al cuadro de mando requerido y una vez hecho esto, se procedió a copiar y pegar los objetos visuales a una nueva página dentro del mismo.

Figura 63

Diseño final control de Solpedes.

Codigo	Descripción	Asunto
	2879VA ELEMENT 24X9.625	AUTORIZACION: Compra skid bomba P215
10008	Bateria,Rect.Sellada,12V,12Ah,UPS,98.93.	CREACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX
10019	BATERIA 4D LT 1200 12V 1150 AMP CAP RESE	CREACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX
10152	Cinta,Aislán,Electr.Negro,19mm,0.76mm,19	CREACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX
10153	Cinta,Aislán,Electr.Negro,19mm,0.178mm,2	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10243	CABLE #3 x 12 AWG ENCAUCHETADO	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10277	Cable,Cu,PVC/Nylon,Multiconduct,600V,4X1	GESTION DE MIN-MAX MARZO VMM
10316	FUSE 300A PN: C88896 (PN)	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10382	Contacto,potencia,160A 37KW,3P	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10404	COALESCING W/VITON	Solicitud modulos logo compresores cargadero
10406	Electrodo,Electr,Ignic.Porcelana,Quemad.	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10410	CONVERTER SIGNAL PCB NRTL PN: C902129 (	GENERACION SOLPEDS REPOSICION DE MIN-MAX
10555	Curva,Conduit,PVC,1/2X8"	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10689	Terminal,Electr,Ojo,1/0AWG,3/8",Al	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10718	Union,Univ,UNF,Galv,Tuberia,1", FNPT,UNF3	GESTION DE MIN-MAX MARZO VMM
10743	Abrazadera,Ajust,Plast,200X4mm/Negro	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10781	Abrazadera,Ala,Sencillo,1", Acero,Tub	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10848	Niple,Galv,3/4",2", MNPT	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
10955	Interruptor,Puls,Parada,Emerg,Rojo,Redon	GESTION DE MIN-MAX MARZO VMM
11028	CONECTOR TUBULAR PARA CABLE 250 MCM	CREACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX
11184	Cinta,Aislán,Electr,Naranja,18mm,0.18mm,	URGENTE - GENERACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX SEPTIEMB
11230	(AGDB) ADV GRAPHICS DSPLY BD P/N C904530	GENERACION SOLPEDS REPOSICION DE MIN-MAX
11246	GUARD FAN P/N C58902	ORDEN DE COMPRA OC 6000010038 BAKER HUGHES DE COLOMBIA
11247	Bateria,Pb,Acido,31H,Rectang,12V,1200A,1	CREACION SOLPEDS REPOSICION MIN-MAX
11310	Barra,Bus-Asm-Planar-24P-4N4-8N4/ADV,Var	ORDEN DE COMPRA OC 6000010038 BAKER HUGHES DE COLOMBIA
11319	INDUCTOR 200 AMP PN: C902251	GENERACION SOLPEDS MIN-MAX VMM ABRIL
11323	Ventilador,Muffin,C88424	GENERACION SOLPEDS MIN-MAX VMM ABRIL
11339	Fusible,800A,C86809	ENTRADA DE MERCANCIA-REPUESTOS ENTREGADOS 31 OCTUBRE 20
11341	Inverter,Analog,Signals,Equipment,C90575	GENERACION SOLPEDS REPOSICION DE MIN-MAX
11343	Teclado,Graficos,C904599	GENERACION SOLPEDS MIN-MAX VMM ABRIL
11345	Fusible,500A,C88898	GENERACION SOLPEDS MIN-MAX VMM ABRIL
11429	UNION CONDUIT SIMPLE IMC 3/4"	GESTION DE MIN-MAX MARZO VMM
11431	CURVA CONDUIT IMC 3/4" x 90"	GESTION DE MIN-MAX MARZO VMM
11604	Contacto,Magnetico,40A,380V,440V,3P,1NO	Solicitud de compra (Materiales variadores e instrumentación bombas

Entrega de material

Buscar

☐ (En blanco)

☐ EM - 5000154361

☐ EM - 5000154527

☐ EM - 5000154833

☐ EM-5000133597

☐ EM-5000133635

Estado OC

☐ (En blanco)

☐ CONTRATO CREADO

☐ COTIZACIÓN PARCIAL

☐ EVALUACIÓN TÉCNICA

☐ material eliminado

☐ OC aprobada

Estado Solped

☐ (En blanco)

☐ Aprobada

☐ eliminada

☐ PENDIENTE GRUEDA

☐ PENDIENTE MBERNAL

☐ PENDIENTE NBAUTISTA

Solped

☐ (En blanco)

☐ 3000008155

☐ 3000008197

☐ 3000008196

☐ 3000008199

☐ 3000008200

☐ 3000008201

☐ 3000008208

☐ 3000008209

☐ 3000008210

Pedido

☐ (En blanco)

☐ 1000000330

☐ 1000000331

☐ 1000000333

☐ 1000000336

☐ 1000000337

☐ 1000000338

☐ 1000000339

☐ 1000000340

☐ 1000000342

☐ 1000000343

☐ 1000000344

Nota. Fuente Propia.

4. Diagnóstico final

Por medio de la investigación y el estudio de las características de Power BI, se logró demostrar la importancia de este software dentro del área de mantenimiento. Sus herramientas resultaron ser beneficiosas, facilitando el análisis y la gestión de los miles de datos que se manejan a diario en la empresa y en la dependencia. Esto, a su vez, ayuda en la toma de decisiones y mejora la visualización de la información.

El cuadro de mando desarrollado para el seguimiento de proveedores y materiales permitió identificar a aquellos proveedores que han cumplido con la entrega de materiales y/o repuestos solicitados y a aquellos que no lo han hecho. Además, se estableció cuánto tiempo llevaba vencida la fecha límite de entrega o cuánto tiempo faltaba para que el proveedor realizara la entrega antes de que se venciera el período límite. Esto facilitó el control y seguimiento de cada una de las solicitudes de pedidos realizados y por realizar en el área de mantenimiento, optimizando la gestión de la compra de repuestos y materiales y su debida entrega a la empresa por parte de los proveedores.

Asimismo, el apoyo brindado en la creación de reportes en Power BI facilitó la optimización de análisis de datos en el área. Las interfaces desarrolladas permitieron una visualización clara y detallada del estado de las futuras actividades de mantenimiento en los centros logísticos durante el año 2024, junto con sus respectivas estimaciones de presupuestos. Además, la implementación de un cuadro de mando como complemento al seguimiento de

proveedores, proporcionó un control más práctico y detallado de las solicitudes de pedido (Solpeds), lo que ha mejoró significativamente la gestión y eficiencia del proceso.

5. Conclusiones

Tras haber obtenido capacitaciones especializadas y realizar un estudio exhaustivo sobre la relevancia e importancia de Power BI como herramienta de visualización de datos para el área de mantenimiento, gracias al estado del arte se han identificado una serie de beneficios que esta herramienta ofrece tanto a nivel nacional como internacional. Estos beneficios abarcan una amplia gama de contextos, desde la gestión diaria hasta el análisis estratégico de datos.

Power BI permite transformar datos complejos en gráficos e informes visuales fácilmente comprensibles y se integra fácilmente con otras herramientas y sistemas, lo que permite la automatización de procesos de recolección, procesamiento y análisis de datos. Especialmente en el ámbito del mantenimiento, que siempre está en constante movimiento, esto ahorra tiempo para los profesionales de mantenimiento permitiéndoles centrarse en diferentes actividades y optimizar los procesos.

Además, se ha observado que Power BI tiene una utilidad significativa a nivel personal, ya que su interfaz simple y didáctica permite a los usuarios, incluso aquellos sin experiencia previa en análisis de datos, explorar y analizar diversas fuentes de información de manera efectiva. Esto no solo mejora la eficiencia en la toma de decisiones, sino que también promueve una mayor capacitación y autonomía en la gestión de datos tanto en el área de mantenimiento como en otras áreas.

La implementación de la herramienta de Power BI en el desarrollo de reportes y cuadro de mandos para la empresa GTE, campo Acordionero, facilitó la gestión de datos en la toma de decisiones al presentar la información de forma estructurada y accesible. Gracias a la interfaz de Power BI, se ha optimizado el seguimiento de las entregas de materiales y repuestos por parte de cada proveedor, lo cual solía ser complicado debido a la extensión de las bases de datos que contienen cientos de solicitudes de compra de varios años. Ahora, con una visualización más organizada de los datos, fue posible tomar decisiones informadas sobre qué proveedores no han cumplido con la entrega de los materiales requeridos por la empresa. Esta capacidad de análisis más profundo mejoró significativamente la eficiencia en la gestión de proveedores y en la planificación de compras.

La integración de Power BI ha transformado significativamente el análisis y la gestión de datos en el área de mantenimiento del campo Acordionero de la empresa Gran Tierra Energy. Las nuevas interfaces desarrolladas permiten una visualización clara y detallada de las actividades planificadas y los presupuestos para el año 2024, mejorando tanto la planificación como la eficiencia operativa. Además, la implementación de un cuadro de mando ha optimizado el seguimiento de proveedores y las solicitudes de pedido (Solpedes), proporcionando un control más práctico y detallado. En conjunto, la adopción de Power BI ha llevado a una mayor eficiencia, un mejor control y una toma de decisiones más informada en el área de mantenimiento, consolidándose como una herramienta esencial para la gestión de datos y mejorando tanto la operatividad diaria como la estrategia a largo plazo.

6. Recomendaciones

Las interfaces de Power BI requieren ser actualizadas periódicamente para asegurar que la analítica de datos requerida por la dependencia de mantenimiento esté al día, por lo que se recomienda mantener un constante uso y realizar actualizaciones frecuentes de las bases de datos de los cuadros de mando. Esto permitirá al área de mantenimiento mejorar los procesos de Min-Max y solicitud de pedidos al tener acceso a información actualizada y precisa.

Complementar los cuadros de mando realizados según vayan surgiendo las necesidades en el área es crucial para garantizar una herramienta completa y eficiente en cada proceso. Esto implica estar atentos a las demandas cambiantes del entorno operativo y a las oportunidades de mejora que puedan surgir, y luego integrar estas actualizaciones en los cuadros de mando existentes. De esta forma, se aprovechan al máximo las herramientas disponibles para optimizar los procesos y mejorar continuamente la eficiencia y la efectividad del área.

De igual manera, continuar explorando las capacidades de Power BI para ampliar su aplicación en el área de mantenimiento. Esto podría incluir trabajos futuros en los cuales se incorpore una interfaz que permita clasificar los códigos de materiales que ya han sido cambiados durante los años a códigos actualizados, de forma que se logre eliminar transacciones y códigos en la plataforma del SAP que ya son obsoletos.

7. Referencias

- Analitik, V. (2020, diciembre 9). Gran Tierra anuncia reinicio de operación en Acordionero, Colombia. Valora Analitik. <https://www.valoraanalitik.com/gran-tierra-anuncia-reinicio-de-operaci-n-en-acordionero-colombia/>
- Cogollo Velásquez, A. D. (2022). Diseño e implementación de un modelo de datos de la plataforma Polaris Cloud Service en Power BI para la inteligencia de negocios del Banco de Crédito del Perú, cliente de World Pos Solutions de Ocaña, Norte de Santander. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- DAX guide. (2024). Dax.Guide. <https://dax.guide/>
- Durán, M. (2023, diciembre 26). Para qué sirve Excel, principales características y cómo funciona. Hubspot.es. <https://blog.hubspot.es/marketing/para-que-sirve-excel>
- Gómez, D. A., Gómez Celis, D. A., & Martínez Méndez, B. F. (2022). Propuesta de diseño del tablero de indicadores de mantenimiento para empresas que distribuyan gas natural. Universidad ECCI.
- González, I., Guerrero, L. A., & Guerrero, A. M. (2019). DISEÑO DEL PLAN ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO PARA EL CAMPO TOROYACO [UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA]. <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5073>
- Gran Tierra Energy. (s/f-a). Gran Tierra Energy. LinkedIn. <http://LinkedIn.https://co.linkedin.com/company/gran-tierra-energy>
- Gran Tierra Energy. (s/f-b). Reportes de Sostenibilidad. Gran Tierra Energy. <https://www.grantierra.com/es/sustainability/reporting/>
- Masulli, G. L. (2018, mayo 21). Formacion SAP - Cursos de SAP en español presenciales y a distancia. FormacionSAP; Corso SAP. <https://www.formacionsap.com/>
- Microsoft. (2024, marzo 22). ¿Qué es Power BI? Microsoft.com. <https://learn.microsoft.com/es-es/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>
- Monferrer Marzá, I. J. (2021). Dashboard mediante tecnología Power BI, lenguaje DAX y librería pbiviz. Universitat Jaume I.
- Nextech. (2020, octubre 2). ¿Qué es SAP y para qué sirve SAP? Nextech. <https://nextech.pe/que-es-sap-y-para-que-sirve-sap-2/>

- Pérez Ibáñez, D. A. (2023). Realizar soporte especializado de aplicaciones NO SAP Nivel II en la suite de desarrollo de Microsoft Power Platform en Indra Colombia S.A.S. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- Power BI. (s/f). Microsoft.com. <https://www.microsoft.com/es-es/power-platform/products/power-bi>
- Ramos Silva, L. M. (2021). Industrial Reporting Using Power BI. universidade do porto.
- Risco Pedraz, S. (2023). Desarrollo y análisis de un sistema de gestión de mantenimiento sin coste. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla.
- Rosales, J. (2023, agosto 9). Normas ISO importantes en la Gestión del Mantenimiento. Fractal.com. <https://www.fractal.com/es/mantenipedia/que-son-las-normas-iso>
- Tan, V., Aziz, K. A., & Razavi, S. H. (2022). Data analytics for effective project management in the oil and gas industry. En Proceedings of the International Conference on Technology and Innovation Management (ICTIM 2022) (pp. 233–242). Atlantis Press International BV.