

COMPARATIVA DE DIFERENTES HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN BIG DATA CON ÉNFASIS EN LA INDUSTRIA PETROLERA

24 de septiembre 2023



Universidad
Internacional
de Valencia

Titulación:

MASTER UNIVERSITARIO
EN BIG DATA Y CIENCIA
DE DATOS.

Curso académico

2022 – 2023

Alumno/a:

Puerto Guio, Edgar

D.N.I: 7167282

Director/a de TFM: Dr. Pedro
Álvarez

Convocatoria:

Tercera

De:
 Planeta Formación y Universidades

Índice

1. Introducción	10
2. Objetivos	11
2.1. Objetivos específicos	11
3. Estado del arte y marco teórico	11
3.1. Introducción a la Inteligencia de Negocios	11
3.2. Visualización de grandes volúmenes de datos.	12
3.3. Datos en el sector petrolero.	13
3.4. Impacto de las herramientas BI en la eficiencia Operativa.	16
4. Marco Teórico	17
4.1. Big Data y las herramientas de visualización.	17
4.2. Cómo funcionan las herramientas de grandes datos.	18
4.3. Herramientas de visualización de grandes datos	20
4.3.1. Tableau.	20
4.3.2. Microsoft PowerBI	20
4.3.3. FusionCharts	20
4.3.4. Google Data Studio	21
4.3.5. Flourish	21
4.3.6. Sisense	21
4.3.7. ChartBlocks	22
4.3.8. Qlik Sense	22
4.3.9. Datawrapper	22
5. Metodología	23
5.0.1. Fases de CRISP-DM	23
5.0.2. Aplicación del Método AHP	24
5.0.3. Pasos Principales en AHP	24
5.1. Comprensión del Negocio	25
5.2. Comprensión de los datos	26
5.2.1. Bases de datos Principales	27
5.2.2. Bases de datos de apoyo	28
5.3. Preparación de los datos	28
5.3.1. Histórico Gestión de Mantenimiento Ordenes de Trabajo	29
5.3.2. Historico de Horas para la gestion de Mantenimiento	29
5.3.3. Generación de Columnas Calculadas	30
5.3.4. Generación de Medidas	31
5.4. Modelado	31
5.4.1. Conectividad y Fuentes de Datos	32
5.4.1.1. Fuentes de Datos y Capacidades de Integración en el Sector Petrolero	32
5.4.1.2. Caso Práctico: Uso de Power BI en el Sector Petrolero	32
5.4.1.3. Conectividad y Fuentes de Datos en Power BI Desktop	32
5.4.1.4. Caso Práctico: Uso de Qlik Cloud en el Sector Petrolero	33
5.4.1.5. Conectividad y Fuentes de Datos en Qlik Cloud	33

5.4.1.6.	Caso Práctico: Uso de Looker Studio en el Sector Petrolero	34
5.4.1.7.	Conectividad y Fuentes de Datos en Looker Studio	34
5.4.2.	Capacidades de Transformación de Datos	35
5.4.2.1.	Tipos de Transformaciones	35
5.4.2.2.	Facilidad de Uso	35
5.4.2.3.	Capacidades ETL (Extract, Transform, Load)	36
5.4.2.3.1.	Power Bi	36
5.4.2.3.2.	Qlik Cloud	37
5.4.2.3.3.	Looker Studio	38
5.4.3.	Seguridad	39
5.4.3.1.	Power BI	39
5.4.3.1.1.	Autenticación y Autorización:	39
5.4.3.1.2.	Seguridad de los Datos:	39
5.4.3.1.3.	Conformidad y Certificaciones:	39
5.4.3.2.	Looker	40
5.4.3.2.1.	Autenticación y Autorización:	40
5.4.3.2.2.	Seguridad de los Datos:	40
5.4.3.2.3.	Conformidad y Certificaciones:	40
5.4.3.3.	Qlik Cloud	40
5.4.3.3.1.	Autenticación y Autorización:	41
5.4.3.3.2.	Seguridad de los Datos:	41
5.4.3.3.3.	Conformidad y Certificaciones:	41
5.4.4.	Geolocalización	42
5.4.4.1.	Power BI	42
5.4.4.2.	Qlik Cloud	42
5.4.4.3.	Looker Studio	43
5.4.5.	Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario	43
5.4.6.	Rendimiento y Escalabilidad	44
5.4.7.	Soporte y Comunidad	44
5.4.8.	Coste y Licenciamiento	45
5.5.	Modelado	46
5.5.1.	Matriz de Comparación por Pares para los Criterios	46
5.5.2.	Pesos Relativos de los Criterios	47
5.5.3.	Matriz de Comparación para Herramientas de Visualización	48
5.5.4.	Calculo puntuación Global	54
5.5.5.	Resultados	54
6.	CONCLUSIONES	55
6.1.	Power BI (0.48)	55
6.2.	Qlik Cloud (0.35)	55
6.3.	Looker Studio (0.17)	56
7.	Conclusión Final	56

Índice de cuadros

1.	Lista de Abreviaturas	7
2.	Histórico Gestión de Mantenimiento Ordenes de trabajo	27
3.	Histórico Horas Hombre ejecutadas en Ordenes de trabajo para la Gestión de Mantenimiento.	28
4.	Códigos de Productividad	28
5.	Puestos de Trabajo	28
6.	Comparación de Herramientas de Visualización de Datos en el Sector Petrolero . . .	35
7.	Comparación de Seguridad	41
8.	Datos de geolocalización	42
9.	Matriz de Comparación por Pares para los Criterios	46
10.	Matriz Normalizada Criterios	47
11.	Pesos Relativos de los Criterios	47
12.	Pesos Relativos de los Criterios (Conectividad y Fuentes de Datos)	48
13.	Matriz Normalizada (Conectividad y Fuentes de Datos)	48
14.	Pesos Relativos (Conectividad y Fuentes de Datos)	48
15.	Matriz de Comparación por Pares (Capacidades de Transformación)	49
16.	Matriz Normalizada (Capacidades de Transformación)	49
17.	Pesos Relativos (Capacidades de Transformación)	49
18.	Matriz de Comparación por Pares (Seguridad)	49
19.	Matriz Normalizada (Seguridad)	50
20.	Pesos Relativos (Seguridad)	50
21.	Matriz de Comparación por Pares (Geolocalización)	50
22.	Matriz Normalizada (Geolocalización)	50
23.	Pesos Relativos (Geolocalización)	51
24.	Matriz de Comparación por Pares (Interfaz de Usuario)	51
25.	Matriz Normalizada (Interfaz de Usuario)	51
26.	Pesos Relativos (Interfaz de Usuario)	51
27.	Matriz de Comparación por Pares (Rendimiento y Escalabilidad)	52
28.	Matriz Normalizada (Rendimiento y Escalabilidad)	52
29.	Pesos Relativos (Rendimiento y Escalabilidad)	52
30.	Matriz de Comparación por Pares (Soporte y Comunidad)	52
31.	Matriz Normalizada (Soporte y Comunidad)	53
32.	Matriz Normalizada (Soporte y Comunidad)	53
33.	Matriz de Comparación por Pares (Coste y Licenciamiento)	53
34.	Matriz Normalizada (Coste y Licenciamiento)	53
35.	Pesos Relativos (Coste y Licenciamiento)	54
36.	Matriz Pesos Promedio Criterios Vs Herramientas Visualización	55

Índice de figuras

1.	Panel de control de la dashboard en Power BI, llamada Ready Baclog. Fuente: Propia	15
2.	Cumplimiento de la estrategia de mantenimiento en Power BI. Fuente: Propia	15
3.	Historia de la visualización de los grandes datos. Fuente: (Java T Point, 2023)	18
4.	Metodologia Crips-DM	23
5.	Metodologia Crips-DM	27
6.	Tipos de archivos que pueden cargarse a Power BI	33
7.	Tipos de archivos que pueden cargarse a Qlik Cloud	34
8.	Tipos de archivos que pueden cargarse a Looker Studio	35
9.	Transformaciones con Power Bi	36
10.	Transformaciones con Power Bi	37
11.	Transformaciones con Qlik Cloud	37
12.	Transformado datos con Qlik Cloud	38
13.	Transformación de datos con Looker Studio	38
14.	Seguridad en Power Bi	39
15.	Seguridad en Looker Studio	40
16.	Seguridad en Qlik Cloud	41
17.	Dashboard geolocalización con Power Bi	42
18.	Dashboard geolocalización con Qlik Cloud	43
19.	Dashboard geolocalización con Looker Studio	43
20.	Calculo puntuación Global	54

Cuadro 1: Lista de Abreviaturas

Abreviatura	Término
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones
API REST	Interfaz de Programación de Aplicaciones Representacional de Estado
AWS	Amazon Web Services
BDA	Big Data & Analytics
BD	Big Data
BI	Inteligencia de Negocios
CPU	Unidad Central de Procesamiento
CRUD	Crear, Leer, Actualizar, Eliminar
CSV	Valores Separados por Comas
CSS	Hojas de Estilo en Cascada
DNS	Sistema de Nombres de Dominio
GPU	Unidad de Procesamiento Gráfico
GUI	Interfaz Gráfica de Usuario
HTML	Lenguaje de Marcado de Hipertexto
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto
HTTPS	Protocolo Seguro de Transferencia de Hipertexto
IA	Inteligencia Artificial
IDE	Entorno de Desarrollo Integrado
IP	Protocolo de Internet
IoT	Internet de las cosas
JVM	Máquina Virtual de Java
JSON	Notación de Objetos JavaScript
LAN	Red de Área Local
M2M	Máquina a Máquina
ML	Aprendizaje Automático
MVC	Modelo-Vista-Controlador
NAT	Traducción de Direcciones de Red
ORACLE	Empresa de tecnología
PaaS	Plataforma como Servicio
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
RDBMS	Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales
RA	Realidad Aumentada
RV	Realidad Virtual
SaaS	Software como Servicio
SDK	Kit de Desarrollo de Software
SQL	Lenguaje de consulta estructurado
SSL	Capa de Conexión Segura
TLS	Capa de Seguridad de Transporte
UI	Interfaz de Usuario
URL	Localizador Uniforme de Recursos
UX	Experiencia de Usuario
VPN	Red Privada Virtual
WAN	Red de Área Amplia
XML	Lenguaje de Marcado Extensible
CPF	Centro de procesamiento de fluidos de producción de petróleo

Resumen

Las herramientas de visualización de datos son fundamentales en la ciencia de datos y el análisis de Big Data, ya que ayudan a comprender, analizar y comunicar patrones complejos dentro de conjuntos masivos de datos. Existen numerosas herramientas de visualización que varían en funcionalidades, capacidades de personalización, facilidad de uso y propósitos específicos. Entre las más populares y utilizadas se encuentran: Tableau, Power BI, D3.js, Matplotlib, Seaborn, Plotly, Google Data Studio, QlikView/QlikSense, Grafana y ggplot2.

En la industria petrolera se generan grandes volúmenes de información diariamente en los diferentes procesos. Se mantiene el registro de equipos, estrategias de mantenimiento preventivo, registro de fallas, documentación, ubicación de pozos, entre otros. Por tanto, la visualización de datos desempeña un papel fundamental en este sector, permitiendo extraer, transformar y visualizar los datos de una manera sencilla y práctica. Esto facilita la comprensión y detección de detalles importantes en la información, generando así un valor agregado para las empresas.

Este estudio realiza un análisis descriptivo de diversas herramientas disponibles en el mercado para la visualización de datos, evaluando sus diferencias, ventajas y desventajas. Además, se presenta un caso práctico en el que se aplican las herramientas con mejor rendimiento para el sector, demostrando cómo los aspectos teóricos se reflejan en la práctica. Para desarrollar este análisis, fue necesario investigar sobre tecnologías y herramientas para la visualización de grandes volúmenes de datos, explorar proyectos de BI en este sector y, finalmente, realizar una comparación para determinar en qué circunstancias una herramienta resulta más adecuada que otra para visualizar los datos de interés.

Palabras clave: Dashboard, Industria 4.0, sector petrolero, herramientas de visualización, Tableau, Power BI.

abstract

Data visualization tools are fundamental in data science and Big Data analysis, as they help to understand, analyze, and communicate complex patterns within massive data sets. There are numerous visualization tools that vary in functionalities, customization capabilities, ease of use, and specific purposes. Among the most popular and widely used are: Tableau, Power BI, D3.js, Matplotlib, Seaborn, Plotly, Google Data Studio, QlikView/QlikSense, Grafana, and ggplot2.

In the oil industry, large volumes of information are generated daily across various processes. Records of equipment, preventive maintenance strategies, failure logs, documentation, well locations, among others, are maintained. Therefore, data visualization plays a fundamental role in this sector, allowing data to be extracted, transformed, and visualized in a simple and practical manner. This facilitates the understanding and detection of important details in the information, thus adding value to companies.

This study provides a descriptive analysis of various tools available in the market for data visualization, evaluating their differences, advantages, and disadvantages. Additionally, a practical case is presented in which the best-performing tools for the sector are applied, demonstrating how theoretical aspects are reflected in practice. To develop this analysis, it was necessary to research technologies and tools for visualizing large volumes of data, explore BI projects in this sector, and finally, make a comparison to determine under which circumstances one tool is better than another for visualizing the data of interest.

Keywords: Dashboard, Industry 4.0, oil sector, visualization tools, Tableau, Power BI.

1. Introducción

La representación gráfica de cualquier información o dato se conoce como visualización de datos. Esto ayuda a segregar los datos de manera eficiente mediante el uso de varios tipos de elementos visuales, como gráficos, mapas, tablas, mapas y herramientas de visualización. Además de esto, con la ayuda de una herramienta de visualización de datos, los datos se pueden presentar de una manera única y comprensible para que las personas que no tienen experiencia técnica puedan entender todo fácilmente.

La visualización de datos es esencial para comunicar la información de manera efectiva, permitiendo a las personas comprender y analizar grandes cantidades de datos de manera más intuitiva y rápida. Al representar los datos de manera visual, como a través de gráficos, mapas, diagramas y otros medios, se pueden identificar patrones, tendencias y relaciones que de otra manera pasan desapercibidos en conjuntos de datos complejos.

Además, la visualización de datos ayuda a revelar insights importantes, destacar anomalías o valores atípicos, respaldar la toma de decisiones fundamentadas en datos y contar historias con los datos. Al proporcionar una representación visual clara y concisa de la información, las visualizaciones de datos permiten a los usuarios comprender la información de manera más rápida y efectiva, lo que facilita la extracción de conocimientos significativos y la formulación de acciones basadas en ellos.

La visualización de datos es esencial en la ciencia de datos y la arquitectura de presentación de datos. Permite analizar patrones y relaciones en los datos, facilitando la extracción de conclusiones significativas. Además, es crucial para monitorear el rendimiento de modelos de aprendizaje automático y análisis predictivos, interpretar resultados de manera accesible y comunicar hallazgos de manera efectiva a audiencias no técnicas. En resumen, la visualización de datos es una herramienta fundamental para comprender, monitorear y comunicar resultados en diferentes contextos y aplicaciones.

Las herramientas de visualización de datos son esenciales para analizar y entender conjuntos de datos complejos. Ofrecen interfaces intuitivas y diversas funcionalidades que permiten a los usuarios crear modelos visuales de datos de manera eficiente y personalizada. Entre las razones de su popularidad se incluyen la facilidad de uso, la interactividad para explorar datos dinámicamente, la integración con bases de datos para importar y conectar datos fácilmente, y la inclusión de herramientas de aprendizaje automático para análisis predictivo. Estas características hacen que estas herramientas sean ampliamente utilizadas por analistas, estadísticos y profesionales de datos para comunicar información de manera visual y accesible.

En el contexto de Big Data y ciencia de datos, las herramientas de visualización avanzada como Tableau, Power BI, D3.js y otras, permiten manejar y representar grandes conjuntos de datos de manera efectiva. Estas herramientas facilitan la creación de paneles interactivos, gráficos geoespaciales, diagramas y modelos que ayudan a comprender mejor los datos complejos generados en el sector de hidrocarburos. Por ende, este trabajo se enfoca en llevar a cabo una revisión bibliográfica que permita realizar investigaciones basadas en documentos, archivos y registros existentes. El objetivo es responder a la pregunta acerca de la eficiencia de estas herramientas en el sector petrolero. De manera que la visualización de datos en el sector de hidrocarburos no solo mejora la comprensión de los datos complejos, sino que también proporciona información clave para la toma de decisiones estratégicas, la optimización de

procesos y la garantía de seguridad y sostenibilidad en la industria petrolera.

2. Objetivos

Evaluar y comparar las soluciones de visualización de datos mas populares en el mercado, con un enfoque en su aplicación en el sector petrolero, analizando sus capacidades, fortalezas, limitaciones y adecuación para los requisitos específicos de la industria.

2.1. Objetivos específicos

- Investigar y comprender los requisitos y necesidades específicas de visualización de datos en el sector petrolero, incluyendo tipos de datos, volúmenes, formatos, análisis requeridos, entre otros.
- Definir un conjunto de criterios de evaluación relevantes para comparar las diferentes soluciones, considerando aspectos como capacidades de visualización, rendimiento, escalabilidad, integración con sistemas de información geográfica (GIS), soporte para formatos de datos geoespaciales, entre otros.
- Evaluar y calificar cada una de las soluciones identificadas en función de los criterios establecidos, analizando sus fortalezas, limitaciones y adecuación para los requisitos del sector petrolero.
- Elaborar un informe con los hallazgos incluyendo un caso práctico, conclusiones y recomendaciones del análisis comparativo, proporcionando una guía para la selección e implementación de la solución más adecuada en el sector petrolero.
- Identificar las principales herramientas y soluciones de visualización de datos, con enfoque geoespacial disponibles actualmente en el mercado.

3. Estado del arte y marco teórico

3.1. Introducción a la Inteligencia de Negocios

La inteligencia de negocios se puede definir como un conjunto de herramientas y soluciones tecnológicas diseñadas para que los usuarios puedan extraer de manera eficiente información empresarial útil, para apoyar y soportar el proceso de toma de decisiones, obteniendo una ventaja competitiva sobre otras organizaciones. De acuerdo con Xu et al. [26]. La BI ha evolucionado a lo largo de varias décadas impulsada por el progreso tecnológico y la creciente necesidad de las organizaciones de tomar decisiones informadas basadas en datos. Los orígenes de la BI se remontan a los años sesenta, cuando se desarrollaron los primeros sistemas de información gerencial (MIS, por sus siglas en inglés) y los sistemas de soporte de decisiones (DSS).

Por otra parte, otros autores importantes confirman estos hechos, por citar algunos como Tutunea y Rus [22] quienes en su artículo describen que los primeros pasos hacia BI se dieron a principios de la década de 1960, cuando se introdujo el concepto de sistemas de información

gerencial y las primeras aplicaciones de soporte de decisiones. Estos sistemas iniciales tenían capacidades limitadas y se enfocaban principalmente en la recopilación y presentación de datos estructurados, y en 1970 el concepto data warehouse, introducido por IBM, fue un gran impulsor para el desarrollo de la inteligencia de negocios.

De acuerdo con la historia en los años ochenta y noventa, con la expansión de las computadoras personales y el desarrollo de herramientas de visualización de datos y reporting impulsaron la adopción de BI en las empresas. La aparición de técnicas de minería de datos y análisis avanzado amplió las capacidades de BI para esas épocas. En la era moderna, la BI ha experimentado una transformación significativa impulsada por la explosión de datos, la computación en la nube y la integración con tecnologías emergentes como el aprendizaje automático y la inteligencia artificial.

De acuerdo a Jourdan, Rainer y Marshall [9], la integración de BI con herramientas de minería de datos y técnicas de inteligencia artificial ha permitido un análisis más sofisticado y una toma de decisiones más informada” (p. 122), esta se convertido en una herramienta indispensable para las organizaciones que buscan mantenerse competitivas en un entorno empresarial cada vez más impulsado por los datos y es un factor clave para el éxito empresarial, ya que permite a las organizaciones aprovechar al máximo sus recursos de información y tomar decisiones estratégicas basadas en datos.

Para el presente, estas herramientas son una pieza clave para la toma de decisiones en las organizaciones empresariales, permiten la recolección, extracción, integración y análisis y presentación de los datos, facilitando la interpretación, análisis de tendencias, patrones y demás operaciones con datos que ayudan a la eficiencia operativa de la empresa. Esta importancia radica en la capacidad para transformar grandes volúmenes de datos en información valiosa, lo que conlleva a la toma decisiones informadas, mejorar la eficiencia operativa y obtener una ventaja competitiva en el mercado o sector industrial. Por otra parte también resaltar que las herramientas, como Tableau, Power BI y QlikView, ofrecen interfaces intuitivas y visualizaciones avanzadas, haciendo que el análisis de datos sea accesible para usuarios con diversos niveles de experiencia técnica.

3.2. Visualización de grandes volúmenes de datos.

La era actual dominada por la información, los datos abundan tanto estructurados como no estructurados. Estos datos, si se analizan y comprenden correctamente, pueden revelar patrones ocultos, tendencias significativas y conocimientos valiosos que pueden transformar diversos aspectos cotidianos. La visualización de datos implica representar información y datos numéricos utilizando elementos visuales como gráficos, tablas y mapas. Este proceso transforma conjuntos de datos, ya sean grandes o pequeños, en imágenes que resultan accesibles y comprensibles para las personas Java T Point [8].

La importancia de la visualización de grandes volúmenes de datos radica en su capacidad para revelar información valiosa a partir de conjuntos de datos complejos y multidimensionales. Esta información o datos, pueden impulsar a la toma de decisiones informadas que contribuye a mejorar la eficiencia operativa, identificar oportunidades de negocio y promover la innovación en la empresa Shneiderman [19]. Por otra parte, una visualización efectiva de datos facilita la comunicación y la colaboración entre diferentes equipos y partes interesadas, al presentar la información de manera intuitiva y accesible.

Uno de los principales poderes de la visualización de grandes volúmenes de datos es su capacidad para revelar patrones y tendencias que podrían pasar desapercibidos en representaciones numéricas o tabulares. Al aprovechar la capacidad humana para procesar información visual, las técnicas de visualización permiten identificar rápidamente anomalías, agrupaciones y relaciones complejas dentro de los datos Few [6].

Otra ventaja significativa de la visualización de grandes volúmenes de datos es su capacidad para manejar conjuntos de datos de diferentes fuentes y formatos. Mediante la integración y transformación de datos estructurados y no estructurados, las herramientas de visualización pueden crear representaciones unificadas y coherentes, lo que facilita el análisis y la interpretación Ware [24]. Esto es particularmente relevante en entornos donde se manejan datos de diversas fuentes, como en la industria del big data y la analítica avanzada.

En el campo del Big Data de acuerdo con diferentes estudios por citar una herramienta como Power BI, donde se resalta la capacidad para conectarse a una amplia gama de fuentes de datos, tanto locales como en la nube, le permite integrar y analizar grandes volúmenes de información provenientes de diversas fuentes. De acuerdo con Aspin [1], “Power BI puede manejar conjuntos de datos masivos de hasta varios terabytes, lo que lo convierte en una opción viable para el análisis de Big Data en entornos empresariales” (p. 142). Además, Power BI cuenta con funciones avanzadas de modelado de datos y visualización, lo que permite a los usuarios explorar y comprender patrones y tendencias complejas en los datos de manera intuitiva y significativa.

3.3. Datos en el sector petrolero.

El sector petrolero es uno de los pilares fundamentales de la economía global, siendo responsable de la producción y distribución de una de las fuentes de energía más importantes del mundo, el petróleo y la Industria Petrolera en Colombia es fuerte, se considera que es un actor significativo en la industria petrolera global, aunque no se encuentra entre los mayores productores del mundo, su papel es crucial tanto para su economía nacional como para el mercado energético global. A continuación, se presenta un análisis detallado de la producción petrolera de Colombia.

Colombia ocupa el puesto 22 a nivel mundial en términos de producción de petróleo, con una producción diaria que ha oscilado entre 700,000 y 900,000 barriles por día (bpd) en los últimos años BP Statistical Review of World Energy [2]. Este nivel de producción lo posiciona como el cuarto mayor productor de petróleo en América Latina, después de Brasil, México y Venezuela. En cuanto a las reservas probadas de petróleo, Colombia cuenta con aproximadamente 1.8 mil millones de barriles. Estas reservas, aunque modestas en comparación con gigantes como Venezuela o Arabia Saudita, son esenciales para mantener la producción y asegurar la autosuficiencia energética del país a corto y mediano plazo BP Statistical Review of World Energy [2].

En este contexto planteado, los datos y la generación de datos juegan un papel crucial para optimizar operaciones, mejorar la seguridad y maximizar la eficiencia operativa de la empresa. Necesidad que ha llevado a la implementación de tecnologías avanzadas y a la adopción de sistemas de gestión de datos sofisticados que transforman grandes volúmenes de información en conocimientos importantes para la empresa, ahora en temas de mantenimiento industrial es

importante mantener los equipos operativos para evitar pérdidas de producción y accidentes catastróficos que de echo han ocurrido en la industria.

Por tanto, que datos se pueden encontrar en el sector petrolero, a continuación, se hace una lista de la información clave en este sector.

1. Información de equipos industriales: En este punto entran todos los equipos industriales que se manejan en la empresa, como: Generadores, turbinas, Baterías, Aires, Instrumentos, Paneles solares, Motores eléctricos ect.
2. Estrategia de mantenimiento: Corresponde a todos los planes de mantenimiento que se le hace a cada uno de los equipos, esta se conoce como el plan de mantenimiento preventivo.
3. Datos Mantenimiento Correctivo: Corresponde a toda la información de mantenimiento correctivo que se le hace a los equipos, este mantenimiento se hace por solicitud y también se puede dar que muchos equipos tenga una estrategia de mantenimiento a falla que se puede considerar como mantenimiento correctivo.
4. Materiales: Corresponde a la información de los materiales y repuestos que se requieren para la atención de los diferentes equipos presentes en las facilidades.
5. Ordenes De trabajo: Corresponde a las órdenes de trabajo que se generan para atender los equipos, las ordenes de trabajo pueden ser preventivas cuando nacen de un plan de mantenimiento correctivas cuando se hacen por una falla presente en el equipo industrial.
6. Costos: Todo lo relacionado a costos del mantenimiento, los costos de mantenimiento se basan en tiempos o mano de obra y costos de repuestos asicados a la relación.
7. Compras: Las compras son registros en especial para adquirir repuestos para los equipos, estas compras se asocian a un orden de trabajo y antes de hacer la compra debe existir una reserva.
8. Otros: También se maneja información de proveedores, reparaciones a edificios y parte civil como vías, información de procesos de integridad e inventarios de metrología entre otros procesos propios de la industria que generan gran cantidad de datos día a día.

Por otra parte en este sector es importante cumplir y mantener los equipos en buenas condiciones para evitar incidentes que pongan en riesgo la integridad de la planta y las personas, de acuerdo Ortiz Buitrago y Pardo López [14] la implementación de KPI's permite a las empresas petroleras no solo monitorear su desempeño en tiempo real, sino también realizar ajustes oportunos que pueden prevenir costos adicionales y mejorar la calidad de los procesos. Según un estudio de la Universidad Pontificia Bolivariana, el sector oil & gas en Colombia ha sido pionero en la adopción de KPIs debido a su utilidad en la gestión y optimización de operaciones.

Algunos KPIs que se manejan en este sector:

1. **Ready Backlog:** El término “Ready Backlog” se refiere a la carga de trabajo pendiente de tareas de mantenimiento que están listas para ser ejecutadas. Se trata de un concepto importante para garantizar la planificación y ejecución eficiente del mantenimiento preventivo

y correctivo. Este Indicador mide la carga de trabajo en semanas que se encuentra registrada en SAP para cada Equipo de trabajo, el Target esta de 4 a 6 semana. Horas Hombre Planeadas (Ordenes de Trabajo) / Horas Hombre Disponibles (Capacidad laboral de acuerdo con los técnicos que se tienen para ejecutar los mantenimientos).

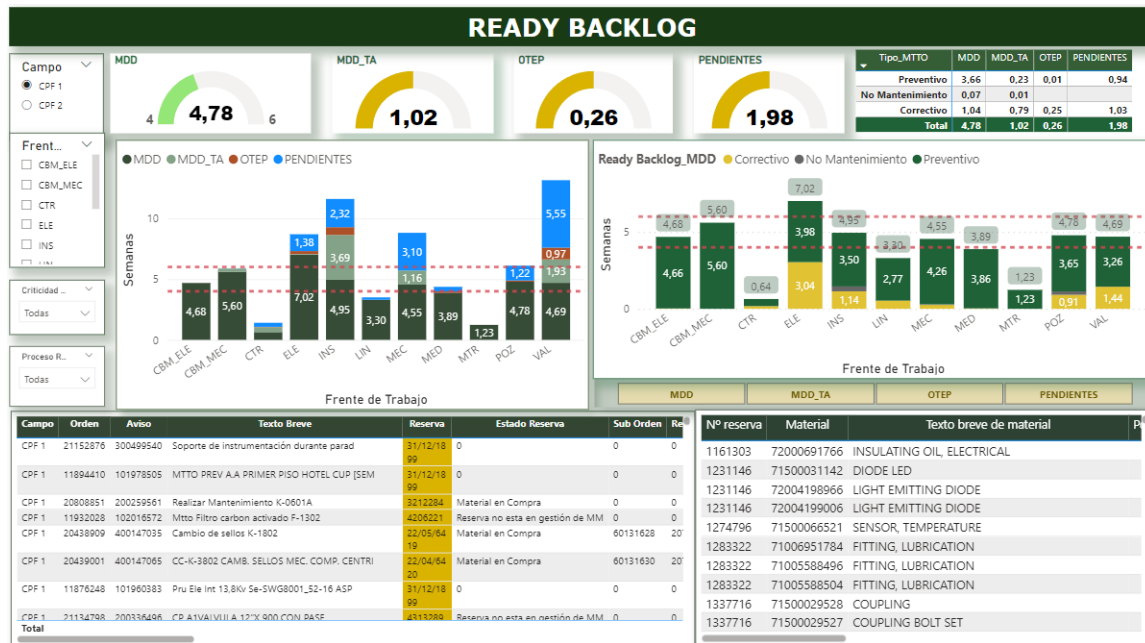


Figura 1: Panel de control de la dashboard en Power BI, llamada Ready Baclog. Fuente: Propia

- Cumplimiento Estrategia de Mantenimiento:** Es un indicador que mide el cumplimiento de los planes preventivos en periodo de tiempo mensual, la estrategia puede ser crítica y no crítica.



Figura 2: Cumplimiento de la estrategia de mantenimiento en Power BI. Fuente: Propia

3. **Producción diaria de petróleo:** Este KPI mide la cantidad de barriles de petróleo producidos por día. Es fundamental para monitorear la eficiencia de la producción y detectar cualquier desviación respecto a las metas establecidas.
4. **Tasa de recuperación de reservas:** Indica el porcentaje de petróleo recuperado de un yacimiento en relación con el total de reservas disponibles. Es crucial para evaluar la efectividad de las técnicas de extracción utilizadas.
5. **Costos operativos por barril:** Este indicador mide los costos asociados a la producción de un barril de petróleo, incluyendo gastos en exploración, perforación, extracción y transporte. Ayuda a las empresas a controlar sus costos y mejorar la rentabilidad.
6. **Tiempo de inactividad no planificado:** Mide el tiempo en el que la producción se detiene debido a fallas imprevistas o mantenimiento no planificado. Minimizar este tiempo es esencial para mantener una producción constante y eficiente.
7. **Índice de incidentes de seguridad:** Evalúa la cantidad y gravedad de los incidentes de seguridad que ocurren en las operaciones petroleras. Un alto índice puede indicar la necesidad de mejorar las prácticas de seguridad y capacitación.
8. **Tasa de éxito en exploración:** Mide el porcentaje de proyectos de exploración que resultan en descubrimientos comercialmente viables. Este KPI es importante para evaluar la efectividad de las actividades de exploración y la capacidad de la empresa para identificar nuevas reservas.

3.4. Impacto de las herramientas BI en la eficiencia Operativa.

En el entorno empresarial actual y más en el sector petrolero, la toma de decisiones basada en datos ha adquirido una gran importancia. Las empresas y organizaciones industriales se enfrentan a desafíos constantes, como la optimización de procesos, la reducción de costos y el aumento de la eficiencia operativa. En este contexto, las herramientas de Inteligencia de Negocios BI, han surgido como una solución poderosa para ayudar a las empresas a aprovechar al máximo sus datos y mejorar su eficiencia operativa, ya que entre muchos procesos permiten a las organizaciones recolectar, analizar y visualizar datos de manera que se pueda tomar decisiones informadas y estratégicas.

De acuerdo con **Wayne Eckerson**, Eckerson [4] en su libro sobre rendimiento de dashboard, señala que uno de los principales beneficios de las herramientas BI es su capacidad para visualizar los datos de manera intuitiva y comprensible. Los cuadros de mando interactivos y los informes personalizados permiten a los usuarios explorar y comprender los datos de manera más efectiva, lo que facilita la identificación de cuellos de botella, ineficiencias y oportunidades de optimización. Estas afirmaciones son parte del uso que se le dan a estas herramientas la actualidad no solo la capacidad de análisis también se resalta la vista o diseño que genera un atractivo a la hora de presentar los datos o KPIs. Por otra parte, el autor resalta un aspecto importante y es la capacidad de las herramientas BI para integrar datos de diferentes fuentes y departamentos dentro de una empresa industrial. Esto permite una visión más completa y precisa de las operaciones, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y la toma de decisiones.

Para el caso de información geoespacial, estas herramientas también tienen un gran potencial y han demostrado ser invaluable en esta tarea, ofreciendo a las organizaciones la oportunidad de localizar puntos críticos en diferentes sectores y tomar medidas correctivas basadas en datos, en el sector petrolero existen los pozos de producción donde se generan datos y una de las ventajas es poder identificar cada pozo en un mapa de la región y analizar los datos puntuales para estos, tema que un herramienta BI se puede realizar con facilidad pero que resulta de gran ayuda para el sector petrolero.

4. Marco Teórico

4.1. Big Data y las herramientas de visualización.

A pesar de que el término “Big Data” es reciente, los antecedentes de los enormes conjuntos de datos se remontan a las décadas de 1960 y 1970, cuando el campo de la gestión de datos estaba en sus primeras etapas, con la aparición de los primeros centros de datos y el desarrollo de las bases de datos relacionales Oracle [13].

Cuando las organizaciones comenzaron a utilizar computadoras para almacenar y analizar grandes cantidades de datos. Sin embargo, no fue hasta finales de la década de 1990 y principios de la de 2000 que el análisis de Big Data realmente comenzó a despegar, a medida que las organizaciones recurrieron cada vez más a las computadoras para ayudarlas a dar sentido a los volúmenes de datos en rápido crecimiento que generan sus negocios. Simplilearn [20].

El concepto de utilizar imágenes se lanzó en el siglo XVII para comprender los datos de mapas y gráficos y luego, a principios del siglo XIX, se reinventó en el gráfico circular. Java T Point [8] Las primeras herramientas de visualización de datos se utilizaron en el siglo XVII para representar datos económicos y demográficos. En el siglo XIX, se desarrollaron herramientas más sofisticadas para representar datos científicos, como los gráficos de líneas y de barras. En el siglo XX, las herramientas de visualización de datos se utilizaron cada vez más en los negocios y la industria. Las empresas comenzaron a utilizarlas para representar datos financieros, de ventas y de producción Wainer y Friendly [23].

La visualización de datos para la interpretación de datos existe desde el comienzo de la civilización. Mediante el uso de la visualización de datos, las personas podían comprender el mundo en el que vivían y hacer predicciones más precisas sobre eventos futuros Helical Insight [7].

- 1644: El astrólogo femenino Michael Florent van Langren proporcionó la primera representación de datos estadísticos.
- 1700: Surgió el mapeo temático y se introdujeron gráficos abstractos de funciones, errores de medición y recopilación de datos empíricos.
- 1800: William Playfair introdujo algunos de los gráficos más utilizados.
- 1854: El médico John Snow mapea el brote de cólera en Londres en un gráfico.
- Principios de 1900: La visualización de datos comienza a ganar publicidad y los gráficos comienzan a aparecer cada vez más en libros, revistas, etc.

- Finales de 1900: El avance del procesamiento y almacenamiento informático permitió almacenar, procesar y analizar una cantidad cada vez mayor de datos.
- Década de 1960-1970: Los investigadores John Tukey y Jacques Bertin desarrollan la ciencia de la visualización de datos en estadística y cartografía.
- Principios de la década de 1980: Edward Tufte publica “La visualización de información cuantitativa”, que se utiliza actualmente en las universidades.

Las computadoras hicieron posible procesar una gran cantidad de datos a velocidades vertiginosas. Hoy en día, la visualización de datos se convierte en una combinación de arte y ciencia en rápida evolución que seguramente cambiará el panorama corporativo en los próximos años.

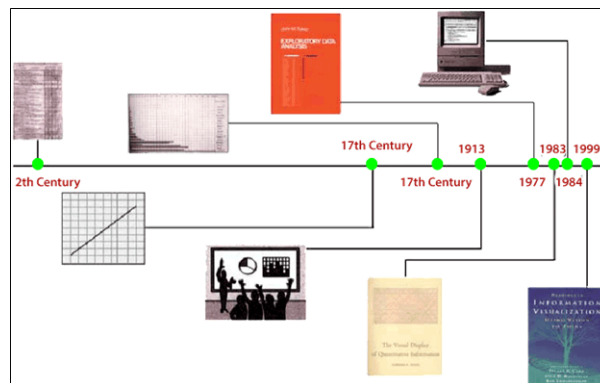


Figura 3: Historia de la visualización de los grandes datos. Fuente: (Java T Point, 2023)

El desarrollo de las tecnologías de big data en la década de 1990 dio lugar a un nuevo auge en el campo de la visualización de datos. Las herramientas de visualización de big data están diseñadas para manejar grandes volúmenes de datos, lo que las hace ideales para aplicaciones en el sector empresarial, la investigación científica y el gobierno Olshannikova et al. [12].

La herramienta de visualización de Big data están empezando a integrar la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para automatizar tareas, como la selección de datos y la creación de visualizaciones. Las herramientas de visualización de big data están empezando a utilizar la realidad aumentada y la realidad virtual para crear experiencias de visualización más inmersivas. Las herramientas de visualización de big data están empezando a centrarse en la visualización de datos en tiempo real para permitir a los usuarios tomar decisiones más informadas en tiempo real Schwabish [17].

4.2. Cómo funcionan las herramientas de grandes datos.

Las herramientas de visualización de datos funcionan mediante la conexión con diferentes fuentes de datos, la transformación de esos datos en visualizaciones interactivas y la presentación de la información de manera comprensible y útil.

Power BI permite la conexión con diversas fuentes de datos, como bases de datos, archivos locales, servicios en la nube, entre otros. Los datos se importan o se conectan en tiempo

real, se pueden transformar y modelar según las necesidades del usuario. Luego, se crean visualizaciones (gráficos, tablas, mapas, etc.) que se organizan en un panel de control interactivo. Estos paneles se pueden compartir y colaborar en tiempo real Microsoft PowerBI [11].

Tableau permite la conexión con múltiples fuentes de datos, donde se extraen, limpian y transforman los datos. Los usuarios pueden arrastrar y soltar elementos visuales para crear paneles interactivos. Utiliza un enfoque “arrastrar y soltar” para la creación de visualizaciones avanzadas y también permite la exploración de datos en tiempo real Tableau From Salesforce [21].

Qlik utiliza un enfoque de “asociación de datos” para crear visualizaciones. Los datos se cargan en memoria y se modelan asociativamente, lo que permite a los usuarios explorar libremente la información y descubrir relaciones entre los datos de forma dinámica. Las visualizaciones se actualizan automáticamente cuando se realiza un cambio en los datos Qlik [15].

Google Data Studio: Google Data Studio se conecta a una variedad de fuentes de datos, incluidos servicios de Google como Google Analytics, Google Ads, entre otros. Permite la creación de informes interactivos arrastrando y soltando componentes visuales. Los datos se actualizan automáticamente y los informes se pueden compartir fácilmente con otros usuarios Looker Studio [10].

D3.js: D3.js es una biblioteca JavaScript que permite la creación de visualizaciones de datos personalizadas. Funciona manipulando el DOM de un navegador web para generar gráficos interactivos a partir de datos. Los usuarios pueden crear gráficos altamente personalizados mediante la codificación de las interacciones y elementos visuales deseados d3js [3].

El proceso general de visualización de grandes datos con estas herramientas se puede dividir en los siguientes pasos:

1. **Recopilación de datos:** El primer paso es recopilar los datos que se van a visualizar. Los datos pueden provenir de una variedad de fuentes, como bases de datos, archivos y aplicaciones.
2. **Preparación de datos:** Una vez recopilados los datos, es necesario prepararlos para la visualización. Esto puede implicar limpiar los datos, eliminar valores atípicos y transformar los datos en un formato que sea compatible con la herramienta de visualización.
3. **Visualización:** El siguiente paso es crear las visualizaciones. Las visualizaciones pueden ser simples o complejas, y pueden utilizar una variedad de gráficos y tablas.
4. **Análisis:** Una vez creadas las visualizaciones, se pueden utilizar para analizar los datos. El análisis puede ayudar a identificar tendencias, patrones y anomalías.
5. **Comunicación:** Las visualizaciones se pueden utilizar para comunicar los resultados del análisis a otros. Las visualizaciones pueden ser efectivas para comunicar información compleja de una manera clara y concisa.

Estas herramientas utilizan diferentes enfoques y métodos para transformar datos en visualizaciones comprensibles, lo que permite a los usuarios explorar, analizar y comunicar la información de manera efectiva.

4.3. Herramientas de visualización de grandes datos

4.3.1. Tableau.

Es líder del mercado de canales de análisis de big data. Las empresas lo utilizan para publicar visualizaciones de datos de alta calidad. Tableau Desktop admite cientos de opciones de importación de datos, desde archivos CSV hasta API para una integración completa con AWS, Spark, Hadoop, Microsoft SQL y más. La versión empresarial admite fuentes de datos en vivo para paneles de BI. Tableau Public es la versión gratuita para uso personal: sus creaciones son públicas y solo se pueden guardar en la nube. También está limitado a extraer datos de CSV, Excel y otros archivos planos Equipo de Upwork [5].

4.3.2. Microsoft PowerBI

Es líder de la industria en plataformas de análisis e inteligencia empresarial. Sus conectores de datos facilitan la extracción de datos de otras aplicaciones y se integra muy bien con todas las fuentes habituales de análisis de big data (por ejemplo, AWS, Spark y Hadoop). Es una opción natural si su pila de tecnología empresarial ya utiliza tecnologías de Microsoft. El modelo de suscripción anual premium también proporciona recursos de almacenamiento y computación en la nube dedicados Equipo de Upwork [5].

se posiciona como una herramienta poderosa para conectar, extraer y analizar datos de una amplia gama de fuentes. Desde bases de datos y servicios en la nube hasta hojas de cálculo y más, Power BI permite a los usuarios transformar datos sin procesar en información significativa a través de un conjunto completo de funciones. Facilita la conexión y extracción de datos desde diversas fuentes, como bases de datos, servicios en la nube y hojas de cálculo, entre otras. Ofrece una amplia gama de representaciones visuales interactivas, como gráficos, tablas dinámicas y mapas. Los usuarios tienen la capacidad de construir tableros personalizados que combinan múltiples visualizaciones en una sola página. Además, proporciona herramientas para limpiar y transformar datos, simplificando así la preparación de los mismos para el análisis. Emplea el lenguaje DAX (Data Analysis Expressions) para realizar cálculos y crear medidas personalizadas.

4.3.3. FusionCharts

Es un paquete de visualización de datos basado en JavaScript. Puede comprar licencias con ofertas según el tamaño de su equipo de desarrollo. Como paquete de JavaScript en lugar de una herramienta, tiene la máxima flexibilidad para crear paneles de control públicos y privados para manejar el procesamiento de big data. Un diferenciador clave es la extensa biblioteca de plantillas en vivo de FusionCharts: simplemente conecte sus datos y véalos visualizados al instante Equipo de Upwork [5].

Ofrece una amplia gama de tipos de gráficos, desde gráficos de barras y gráficos circulares hasta mapas geográficos y medidores. Los usuarios pueden explorar datos, hacer clic en elementos para obtener detalles y realizar acciones específicas según la configuración.

Se integra fácilmente en aplicaciones web y de escritorio mediante código HTML, JavaScript y otras tecnologías web estándar. Es compatible con una amplia variedad de tecnologías y

marcos, incluidos Angular, React, JavaScript puro y otros. Los gráficos se pueden personalizar para adaptarse a las necesidades de diseño y marca de una aplicación o sitio web. Los desarrolladores pueden ajustar colores, fuentes y más. Pueden conectarse a datos dinámicos, lo que permite la actualización en tiempo real de las visualizaciones en función de los cambios en los datos subyacentes.

4.3.4. Google Data Studio

Google Data Studio es gratuito, pero quienes lo utilicen para empresas probablemente tendrán que pagar por una conexión de datos a un servicio como Supermetrics. La plataforma es para analistas de negocios que pueden conocer un poco de programación con Python o JavaScript y desean generar informes y elementos visuales para paneles Equipo de Upwork [5]. Permite conectar y extraer datos de una variedad de fuentes, incluyendo Google Analytics, Google Ads, Google Sheets, bases de datos SQL, archivos CSV entre otros. Los usuarios pueden crear informes personalizados que incluyen gráficos, tablas, imágenes y texto. Los informes pueden personalizarse en términos de estilo y formato para que coincidan con la marca de una empresa o proyecto.

4.3.5. Flourish

Es popular entre los periodistas que desean contar historias con datos. Su interfaz de usuario intuitiva facilita que los no codificadores recopilen y presenten datos en visualizaciones de datos pulidas y compatibles con dispositivos móviles. La interfaz se ejecuta en el navegador y le permite ajustar el ancho y el estilo de su objeto visual de datos a medida que lo crea para ver cómo se vería con diferentes anchos de pantalla. También permite a los desarrolladores crear plantillas personalizadas con su SDK de desarrollador Equipo de Upwork [5].

Ofrece una amplia variedad de visualizaciones interactivas, que incluyen gráficos de barras, gráficos de líneas, mapas, gráficos de dispersión y más. Se destaca la creación de visualizaciones sin necesidad de codificación ni experiencia en diseño gráfico. Los usuarios pueden importar datos desde una variedad de fuentes, incluyendo hojas de cálculo, archivos CSV, bases de datos en línea y más. También se pueden utilizar integraciones con servicios como Google Sheets.

4.3.6. Sisense

Sisense es una plataforma de análisis de datos y Business Intelligence (BI) que permite a las organizaciones recopilar, analizar y visualizar datos para tomar decisiones informadas y estratégicas. Es una plataforma de análisis de datos de un extremo a otro con una interfaz empresarial que cualquier analista de BI reconocerá. Se puede implementar localmente o en la nube y proporciona visualizaciones de datos sólidas para informes y paneles Equipo de Upwork [5]. Es utilizado por empresas de diversas industrias para el análisis de datos, la generación de informes y la toma de decisiones estratégicas. Su enfoque en la facilidad de uso y la capacidad de análisis avanzado lo convierten en una opción popular para aquellos que buscan implementar soluciones de Business Intelligence en sus operaciones comerciales.

4.3.7. ChartBlocks

Es un creador de gráficos en línea fácil de usar que le permite crear visualizaciones de datos personalizadas sin conocimientos de programación. La plataforma también facilita compartir e insertar gráficos en sitios web y redes sociales. Construidas a partir de D3.js, las visualizaciones de ChartBlocks responden y se representan como archivos SVG con buena presentación en pantallas de alta resolución Equipo de Upwork [5].

4.3.8. Qlik Sense

Desarrollado sobre el motor asociativo de Qlik, Qlik Sense le permite encontrar conexiones y comprender claramente la información al convertir datos sin procesar en visualizaciones atractivas. Puede utilizar Qlik Sense para realizar análisis estadísticos y crear interfaces de usuario flexibles, tablas dinámicas y gráficos, entre otras funciones. Si recopila datos de múltiples fuentes, Qlik Sense le permite fusionar los datos en una nueva tabla para facilitar el análisis Equipo de Upwork [5].

En general, Qlik Sense es una plataforma de BI potente y versátil que se puede utilizar para analizar datos y tomar mejores decisiones. Es una buena opción para empresas de todos los tamaños y para personas que desean aprovechar al máximo sus datos.

4.3.9. Datawrapper

Ya sea que esté creando tablas responsivas, visualizaciones interactivas o mapas, Datawrapper proporciona herramientas para ayudar a contar una historia. Tiene un plan gratuito que puedes usar para crear, publicar y exportar visualizaciones, pero solo puedes descargar el contenido en formato PNG. No necesita ningún conocimiento especial para trabajar con Datawrapper y puede importar datos desde archivos CSV y XLS o copiarlos y pegarlos en el editor de Datawrapper Equipo de Upwork [5]. Ofrece una extensa variedad de tipos de gráficos y representaciones visuales, que abarcan desde gráficos de barras y líneas hasta gráficos de dispersión, mapas, tablas y más. Su principal destacado radica en la capacidad de los usuarios para crear visualizaciones de datos sin necesidad de poseer conocimientos avanzados en diseño gráfico o programación. La herramienta permite personalizar la apariencia de las visualizaciones, incluyendo opciones como colores, etiquetas, títulos y fuentes. Facilita la importación de datos desde diversas fuentes, como hojas de cálculo, archivos CSV y bases de datos en línea, e incluso es compatible con datos en tiempo real. Además, las visualizaciones creadas con Datawrapper son responsivas, adaptándose automáticamente a diferentes tamaños de pantalla, lo que las convierte en una opción idónea para su inclusión en sitios web y presentaciones.

5. Metodología

Para el desarrollo de este caso práctico, se empleó la metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), ampliamente reconocida en el ámbito de la minería de datos Shearer [18]. Esta metodología se complementó con el método jerárquico AHP (Analytic Hierarchy Process) para evaluar y seleccionar la herramienta de BI (Business Intelligence) más adecuada según los criterios definidos.

5.0.1. Fases de CRISP-DM

1. **Comprensión del Negocio:** En esta fase, se identificaron los objetivos y requisitos del negocio para definir el problema a resolver Wirth e Hipp [25].
2. **Comprensión de los Datos:** Se recopiló y exploró la información relevante para el análisis.
3. **Preparación de los Datos:** Incluyó la limpieza y transformación de los datos para adecuarlos al análisis.
4. **Modelado:** Se aplicaron técnicas de análisis de datos para construir modelos predictivos.
5. **Evaluación:** Los modelos se evaluaron para asegurar que cumplen con los objetivos del negocio.
6. **Despliegue:** Los modelos finales se implementaron en el entorno de producción.

La metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) proporciona una estructura sistemática para guiar el desarrollo del caso práctico.

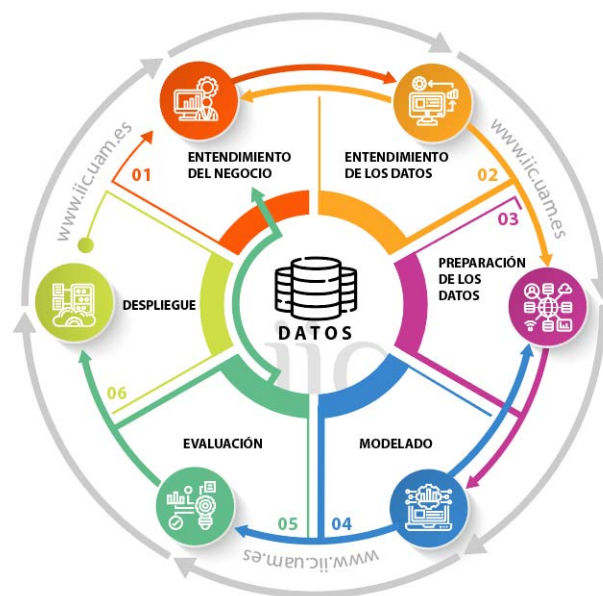


Figura 4: Metodología Crips-DM

5.0.2. Aplicación del Método AHP

La Metodología del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una técnica de toma de decisiones multicriterio desarrollada por Thomas L. Saaty en la década de 1970 Saaty [16].

Es ampliamente utilizada para resolver problemas complejos que implican múltiples criterios y alternativas. AHP descompone un problema de decisión en una jerarquía de subproblemas más manejables, cada uno de los cuales puede ser analizado de manera independiente.

5.0.3. Pasos Principales en AHP

1. Definición del Problema y Construcción de la Jerarquía:

- **Nivel 1:** Objetivo principal del problema.
- **Nivel 2:** Criterios que influyen en la decisión.
- **Nivel 3:** Subcriterios (si los hay) y alternativas posibles.

2. Comparaciones Pareadas:

- Realizar comparaciones entre los criterios y las alternativas en pares, utilizando una escala de 1 a 9 para evaluar su importancia relativa.

3. Cálculo de los Pesos Relativos:

- Normalizar las matrices de comparación pareada y calcular los pesos promedios para cada criterio y subcriterio.

4. Síntesis de los Resultados:

- Combinar los pesos de los criterios con los pesos de las alternativas para obtener un puntaje global para cada alternativa.

5. Verificación de la Consistencia:

- Evaluar la consistencia de las comparaciones para asegurar que las decisiones sean razonables y no arbitrarias.

El método AHP se utilizó para evaluar diversas herramientas de BI con base en los siguientes criterios:

- **Conectividad y Fuentes de Datos:** La capacidad de la herramienta para conectarse a diversas fuentes de datos Saaty [16].
- **Capacidades de Transformación:** Facilidad y potencia en la transformación de datos.
- **Seguridad:** Características de seguridad y control de acceso.
- **Geolocalización:** Capacidades de análisis y visualización geoespacial.

- **Interfaz de Usuario:** Usabilidad y diseño de la interfaz.
- **Rendimiento y Escalabilidad:** Capacidad de manejar grandes volúmenes de datos y escalabilidad.
- **Soporte y Comunidad:** Disponibilidad de soporte técnico y comunidad de usuarios.
- **Coste y Licenciamiento:** Costes asociados a la implementación y mantenimiento de la herramienta.

La combinación de CRISP-DM y AHP permitió una evaluación estructurada y objetiva, asegurando que se seleccionara la herramienta de BI más adecuada para las necesidades específicas del proyecto.

5.1. Comprensión del Negocio

Para el caso práctico se tiene como objetivo comparar dos herramientas de visualización de datos, Power BI y Google Data Studio, en el contexto de un caso práctico donde se desarrollaron tableros de mando para monitorear el KPI de Productividad. Para la gestión de mantenimiento, es importante el monitoreo de la productividad laboral y la identificación de oportunidades de mejora con tiempos improductivos mediante el análisis de la información, con el objetivo de enfocar la mano de obra en la ejecución de las actividades de mantenimiento y optimizar los tiempos improductivos que se generan.

Productividad en el contexto del mantenimiento y operaciones en la industria petrolera se refiere a la eficiencia con la que los recursos (humanos, financieros, materiales) se utilizan para generar resultados. En particular, se mide a través de los tiempos productivos y no productivos, buscando oportunidades de mejora para optimizar los tiempos de reparación y mitigar o eliminar malos actores (Campbell, Jardine, & McGlynn, 2011; Balmer, 1999).

1. **Tiempos Productivos o Hands On:** Se refiere al tiempo que los trabajadores dedican directamente a las tareas de mantenimiento y operación sobre los equipos. Es un indicador clave para evaluar la eficiencia laboral y la utilización de los recursos humanos. Se busca que los tiempos productivos Hands On sean superiores a los tiempos improductivos No Hands On.
2. **Tiempos Improductivos o No Hands On:** Se refiere al tiempo que no se dedica directamente a las tareas productivas, incluyendo reuniones, desplazamientos a sitios de trabajo, esperas por materiales o equipos, alistamiento de equipos y otras actividades que no contribuyen directamente a la producción o mantenimiento efectivo sobre el equipo. Se busca optimizar estos tiempos mediante el análisis de lo ocurrido y la formulación de planes de acción que mitiguen o eliminen estas afectaciones. Dentro de los tiempos improductivos se discrimina el porcentaje asociado a temas de capacitaciones, charlas y actividades de salud ocupacional que se denominan “Actividades Generales”.

En el sector petrolero la productividad está dada por:

$$\text{Productividad} = \frac{[\text{Hora Hombre ejecutadas en trabajo efectivo en el equipo}]}{[\text{Total de Horas Hombre Ejecutadas}]}$$

- **Hands On:** Porcentaje de Horas Empleadas en actividades puntuales de mantenimiento en los Equipos o activos industriales. Este es igual a la productividad.
- **No Hands On:** Porcentaje de Horas Empleadas en actividades que apoyan la ejecución de las actividades, dentro de estas tenemos:
 1. Apertura permiso de trabajo
 2. Documentos (Diligencia de Check List, ART, Reporte ODM)
 3. Herramientas / Materiales
 4. Aislamiento & Des aislamiento de Proceso
 5. Aislamiento & Des aislamiento Eléctrico
 6. Charla es sitio
 7. Movilización a sitio
 8. Espera necesaria (por trabajos interdisciplinarios / simultáneos)
 9. Descanso Auditivo / Valoraciones Medicas
 10. Causas Externas (lluvia, alarma, etc.)
 11. Tiempos Desplazamiento & Alistamientos Alimentación
- **Actividades Generales:** Porcentaje de Horas Empleadas en actividades de:
 1. Salud Ocupacional
 2. Reunión de supervisores diaria
 3. Actividades de Recursos Humanos
 4. Capacitaciones y Charlas
 5. Actividades de Bienestar

5.2. Comprensión de los datos

El conjunto de datos que se utilizara para la comparativa entre herramientas de visualización comprende dos set de datos con la información de la gestión de Mantenimiento, un set de datos con la información geoespacial de los centros de acopio o (CPF), un set de datos que permite la conversión de los nombres de los puestos o frentes de trabajo en abreviaturas esto para ocupar menos espacio en pantalla en las gráficas y mejorar así la visualización, un set de datos con la descripción de los códigos de productividad.

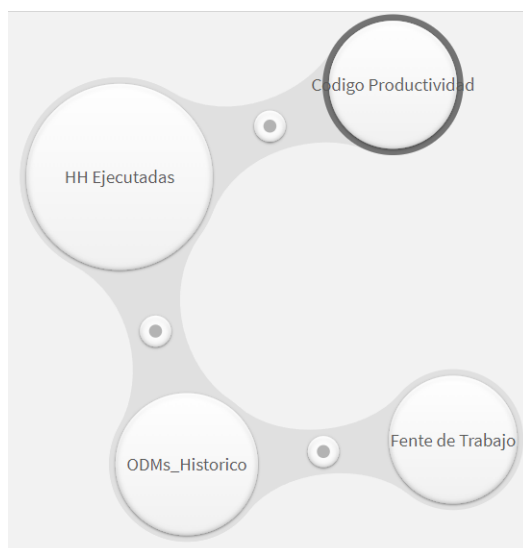


Figura 5: Metodología Crips-DM

5.2.1. Bases de datos Principales

Dataset 1: Histórico Gestión de Mantenimiento Ordenes de trabajo

Cuadro 2: Histórico Gestión de Mantenimiento Ordenes de trabajo

Variable	Descripcion
Orden	Número Único con el que se identifica una actividad de Mantenimiento sobre un Activo Industrial
Texto breve	Descripción de la actividad que se va a ejecutar sobre el Activo Industrial
Aviso	Número Único con el que se reporta una falla y que dará inicio a la creación de una Orden de trabajo
Campo de clasificación	Tag o Nombre del Activo Industrial
Fecha de referencia	Fecha de planificación de la Orden de trabajo
Pto.tbjo.responsable	Frente de trabajo (Mecánico, Eléctrico, Instrumentación, Válvulas, Procesos) al que le corresponde ejecutar las actividades de mantenimiento
Status de usuario	Estado, Planificación y Programación de la Orden de trabajo en SAP, Orden Liberada, Orden en proceso de Planificación, Orden Pendiente Materiales, Orden Pendiente Terceros, Orden Pendiente Parada Planta
Status del sistema	Estado del sistema de la Orden de trabajo en SAP, Orden Abierta, Orden Ejecutada, Orden Cerrada
Criticidad ASP	ASP (Aseguramiento por Seguridad de Procesos) se clasifican los equipos en críticos por ASP (S), No Críticos, no Aplica criticidad
Clase de orden	Código que identifica el origen de la orden de trabajo si proviene de un Plan de mantenimiento o de un reporte correctivo
Clase actividad PM	Clasificación de la actividad Preventiva, Correctiva, Predictiva
Centro emplazamiento	Número único asociado al campo petrolero
Emplazamiento	Número Único asociado a una área específica del campo petrolero
CeCo responsable	Centro de costo asociado al frente de trabajo ejecutor (Eléctrico, Mecánico, Instrumentación)
Centro de coste	Centro de Costos asociado al Activo Industrial dependiendo su naturaleza
Costes tot.reales	Costos Totales de la ejecución de la actividad de Mantenimiento

Histórico Horas Hombre ejecutadas en Ordenes de trabajo para la Gestión de Mantenimiento.

Está conformado por 80.4187 Observaciones y 4 Variables.

Cuadro 3: Histórico Horas Hombre ejecutadas en Ordenes de trabajo para la Gestión de Mantenimiento.

Variable	Descripción
Orden	Número Único con el que se identifica una actividad de Mantenimiento sobre un Activo Industrial
Puesto trabajo (real)	Frente de trabajo (Mecánico, Eléctrico, Instrumentación, Válvulas, Pozos) al que le corresponde ejecutar las actividades de mantenimiento
Trabajo real	Horas Hombre Ejecutadas
Texto de notificación	Código Productividad que permite la distribución de las horas hombre ejecutadas (Horas Empleadas en trabajo efectivo sobre la máquina, Horas empleadas en Permisos de trabajo, Horas empleadas en Movilizaciones entre otras actividades.)

5.2.2. Bases de datos de apoyo

Códigos de Productividad

Cuadro 4: Códigos de Productividad

Variable	Descripción
CodPro	Llave que clasifica las actividades ejecutadas y que permita la distribución de las horas hombre ejecutadas clasificándolas en actividades productivas y tiempos muertos.
Des.CodPro	Descripción detallada del código de productividad. Esta información es importante para el proceso de análisis que se haga.

Puestos de Trabajo

Cuadro 5: Puestos de Trabajo

Variable	Descripción
PT	Llave con la que se identifica el puesto de trabajo, este está asociado a la disciplina dueña de la actividad de mantenimiento (Eléctrica, Mecánica, Instrumentación, etc.)
Recurso	Es una abreviación del PT (Puesto de Trabajo) Ej: ELE = Electricidad
Empresa	Nombre de la Empresa a la que está asociado el puesto de trabajo

5.3. Preparación de los datos

Para asegurar que la visualización de los datos permita tomar decisiones adecuadas en la gestión de mantenimiento, es necesario garantizar una adecuada limpieza y transformación de datos. De ahí la importancia de que la herramienta seleccionada para la visualización de los datos sea robusta en este aspecto.

5.3.1. Histórico Gestión de Mantenimiento Ordenes de Trabajo

Campo Orden: Este campo es muy importante ya que se convierte en la llave que permite relacionarse con la información de la tabla “Histórico Horas Hombre ejecutadas en Ordenes de Trabajo para la Gestión de Mantenimiento”. Se debe asegurar que en ambas tablas no contengan elementos vacíos.

Campo Criticidad ASP: Para este campo, los registros nulos corresponden a equipos que no requieren evaluación de criticidad. Por lo tanto, para efectos del informe se consideran dentro de la población de equipos No Críticos por seguridad de proceso y no se deben eliminar. Con base en la información de este campo se crea la columna “Criticidad ASP” así:

- Si el valor es “S”, asignar “Crítico ASP”
- Si no, asignar “No Crítico ASP”

Campo Centro Emplazamiento: La información de este campo es la llave que permite el enlace con la información de la tabla que contiene Latitudes y Longitudes de los campos Petroleros (CPF), permitiendo la visualización geoespacial. Con base en la información de este campo se crea la columna “Campo” así:

- Si el valor es “1063”, asignar “Campo A”
- Si el valor es “1064”, asignar “Campo B”

Campo “Puesto Responsable”: La información de este campo es la llave que permite el enlace con la información de la tabla “Frente de Trabajo” que contiene una abreviación del nombre al que hace referencia el puesto de trabajo y la Empresa a la que pertenece.

5.3.2. Historico de Horas para la gestion de Mantenimiento

Campo Orden: Este campo es muy importante ya que se convierte en la llave que permite relacionarse con la información de la tabla “Histórico Gestión de Mantenimiento Ordenes de Trabajo”. Se debe asegurar que en ambas tablas no contengan elementos vacíos.

Campo Texto de Notificación: La información de este campo es la llave que permite el enlace con la información de la tabla “Código Productividad” para obtener una descripción detallada del código. Además, con la información de este campo se construirá la columna “Productividad” para distribuir las Horas Hombre ejecutadas en:

- **Actividades Hands On:** Horas Hombre trabajo efectivo sobre la máquina o equipo.
- **Actividades No Hands On:** Horas Hombre empleadas en trabajo de alistamiento para ejecutar la actividad (e.g., apertura de permisos de trabajo, alistamiento de herramientas).
- **Actividades Generales:** Horas Hombre empleadas en actividades de capacitación, charlas, actividades de bienestar.

Registros nulos se eliminan del conjunto de datos.

Campo Trabajo Real: Este campo contiene las Horas Hombre ejecutadas distribuidas por los códigos de productividad. Los registros vacíos se deben eliminar ya que no serían representativos al sumar las Horas Hombre y realizar la distribución de productividad.

5.3.3. Generación de Columnas Calculadas

Productividad: Este campo permite la clasificación de productividad de las horas hombre ejecutadas.

■ Algoritmo:

- Si “Texto de notificación” es igual a “HSO”, Productividad igual “Hands On”.
- Si “Texto de notificación” es igual a “ALB”, Productividad igual “Actividades Generales”.
- Si no, Productividad igual “No Hands On”.

Campo: De acuerdo al “Centro Emplazamiento” se clasifica el centro de acopio del campo petrolero.

■ Algoritmo:

- Si “Centro Emplazamiento” es igual a “1063”, Campo igual “Cusiana”.
- Si “Centro Emplazamiento” es igual a “1064”, Campo igual “Cupiagua”.
- Si no, Campo igual “Sin Clasificar”.

Ciudad: De acuerdo al “Centro Emplazamiento” se clasifica el centro de acopio del campo petrolero.

■ Algoritmo:

- Si “Centro Emplazamiento” es igual a “1063”, Ciudad igual “Tauramena”.
- Si “Centro Emplazamiento” es igual a “1064”, Ciudad igual “Aguazul”.
- Si no, Campo igual “Sin Clasificar”.

Latitud: De acuerdo al “Centro Emplazamiento” se asocia la Latitud.

■ Algoritmo:

- Si “Centro Emplazamiento” es igual a “1063”, Latitud igual “5.00094378666”.
- Si “Centro Emplazamiento” es igual a “1064”, Latitud igual “5.20993248812”.

Longitud: De acuerdo al “Centro Emplazamiento” se asocia la Longitud.

■ Algoritmo:

- Si “Centro Emplazamiento” es igual a “1063”, Longitud igual “-72.7062007108”.
- Si “Centro Emplazamiento” es igual a “1064”, Longitud igual “-72.60170928352”.

Año: Se extrae el Año del campo “Fecha de referencia”.

■ Algoritmo: Año (“Fecha de referencia”).

Mes: Se extrae el Mes del campo “Fecha de referencia”.

■ Algoritmo: Mes (“Fecha de referencia”).

5.3.4. Generación de Medidas

Cálculo Tiempos Hands On (Tiempos efectivos de trabajo sobre la máquina):

- Medida “Hands_On”: Sumatoria “Trabajo Real” (Horas Hombre ejecutadas) donde “Texto de notificación” sea igual a “HSO”.
- Medida “% Hands_On”: Horas Hombre Hands On dividido entre el total de horas ejecutadas.

Cálculo Tiempos Actividades Generales (Tiempos empleados en reuniones, capacitaciones):

- Medida “Actividades Generales”: Sumatoria “Trabajo Real” (Horas Hombre ejecutadas) donde “Texto de notificación” sea igual a “ALB”.
- Medida “% Actividades Generales”: Horas Hombre Actividades Generales dividido entre el total de horas ejecutadas.

Cálculo Tiempos No Hands On (Tiempos improductivos):

- Medida “No Hands_On”: Sumatoria “Trabajo Real” (Horas Hombre ejecutadas) donde “Texto de notificación” no sea (“HSO”, “ALB”).
- Medida “% No_Hands_On”: Horas Hombre No Hands On dividido entre el total de horas ejecutadas.

5.4. Modelado

Se desarrolla tableros de visualización en Power BI, Qlik Cloud y Looker Studio, en esta fase de desarrollo se presenta una evaluación del comportamiento de cada una de las herramientas con respecto a cada característica que se tendrá en cuenta para definir que herramienta de visualización es la más adecuada para la implementación de los KPIs, la experiencia obtenida en el desarrollo de este caso práctico apoyara el juicio para la asignación de la puntuación en las matrices de evaluación de acuerdo a la metodología AHP (Analytic Hierarchy Process).

5.4.1. Conectividad y Fuentes de Datos

5.4.1.1. Fuentes de Datos y Capacidades de Integración en el Sector Petrolero

En el sector petrolero, las empresas manejan datos de múltiples fuentes, incluyendo almacenamientos en la nube, bases de datos y archivos planos generados por softwares de monitoreo de equipos. Es clave la capacidad de conexión a diversas fuentes de datos, ya que permite a la empresa adaptarse rápidamente a cambios en sus sistemas de información. En el desarrollo del caso práctico se evidenciaron las siguientes capacidades:

1. Fuentes de Datos Soportadas:

- **Pregunta:** ¿Cuántas y qué tipo de fuentes de datos pueden conectarse directamente (bases de datos, servicios en la nube, archivos planos, etc.)?
- **Descripción:** Es crucial evaluar la variedad de fuentes de datos que la herramienta puede soportar, ya que esto determina su flexibilidad y adaptabilidad en un entorno con múltiples orígenes de datos.

2. Conectividad en Tiempo Real:

- **Pregunta:** ¿Permite la conectividad en tiempo real para algunas fuentes de datos?
- **Descripción:** La conectividad en tiempo real es fundamental para asegurar que la información sea actual y precisa, lo que permite una toma de decisiones más rápida y efectiva.

3. Capacidades de Integración:

- **Pregunta:** ¿Qué tan bien se integran con otras herramientas y servicios que ya están en uso en la organización?
- **Descripción:** La capacidad de integración con otros sistemas y herramientas existentes en la organización mejora la eficiencia operativa y facilita la adopción de la herramienta.

5.4.1.2. Caso Práctico: Uso de Power BI en el Sector Petrolero En el desarrollo del caso práctico, se evidenció la capacidad de Power BI Desktop para conectarse a datos de diferentes orígenes, lo que lo convierte en una herramienta atractiva para la implementación de visualizaciones en el sector petrolero.

5.4.1.3. Conectividad y Fuentes de Datos en Power BI Desktop Power BI Desktop permite conectarse a una amplia variedad de fuentes de datos, incluyendo:

- Bases de datos
- Servicios en la nube
- Archivos planos

Esta capacidad es particularmente útil en el sector petrolero, donde se manejan múltiples fuentes de datos. Durante el caso práctico, Power BI se integró eficazmente con otros softwares de Microsoft que la empresa ya tenía implementados, como SharePoint y Office. Además, se realizaron conexiones con Google Drive y SharePoint para demostrar la versatilidad y capacidad de integración de Power BI.

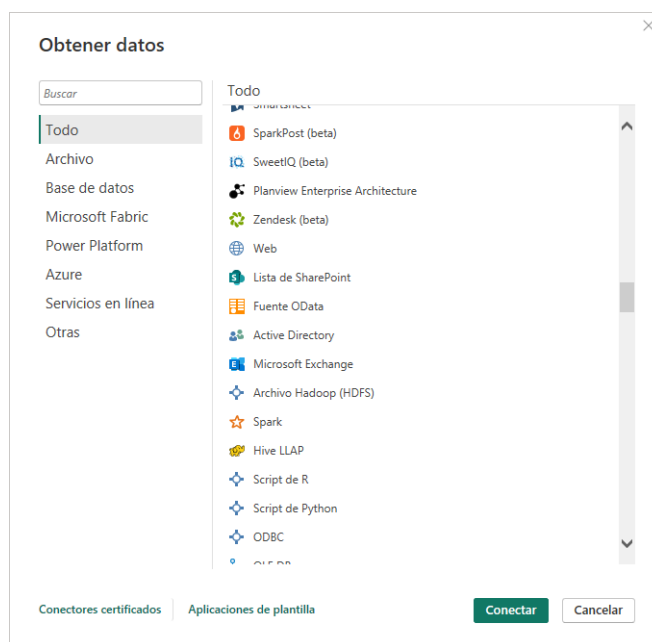


Figura 6: Tipos de archivos que pueden cargarse a Power BI

5.4.1.4. Caso Práctico: Uso de Qlik Cloud en el Sector Petrolero Durante el caso práctico, Qlik Cloud demostró su capacidad para incorporar datos a una plataforma en la nube o replicar datos desde diversas fuentes. Esta versatilidad permite a la empresa adaptarse rápidamente a cambios en sus sistemas de información, mejorando la eficiencia operativa y la toma de decisiones.

5.4.1.5. Conectividad y Fuentes de Datos en Qlik Cloud Qlik Cloud permite la integración con una gran cantidad de fuentes de datos, incluyendo:

- Aplicaciones SaaS
- Bases de datos
- Almacenes de datos en la nube
- SAP HANA

Esta capacidad es particularmente útil en el sector petrolero, donde se manejan múltiples fuentes de datos. La conexión directa con SAP HANA es especialmente interesante, ya que el software para la gestión de mantenimiento utilizado es precisamente SAP.

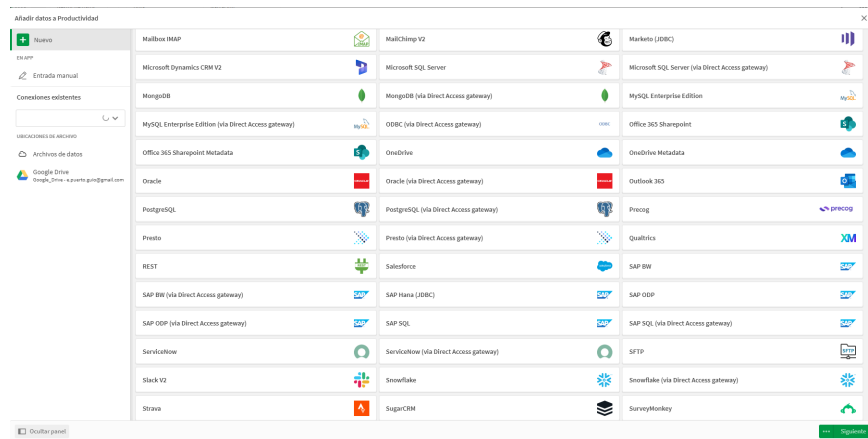


Figura 7: Tipos de archivos que pueden cargarse a Qlik Cloud

5.4.1.6. Caso Práctico: Uso de Looker Studio en el Sector Petrolero Durante el caso práctico, Looker Studio demostró su capacidad para integrarse eficazmente con diversas fuentes de datos, especialmente a través de Google Drive y otros servicios de Google. Esta versatilidad permite a la empresa adaptarse rápidamente a cambios en sus sistemas de información, mejorando la eficiencia operativa y la toma de decisiones.

5.4.1.7. Conectividad y Fuentes de Datos en Looker Studio Looker Studio permite conectarse a una amplia variedad de fuentes de datos a través de conectores. La conectividad incluye:

- **Conectores Propios:** Looker Studio ofrece conectores propios para sus productos principales, facilitando la integración con otros servicios de Google.
- **Conectores Asociados:** Además de los conectores propios, Looker Studio maneja conectores asociados que son desarrollados por terceros y suelen ser de pago. Estos conectores permiten la conexión a datos derivados de software específicos.
- **Autenticación de Cuenta:** Al usar un conector, primero se debe autenticar la cuenta desde el conector de esa aplicación. Por ejemplo, para vincular un archivo desde Google Drive, primero se debe registrar la cuenta de Google Drive para que Looker Studio pueda enlazar y conectar a los datos.

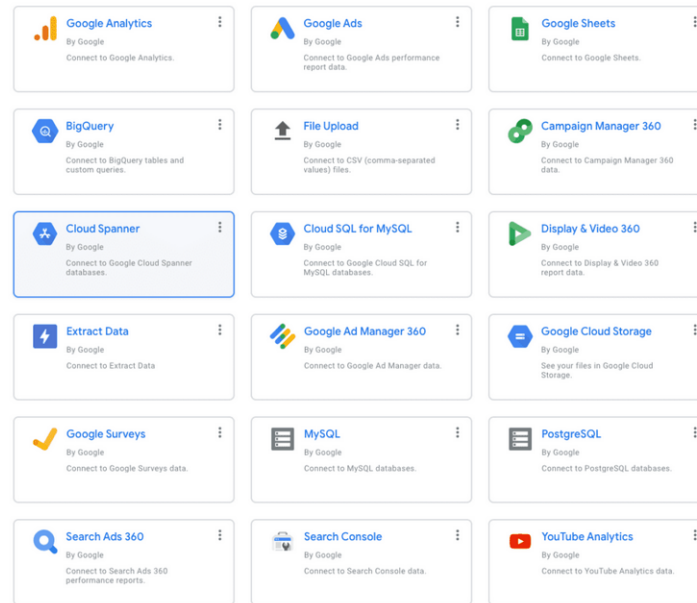


Figura 8: Tipos de archivos que pueden cargarse a Looker Studio

La información anterior puede ser resumida en la tabla siguiente:

Cuadro 6: Comparación de Herramientas de Visualización de Datos en el Sector Petrolero

Herramienta	Fuentes.de.Datos.Soportadas	Integración
Power BI Desktop	Bases de datos, servicios en la nube, archivos planos	Eficaz con otros softwares de Microsoft como SharePoint y Office
Qlik Cloud	Aplicaciones SaaS, bases de datos, almacenes de datos en la nube, SAP HANA	Conexión directa con SAP HANA, crucial para la gestión de mantenimiento con SAP
Looker Studio	Conectores propios para productos de Google, conectores asociados de terceros	Eficaz con Google Drive y otros servicios de Google

5.4.2. Capacidades de Transformación de Datos

5.4.2.1. Tipos de Transformaciones **Pregunta:** ¿Qué tipo de operaciones de transformación de datos soporta cada herramienta (filtrado, agregación, pivot, uniones, etc.)?

5.4.2.2. Facilidad de Uso **Pregunta:** ¿Qué tan intuitivas y fáciles de usar son las interfaces para transformar datos?

Se miden tres aspectos fundamentales:

1. Capacidad para Arrastrar y Soltar:

- Capacidad para mover columnas y elementos gráficos usando el ratón, lo que facilita la manipulación de los datos.

2. Previsualización de Datos:

- Posibilidad de tener una vista previa de los datos en tiempo real para ver las afectaciones de acuerdo con las acciones que se apliquen.

3. Menús Contextuales:

- Menús de apoyo con información relevante al dar clic derecho sobre un elemento.

5.4.2.3. Capacidades ETL (Extract, Transform, Load) Pregunta: ¿Proporciona funcionalidades completas de ETL o requiere herramientas adicionales?

5.4.2.3.1. Power Bi Cuenta con un módulo robusto para la transformación de datos, permite la identificación de valore nulos en los campos, así como el tratamiento que se les da a estos, remplazarlos, eliminarlos o mantenerlos si es el caso, permite mediante el arrastre con el mouse mover las columnas, maneja menús emergentes de apoyo dando clic con el botón derecho del mouse sobre los campos, permite tener una visualización de los datos con las transformaciones y ajustes realizados.

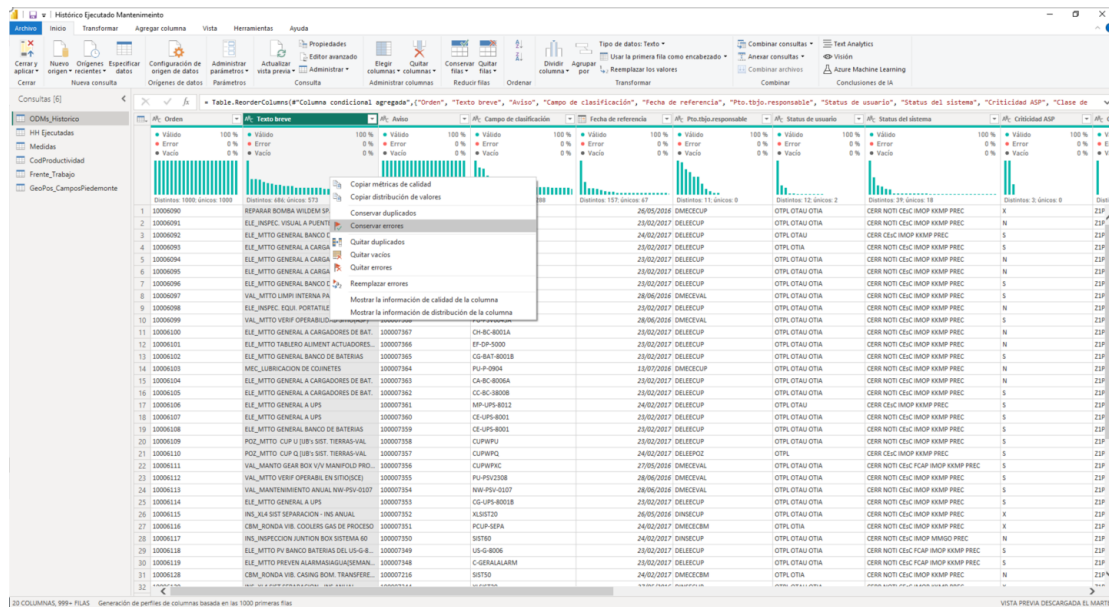


Figura 9: Transformaciones con Power Bi

Mediante DAX y Lenguaje M se puede personalizar Consultas y generar medidas de acuerdo a las necesidades que requiera la visualización. Para este caso se crearon columnas calculadas, medidas requeridas para el proceso de visualización de los datos, descritos en la fase de comprensión de los datos. Este proceso fue relativamente fácil de implementar, no requiere un nivel avanzado en programación, se encuentra buen material de apoyo.

La interface que ofrece power BI es muy amigable e intuitiva, permite la organización de los datos visualmente en tablas que se pueden relacionar con acciones sencillas como clic y arrastre. En power BI las acciones de transformación que se realizan sobre los datos quedan programadas para que se apliquen a nuevos datos que ingresen tras la actualización de las tablas.

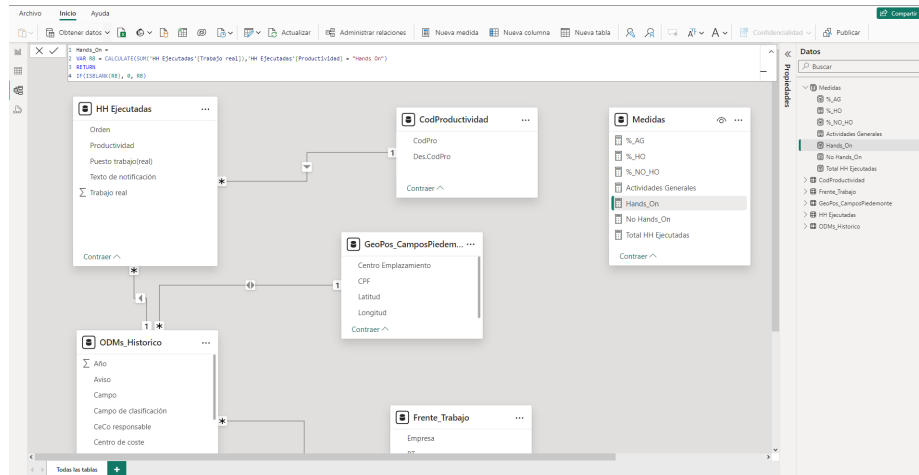


Figura 10: Transformaciones con Power Bi

5.4.2.3.2. Qlik Cloud Cuenta con un módulo robusto para la transformación de datos, permite la identificación de valore nulos en los campos, así como el tratamiento que se les da a estos, remplazarlos, eliminarlos o mantenerlos si es el caso, no permite mediante el arrastre con el mouse mover las columnas, maneja menús emergentes de apoyo dando clic con mouse sobre los campos, permite tener una visualización de los datos con las transformaciones y ajustes realizados.

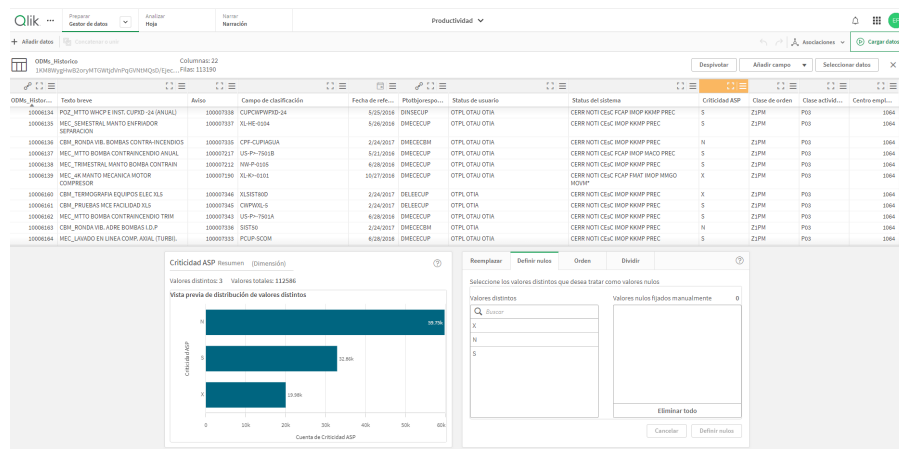


Figura 11: Transformaciones con Qlik Cloud

La generación de medidas es robusta, cuenta con funciones predefinidas, sencillas de aplicar en las visualizaciones según se requiera. Para el caso práctico se implementaron los requerimientos

de algoritmos planteados en la fase de comprensión de los datos.

Qlik Cloud interface showing a data table with columns: HH Ejecución, Puesto (Indagador), Trabajo real, Tipo de notificación, and Productividad. The table contains multiple rows of data. On the right, there is a panel for 'Activar campo calculado' with an expression field containing a complex set analysis formula.

Figura 12: Transformado datos con Qlik Cloud

5.4.2.3.3. Looker Studio No cuenta con un módulo robusto como el caso de Power BI y Qlik, sin embargo, se pueden hacer transformaciones básicas, no permite tener una visualización de los datos. Se debe complementar con Google Sheets o BigQuery para realizar tareas de transformación avanzadas.

Looker Studio interface showing a table of dimensions and metrics. The dimensions include Año, Área, Campo, Campo de clasificación, Código responsable, Centro de coste, Centro de responsabilidad, Ciudad, Clase actividad PM, Clase de video, Costes totales, Criterio ASP, Etiqueta, Fecha de referencia, Latitud, Longitud, Mes, Orden, Participación, Status de video, Status del sistema, and Texto breve. The metrics include Record Count.

Figura 13: Transformación de datos con Looker Studio

5.4.3. Seguridad

La seguridad es un aspecto crítico en las herramientas de visualización de datos, especialmente cuando se manejan datos sensibles y confidenciales.

5.4.3.1. Power BI Se implementa seguridad mediante Seguridad la creación de roles y permisos de visualización de datos dependiendo el rol.

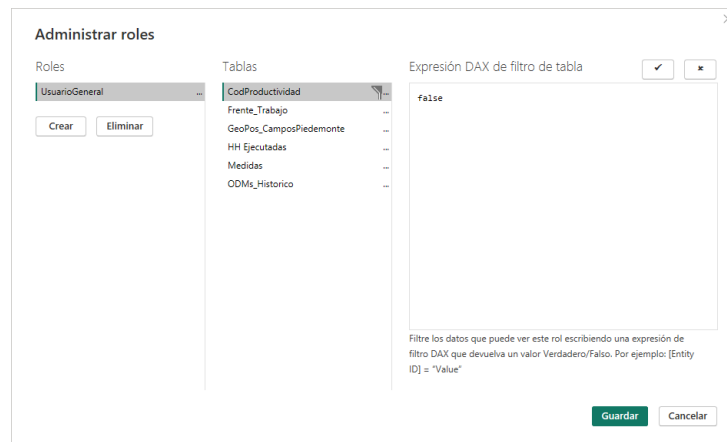


Figura 14: Seguridad en Power Bi

5.4.3.1.1. Autenticación y Autorización:

- **Azure Active Directory (AAD):** Power BI utiliza Azure Active Directory para la autenticación y autorización de usuarios, ofreciendo características avanzadas como Multi-Factor Authentication (MFA) y Single Sign-On (SSO).
- **Roles y Permisos:** Permite definir roles y permisos específicos para controlar el acceso a los datos y las funcionalidades de Power BI. Los administradores pueden otorgar permisos de lectura, escritura y administración según sea necesario.

5.4.3.1.2. Seguridad de los Datos:

- **Encriptación:** Power BI cifra los datos tanto en tránsito como en reposo utilizando tecnologías estándar de la industria.
- **Row-Level Security (RLS):** Permite aplicar reglas de seguridad a nivel de fila para garantizar que los usuarios solo puedan ver los datos que les están autorizados.

5.4.3.1.3. Conformidad y Certificaciones:

- **Cumplimiento Normativo:** Power BI cumple con varias normativas de seguridad y privacidad, incluyendo GDPR, HIPAA y SOC.

5.4.3.2. Looker Filtrado por dirección de correo electrónico para asegurar los datos a nivel de fila, los informes solicitan permiso para acceder a la dirección de correo electrónico del lector con el objetivo de parametrizar los datos que se visualizan. Cuando los usuarios dan su consentimiento para compartir su dirección de correo con ese informe, la fuente de datos subyacente puede usarla para devolver solo los datos asociados a esa dirección de correo. Esto se conoce como “seguridad de los datos a nivel de fila”.

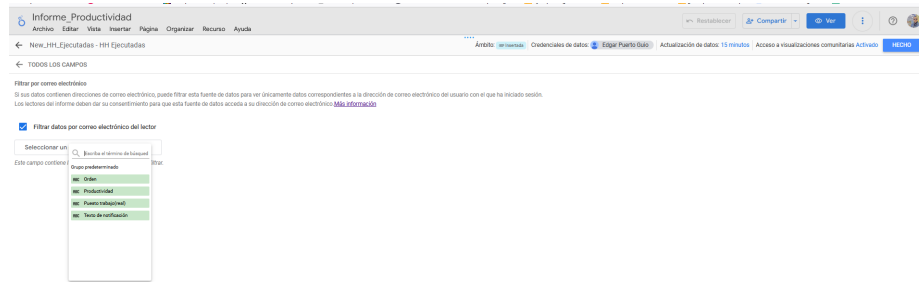


Figura 15: Seguridad en Looker Studio

5.4.3.2.1. Autenticación y Autorización:

- **Integraciones SSO:** Looker soporta integraciones con múltiples proveedores de SSO, incluyendo SAML, LDAP y OAuth.
- **Control de Acceso Granular:** Looker permite definir permisos detallados a nivel de usuario, grupo y rol, controlando el acceso a datos y funcionalidades específicas.

5.4.3.2.2. Seguridad de los Datos:

- **Encriptación:** Los datos en Looker están encriptados tanto en tránsito como en reposo. Utiliza HTTPS para las comunicaciones y encriptación en reposo para los datos almacenados.
- **Data Modeling Layer:** Looker utiliza una capa de modelado de datos centralizada que permite controlar y auditar el acceso a los datos de manera eficiente.

5.4.3.2.3. Conformidad y Certificaciones:

- **Cumplimiento Normativo:** Looker cumple con normativas de seguridad como SOC 2, ISO 27001 y GDPR.

5.4.3.3. Qlik Cloud Ofrece un robusto conjunto de herramientas para asegurar que la empresa mantenga la protección de los datos bajo las regulaciones pertinentes. La autenticación y autorización junto con la encriptación y seguridad a nivel de filas garantiza que únicamente los usuarios autorizados tengan acceso a la información pertinente.

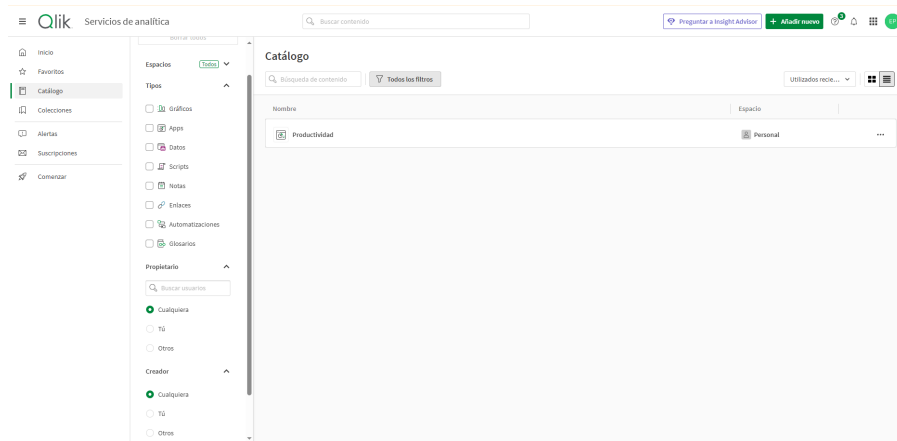


Figura 16: Seguridad en Qlik Cloud

5.4.3.3.1. Autenticación y Autorización:

- **Qlik Account y SSO:** Qlik Cloud utiliza Qlik Account para la autenticación, con soporte para SSO a través de SAML y OpenID Connect.
- **Roles y Permisos:** Qlik Cloud permite la configuración de roles y permisos específicos para gestionar el acceso a aplicaciones, datos y funcionalidades.

5.4.3.3.2. Seguridad de los Datos:

- **Encriptación:** Qlik Cloud encripta los datos en tránsito utilizando HTTPS y en reposo utilizando encriptación de disco.
- **Section Access:** Qlik Cloud ofrece control de acceso a nivel de documento y campo mediante la funcionalidad de Section Access, que permite definir reglas de acceso específicas para usuarios y grupos.

5.4.3.3.3. Conformidad y Certificaciones:

- **Cumplimiento Normativo:** Qlik Cloud cumple con normativas de seguridad y privacidad como GDPR y SOC 2.

Cuadro 7: Comparación de Seguridad

Herramienta	Fuentes.de.Datos.Soportadas	Integración
Power BI Desktop	Bases de datos, servicios en la nube, archivos planos	Eficaz con otros softwares de Microsoft como SharePoint y Office
Qlik Cloud	Aplicaciones SaaS, bases de datos, almacenes de datos en la nube, SAP HANA	Conexión directa con SAP HANA, crucial para la gestión de mantenimiento con SAP
Looker Studio	Conectores propios para productos de Google, conectores asociados de terceros	Eficaz con Google Drive y otros servicios de Google

5.4.4. Geolocalización

Para el caso práctico se estructura tabla con información del Campo petrolero y la georreferenciación que se utilizara en Power BI, Qlik Cloud y Loker Studio

Cuadro 8: Datos de geolocalización

CPF	Centro.Emplazamiento	Ciudad	Latitud	Longitud
Cusiana	1063	Tauramena	5.0009	-72.7062
Cupiagua	1064	Aguazul	5.2099	-72.60
floreña	1061	Yopal	5.3476	-72.3958

5.4.4.1. Power BI Fácil implementación requiere estructuración previa de Latitudes y Longitudes asociadas a los CPF o centros de acopio petroleros, en el control de mapa se asocia los campos Latitud y longitud, en el control casilla “Información sobre herramienta” se pueden adicionar los campos que se requieran mostrar como información adicional al seleccionar la burbuja del punto de georreferenciado. Para el caso práctico se realiza ejercicio con Mapa básico y Mapa ArcGIS.

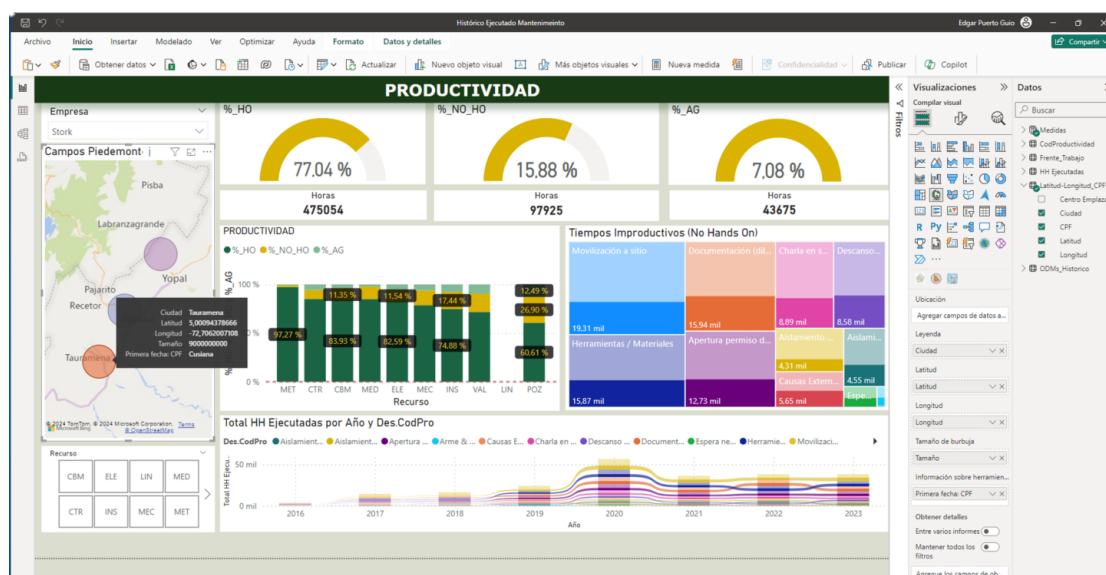


Figura 17: Dashboard geolocalización con Power Bi

5.4.4.2. Qlik Cloud Fácil implementación, al igual que en power BI se debe estructura las latitudes y longitudes para los centros de acopio o CPF.

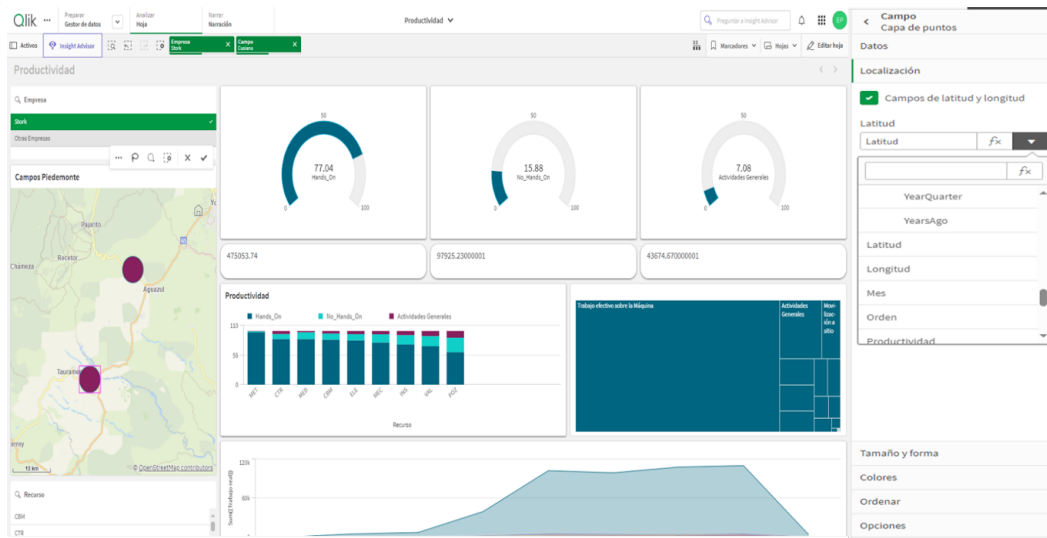


Figura 18: Dashboard geolocalización con Qlik Cloud

5.4.4.3. Looker Studio Fácil implementación, la visualización de los centros de acopio se realiza asociando el campo ciudad en el área de ubicación del control de mapa.

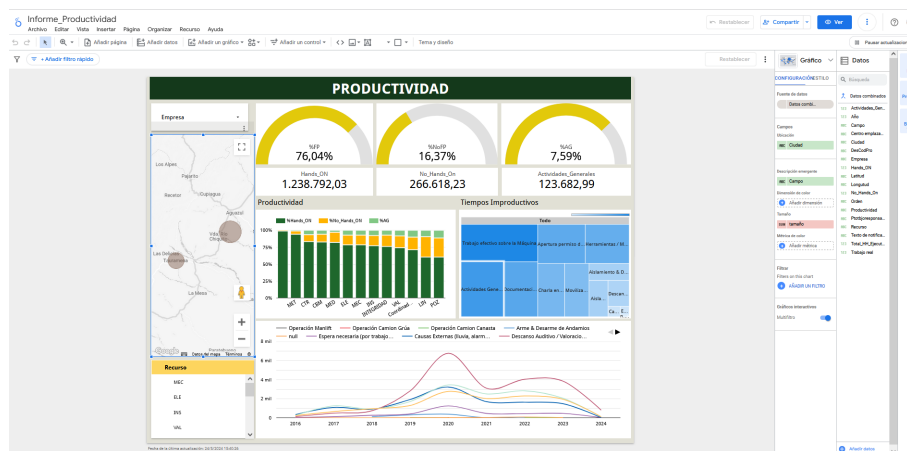


Figura 19: Dashboard geolocalización con Looker Studio

5.4.5. Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario

Power BI

Es una herramienta fácil de aprender, muy intuitiva. Si se cuenta con experiencia en programación DAX y M se pueden obtener muy buenos resultados personalizando la interfaz de acuerdo a los requerimientos que se tengan. Cuenta con Power Query que es una herramienta poderosa para la limpieza y transformación de datos. Permite la creación de informes personalizados mediante la funcionalidad de arrastrar y soltar. Los tiempos de respuesta en el diseño de las visualizaciones y la consulta son rápidos. Se integra muy bien con otros productos Microsoft para el caso práctico se estableció conexiones con Share Point.

Qlik Cloud

Interfaz con un diseño intuitivo y limpio, diseño minimalista funcionalidades de arrastre y soltar, la visualización es interactiva y se puede personalizar de acuerdo a las necesidades que se tengan. Data Load Editor herramienta potente para cargar y transformar datos. Al igual que Power BI, Qlik permite crear visualizaciones haciendo uso de la funcionalidad Arrastrar y soltar. Qlik Ofrece un mayor nivel de personalización esta característica es una ventaja para usuarios avanzados, pero requiere una mayor curva de aprendizaje.

Looker Studio

Fácil uso al igual que Power BI la funcionalidad de arrastrar y soltar es clave en la elaboración de visualizaciones cuando el usuario no tiene gran experiencia. Facilita el trabajo y toma de decisiones en equipo gracias a su colaboración en tiempo real.

5.4.6. Rendimiento y Escalabilidad

- **Power BI** La tecnología de compresión y modelado en memoria “VertiPaq engine” optimiza el rendimiento de las consultas, los datos con más frecuencia de consulta son almacenados en cache mejorando la velocidad de consulta, esto se puede evidenciar en el caso práctico donde se tiene un buen rendimiento de consulta de los datos histórico de mantenimiento en la visualización que se implementó.
- **Qlik Cloud** El motor asociativo que maneja Qlik Cloud permite la consulta de grandes volúmenes de datos en tiempo real, al igual que Power BI los datos se cargan en memoria lo que permite una consulta y recuperación muy rápida, las visualizaciones se actualizan de manera interactiva cuando el usuario hace una selección. Todo esto se evidencia en el caso práctico desarrollado, se tiene una buena velocidad de consulta, la interacción visual de los datos al aplicar filtros es inmediata.
- **Looker Studio** Tiende a ser más lento con grandes volúmenes de datos ya que Looker Studio consulta directamente las fuentes de datos en lugar de almacenarlas y procesarlas localmente, si bien se cuenta con datos actualizados impacta significativamente en la velocidad de procesamiento de la información, esto se evidencia en el caso práctico desarrollado, donde la consulta de los datos es demasiado lenta; en esta mediada en particular Power BI y Qlik Cloud muestran un rendimiento superior.

5.4.7. Soporte y Comunidad

- **Power BI** Se encuentra documentación amplia y detallada como guías de usuario, tutoriales en sitios de Microsoft, documentación técnica, foros, video tutoriales, en general se encuentra muy buen soporte y con una comunidad amplia de apoyo.
- **Qlik Cloud** Al igual que Power BI se cuenta con documentación amplia y detallada como guías de usuario, tutoriales en sitios oficiales de Qlik, documentación técnica, foros, video tutoriales, en general se encuentra muy buen soporte y con una comunidad amplia de apoyo.
- **Looker Studio** Cuenta con documentación técnica en el sitio oficial de Google no es tan completa y detallada si se compara con Power BI y Qlik Cloud.

5.4.8. Coste y Licenciamiento

Power BI

- Power BI Free: Disponible de forma gratuita, permite a los usuarios individuales crear y compartir informes y dashboards. Limitado a capacidades básicas y almacenamiento reducido.
- Power BI Pro: Cuesta aproximadamente \$9.99 USD por usuario por mes. Incluye capacidades completas de colaboración, uso compartido y publicación de informes.
- Power BI Premium: Tiene un costo que comienza en \$20 USD por usuario por mes (Premium Per User) o una tarifa mensual basada en la capacidad (Premium Capacity), que comienza en \$4,995 USD por recurso de capacidad por mes. Ofrece capacidades avanzadas, mayor capacidad de almacenamiento y características exclusivas como IA y análisis de big data.

Las versiones no pagas ofrecen: creación y visualización de informes y dashboards, conexión a diversas fuentes de datos, almacenamiento limitado.

Qlik Cloud

- Qlik Sense Business (Free Trial): Ofrece una prueba gratuita de 30 días.
- Qlik Sense Business: Cuesta aproximadamente \$30 USD por usuario por mes. Incluye todas las capacidades necesarias para la mayoría de las organizaciones pequeñas y medianas.
- Qlik Sense Enterprise SaaS: Precio personalizado según las necesidades de la empresa. Incluye características avanzadas, mayor capacidad de almacenamiento y funcionalidades empresariales.

Las versiones no pagas ofrecen: Prueba gratuita de 30 días con acceso a todas las características de Qlik Sense Business, Capacidades completas durante el período de prueba.

Looker Studio

- Looker Studio (anteriormente Google Data Studio): Es gratuito y ofrece todas las funcionalidades sin costo alguno.
- Looker (la plataforma completa de análisis de datos): Tiene un costo personalizado basado en el tamaño y necesidades de la empresa.

Las versiones no pagas ofrecen: Acceso completo a Looker Studio sin costo, Creación ilimitada de informes y dashboards, Conexión a diversas fuentes de datos incluidas Google Analytics, Google Sheets y BigQuery.

5.5. Modelado

5.5.1. Matriz de Comparación por Pares para los Criterios

Para la estructuración de esta matriz se evaluarán los criterios usando la siguiente escala de importancia:

- 1: Los criterios son igualmente importantes.
- 3: El criterio de la fila es moderadamente más importante que el criterio de la columna.
- 1/3: El criterio de la columna es moderadamente más importante que el criterio de la fila.
- 5: El criterio de la fila es fuertemente más importante que el criterio de la columna.
- 1/5: El criterio de la columna es fuertemente más importante que el criterio de la fila.
- 7: El criterio de la fila es muy fuertemente más importante que el criterio de la columna.
- 1/7: El criterio de la columna es muy fuertemente más importante que el criterio de la fila.

Cuadro 9: Matriz de Comparación por Pares para los Criterios

Aspecto	Conectividad	Transformación de Datos	Seguridad	Geolocalización	Interfaz de Usuario	Rendimiento y Escalabilidad	Soporte y Comunidad	Coste y Licenciamiento
Conectividad y Fuentes de Datos	1	3	1/3	5	5	1/3	1/5	1/7
Capacidades de Transformación de Datos	1/3	3	1/3	3	3	3	5	3
Seguridad	3	5	1	1	3	5	3	1/3
Geolocalización	5	1/3	5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/7
Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario	3	5	3	1/3	5	3	3	1
Rendimiento y Escalabilidad	5	7	3	1/3	3	5	3	1/3
Soporte y Comunidad	5	5	1/5	1/3	3	3	5	1/3
Coste y Licenciamiento	3	3	1/3	1/7	1	1/3	1/3	1
Suma total	23.33	29.33	3.33	16	18.67	18.67	15.87	18.48

Cuadro 10: Matriz Normalizada Criterios

Aspecto	Conectividad	Transformación de Datos	Seguridad	Geolocalización	Interfaz de Usuario	Rendimiento y Escalabilidad	Soporte y Comunidad	Coste y Licenciamiento
Conectividad y Fuentes de Datos	0.04	0.10	0.1	0.31	0.27	0.02	0.01	0.01
Capacidades de Transformación de Datos	0.01	0.03	0.1	0.19	0.16	0.02	0.32	0.16
Seguridad	0.13	0.17	0.3	0.19	0.16	0.27	0.19	0.16
Geolocalización	0.21	0.01	0.1	0.06	0.16	0.16	0.19	0.27
Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario	0.17	0.17	0.1	0.02	0.05	0.16	0.19	0.02
Rendimiento y Escalabilidad	0.10	0.10	0.1	0.19	0.16	0.05	0.02	0.02
Soporte y Comunidad	0.24	0.24	0.1	0.02	0.02	0.02	0.06	0.16
Coste y Licenciamiento	0.17	0.10	0.1	0.02	0.02	0.02	0.16	0.05

5.5.2. Pesos Relativos de los Criterios

Se obtiene de promediar los valore obtenidos para cada criterio con la valoración por pares de acuerdo al método jerárquico AHP. Eje.

$$\text{Conectividad y Fuente de Datos} = (0,04+0,10+0,10+0,31+0,27+0,02+0,01+0,01)/8 = 0,11$$

Cuadro 11: Pesos Relativos de los Criterios

Criterio	Peso..Promedio.
Conectividad y Fuentes de Datos	0.11
Capacidades de Transformación de Datos	0.12
Seguridad	0.20
Geolocalización	0.15
Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario	0.12
Rendimiento y Escalabilidad	0.10
Soporte y Comunidad	0.12
Coste y Licenciamiento	0.08

De acuerdo a la evaluación practicada se obtiene que el criterio con más peso es la “Seguridad” ya que es de vital importancia la confidencialidad de los datos en la industria petrolera, seguido de la “Geolocalización” cuyo objetivo es ayuda a planificar y optimizar las actividades

de mantenimiento mediante la visualización de KPIs como la Productividad plasmados en un mapa, este tipo de visualización global debe llevar a toma de decisiones globales que mejoren la rentabilidad del negocio.

5.5.3. Matriz de Comparación para Herramientas de Visualización

Se obtiene de promediar los valores obtenidos en cada criterio para cada Herramienta de visualización aplicando valoración por pares de acuerdo al método jerárquico AHP. En esta Evaluación para cada criterio se realiza un comparativo por pares en las herramientas de visualización

Matriz de Comparación por Pares (Conectividad y Fuentes de Datos)

La matriz muestra que Power BI y Qlik Cloud son igualmente importantes. Tanto Power BI como Qlik Cloud son fuertemente más importantes que Looker Studio, como se muestra por los valores de 3 en sus comparaciones.

Cuadro 12: Pesos Relativos de los Criterios (Conectividad y Fuentes de Datos)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power BI	1	1	3
Qlik Cloud	1	1	3
Looker Studio	1/3	1/3	1

Matriz Normalizada (Conectividad y Fuentes de Datos)

Normalizamos la matriz anterior

Cuadro 13: Matriz Normalizada (Conectividad y Fuentes de Datos)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power BI	0.43	0.43	0.43
Qlik Cloud	0.43	0.43	0.43
Looker Studio	0.14	0.14	0.14

Pesos Relativos (Conectividad y Fuentes de Datos)

$$\text{Power BI} = (0,43 + 0,43 + 0,43)/3 = 0,43$$

Cuadro 14: Pesos Relativos (Conectividad y Fuentes de Datos)

Herramienta	Promedio
Power BI	0.43
Qlik Cloud	0.43
Looker Studio	0.14

Matriz de Comparación por Pares (Capacidades de Transformación)

La matriz de “Capacidades de Transformación” muestra que Power BI es moderadamente superior a Qlik Cloud y fuertemente superior a Looker Studio. Qlik Cloud también es fuertemente superior a Looker Studio. En resumen, en términos de capacidades de transformación, Power BI es la herramienta más poderosa, seguida por Qlik Cloud y luego Looker Studio.

Cuadro 15: Matriz de Comparación por Pares (Capacidades de Transformación)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power BI	1	1	5
Qlik Cloud	1/3	1	5
Looker Studio	1/5	1/3	1

Matriz Normalizada (Capacidades de Transformación)

Cuadro 16: Matriz Normalizada (Capacidades de Transformación)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power BI	0.65	0.43	0.45
Qlik Cloud	0.22	0.43	0.45
Looker Studio	0.13	0.14	0.09

Pesos Relativos (Capacidades de Transformación)

Cuadro 17: Pesos Relativos (Capacidades de Transformación)

Herramienta	Promedio
Power BI	0.51
Qlik Cloud	0.37
Looker Studio	0.12

Matriz de Comparación por Pares (Seguridad)

La matriz “Seguridad” muestra que Power BI es moderadamente superior a Qlik Cloud y fuertemente superior a Looker Studio. Qlik Cloud también es fuertemente superior a Looker Studio. En resumen, en términos de seguridad, Power BI es la herramienta más fuerte, seguida por Qlik Cloud y luego Looker Studio.

Cuadro 18: Matriz de Comparación por Pares (Seguridad)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	1	3	5
Qlik_Cloud	1/3	1	3
Looker_Studio	1/5	1/3	1

Matriz Normalizada (Seguridad)

Cuadro 19: Matriz Normalizada (Seguridad)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	0.65	0.2	0.56
Qlik_Cloud	0.22	0.6	0.33
Looker_Studio	0.13	0.2	0.11

Pesos Relativos (Seguridad)

Cuadro 20: Pesos Relativos (Seguridad)

Herramienta	Promedio
Power BI	0.47
Qlik Cloud	0.38
Looker Studio	0.15

Matriz de Comparación por Pares (Geolocalización)

La matriz en aspectos de Geolocalización muestra que Power BI es moderadamente superior a Qlik Cloud y fuertemente superior a Looker Studio. Qlik Cloud también es fuertemente superior a Looker Studio. En resumen, en términos de geolocalización, Power BI es la herramienta más fuerte, seguida por Qlik Cloud y luego Looker Studio.

Cuadro 21: Matriz de Comparación por Pares (Geolocalización)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	1	3	5
Qlik_Cloud	1/3	1	3
Looker_Studio	1/5	1/3	1

Matriz Normalizada (Geolocalización)

Cuadro 22: Matriz Normalizada (Geolocalización)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	0.65	0.2	0.56
Qlik_Cloud	0.22	0.6	0.33
Looker_Studio	0.13	0.2	0.11

Pesos Relativos (Geolocalización)

Cuadro 23: Pesos Relativos (Geolocalización)

Herramienta	Promedio
Power BI	0.47
Qlik Cloud	0.38
Looker Studio	0.15

Matriz de Comparación por Pares (Interfaz de Usuario)

La matriz de “Interfaz de Usuario” muestra que Power BI es moderadamente superior a Qlik Cloud y fuertemente superior a Looker Studio. Qlik Cloud también es fuertemente superior a Looker Studio. En resumen, en términos de interfaz de usuario, Power BI es la herramienta más fuerte, seguida por Qlik Cloud y luego Looker Studio.

Cuadro 24: Matriz de Comparación por Pares (Interfaz de Usuario)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	1	3	5
Qlik_Cloud	1	1	3
Looker_Studio	1/5	1/3	1

Matriz Normalizada (Interfaz de Usuario)

Cuadro 25: Matriz Normalizada (Interfaz de Usuario)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	0.45	0.69	0.56
Qlik_Cloud	0.45	0.23	0.33
Looker_Studio	0.09	0.08	0.11

Pesos Relativos (Interfaz de Usuario)

Cuadro 26: Pesos Relativos (Interfaz de Usuario)

Herramienta	Promedio
Power BI	0.57
Qlik Cloud	0.34
Looker Studio	0.09

Matriz de Comparación por Pares (Rendimiento y Escalabilidad)

La matriz de “Rendimiento y Escalabilidad” muestra que Power BI es moderadamente superior a Qlik Cloud y fuertemente superior a Looker Studio. Qlik Cloud también es fuertemente superior a Looker Studio. En resumen, en términos de rendimiento y escalabilidad, Power BI es la herramienta más fuerte, seguida por Qlik Cloud y luego Looker Studio.

Cuadro 27: Matriz de Comparación por Pares (Rendimiento y Escalabilidad)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	1	3	5
Qlik_Cloud	1/3	1	5
Looker_Studio	1/3	1/5	1

Matriz Normalizada (Rendimiento y Escalabilidad)

Cuadro 28: Matriz Normalizada (Rendimiento y Escalabilidad)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	0.6	0.71	0.33
Qlik_Cloud	0.2	0.24	0.56
Looker_Studio	0.2	0.05	0.11

Pesos Relativos (Rendimiento y Escalabilidad)

Cuadro 29: Pesos Relativos (Rendimiento y Escalabilidad)

Herramienta	Promedio
Power BI	0.55
Qlik Cloud	0.33
Looker Studio	0.12

Matriz de Comparación por Pares (Soporte y Comunidad)

La matriz de “Soporte y Comunidad” muestra que Power BI es moderadamente superior a Qlik Cloud y fuertemente superior a Looker Studio. Qlik Cloud también es fuertemente superior a Looker Studio. En resumen, en términos de soporte y comunidad, Power BI es la herramienta más fuerte, seguida por Qlik Cloud y luego Looker Studio.

Cuadro 30: Matriz de Comparación por Pares (Soporte y Comunidad)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	1	3	3
Qlik_Cloud	1/3	1	3
Looker_Studio	1/5	1/3	1

Matriz Normalizada (Soporte y Comunidad)

Cuadro 31: Matriz Normalizada (Soporte y Comunidad)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	0.65	0.2	0.56
Qlik_Cloud	0.22	0.6	0.33
Looker_Studio	0.13	0.2	0.11

Pesos Relativos (Soporte y Comunidad)

Cuadro 32: Matriz Normalizada (Soporte y Comunidad)

Herramienta	Promedio
Power BI	0.47
Qlik Cloud	0.38
Looker Studio	0.15

Matriz de Comparación por Pares (Coste y Licenciamiento)

La matriz de “Coste y Licenciamiento” muestra que Power BI tiene un coste y licenciamiento fuertemente más favorable que Qlik Cloud, mientras que Power BI y Looker Studio son igualmente favorables en este aspecto. Qlik Cloud es la herramienta menos favorable en términos de coste y licenciamiento, siendo Looker Studio fuertemente más favorable que Qlik Cloud. En resumen, Power BI y Looker Studio son más fuertes en términos de coste y licenciamiento, con Qlik Cloud como la opción menos favorable.

Cuadro 33: Matriz de Comparación por Pares (Coste y Licenciamiento)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	1	5	1
Qlik_Cloud	1/5	1	1/5
Looker_Studio	3	5	1

Matriz Normalizada (Coste y Licenciamiento)

Cuadro 34: Matriz Normalizada (Coste y Licenciamiento)

	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Power_BI	0.24	0.45	0.45
Qlik_Cloud	0.05	0.09	0.09
Looker_Studio	0.71	0.45	0.45

Pesos Relativos (Coste y Licenciamiento)

Cuadro 35: Pesos Relativos (Coste y Licenciamiento)

Herramienta	Promedio
Power BI	0.38
Qlik Cloud	0.08
Looker Studio	0.54

5.5.4. Cálculo puntuación Global

Para obtener la puntuación final se cruza la Matriz de promedios que se obtuvo para la asignación de pesos a las características Vs Matriz Promedio que se obtuvo en la evaluación de las herramientas frente a cada característica.

Pesos Relativos de los Criterios		Evaluación Power BI (0,11*0,43)	Pesos Relativos Herramienta Vs Criterio							
	Promedio									
Conectividad y Fuentes de Datos	0,11	(0,12*0,51)								
Capacidades de Transformación de Datos	0,12	(0,20*0,47)								
Seguridad	0,20	(0,15*0,47)								
Geolocalización	0,15	(0,12*0,57)								
Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario	0,12	(0,10*0,55)								
Rendimiento y Escalabilidad	0,10	(0,12*0,47)								
Soporte y Comunidad	0,12	(0,08*0,38)								
Coste y Licenciamiento	0,08									
			Conectividad	Transformación de Datos	Seguridad	Geolocalización	Interfaz de Usuario	Rendimiento y Escalabilidad	Soporte y Comunidad	Coste y Licenciamiento
Power BI	0,43	0,51	0,47	0,47	0,57	0,55	0,47	0,38		
Qlik Cloud	0,43	0,37	0,38	0,38	0,34	0,33	0,38	0,08		
Looker Studio	0,14	0,12	0,15	0,15	0,09	0,12	0,15	0,54		

Power BI = (0,11*0,43)+(0,12*0,51)+(0,20*0,47)+(0,15*0,47)+(0,12*0,57)+(0,10*0,55)+(0,12*0,47)+(0,08*0,38) = 0,48

Figura 20: Cálculo puntuación Global

5.5.5. Resultados

Aplicando el método jerárquico AHP, se evaluaron tres herramientas de visualización de datos: Power BI, Qlik Cloud y Looker Studio. Los resultados finales posicionan a Power BI como la herramienta más adecuada para la implementación de los KPIs para la gestión de mantenimiento en la industria petrolera, con una puntuación de 0.48, seguida por Qlik Cloud con 0.35 y Looker Studio con 0.17. continuación, se detallan las conclusiones derivadas de esta evaluación.

Cuadro 36: Matriz Pesos Promedio Criterios Vs Herramientas Visualización

Categoría	Power_BI	Qlik_Cloud	Looker_Studio
Conectividad y Fuentes de Datos	0.05	0.05	0.02
Capacidades de Transformación de Datos	0.06	0.05	0.02
Seguridad	0.09	0.07	0.03
Geolocalización	0.07	0.06	0.02
Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario	0.07	0.04	0.01
Rendimiento y Escalabilidad	0.05	0.03	0.01
Soporte y Comunidad	0.06	0.05	0.02
Coste y Licenciamiento	0.03	0.01	0.05
Total	0.48	0.35	0.17

6. CONCLUSIONES

6.1. Power BI (0.48)

- **Funcionalidad y Características:** Se destaca por su amplia variedad de funcionalidades y características avanzadas. Su capacidad de integración con múltiples fuentes de datos, su flexibilidad en la creación de dashboards interactivos y sus robustas opciones de análisis. Conectividad y Transformación de Datos: Ofrece excelentes capacidades de conectividad y herramientas de transformación de datos (Power Query, Lenguaje M y DAX), lo cual facilita la preparación, limpieza y transformación de los datos.
- **Rendimiento y Escalabilidad:** Maneja grandes volúmenes de datos de manera eficiente y escala bien con el crecimiento de las necesidades empresariales.
- **Seguridad y Compliance:** Cuenta con sólidas características de seguridad, incluyendo la capacidad de restringir el acceso a datos específicos mediante roles y reglas DAX, y está bien alineado con los estándares de compliance.
- **Costo:** Su modelo de licenciamiento es competitivo, ofreciendo opciones escalables para diferentes tamaños de empresas, desde la versión gratuita es una herramienta muy sólida en para el desarrollo de visualizaciones y el análisis de la información resultante del procesamiento de los datos maximizando así el valor de costo beneficio.

6.2. Qlik Cloud (0.35)

- **Funcionalidad y Características:** Es potente en análisis asociativo, permitiendo conexiones dinámicas entre datos. Puede no ser tan intuitivo como Power BI para usuarios inexpertos.
- **Conectividad y Transformación de Datos:** Excelente en conectividad con una amplia gama de fuentes de datos y buenas capacidades de transformación de datos.
- **Rendimiento y Escalabilidad:** Ofrece un rendimiento robusto y escalable, aunque puede requerir una curva de aprendizaje más pronunciada.

- **Seguridad:** Ofrece características de seguridad robustas y es adecuado para cumplir con requisitos que demandan las leyes, aunque su gestión puede ser menos intuitiva que en Power BI.
- **Costo:** El costo puede ser alto en comparación con Power BI o Looker Studio especialmente para organizaciones pequeñas.

6.3. Looker Studio (0.17)

- **Funcionalidad y Características:** Potente en su enfoque de modelado de datos sin embargo puede ser menos intuitivo y más limitado en términos de funcionalidades y flexibilidad en las visualizaciones en comparación con Power BI y Qlik Cloud.
- **Conectividad y Transformación de Datos:** Buena capacidades de conectividad, la transformación de datos puede ser menos flexible sin un lenguaje robusto de consulta como DAX que implementa Power BI o el motor asociativo de Qlik.
- **Rendimiento y Escalabilidad:** Enfrenta limitaciones de rendimiento y escalabilidad, especialmente con grandes volúmenes de datos, la velocidad de la red influye significativamente en el rendimiento tanto en el diseño como en la consulta de las visualizaciones.
- **Seguridad:** Características de seguridad adecuadas no son tan robustas y configurables en comparación con Power BI y Qlik Cloud. Costo: Muy competitivo si se compara con sus contrapartes Power BI y Qlik Cloud, sin embargo, esto no compensa las limitaciones en funcionalidad y rendimiento en empresas que necesiten capacidades avanzadas de análisis y visualización.

7. Conclusión Final

La aplicación del método jerárquico AHP en el contexto planteado para el caso práctico muestra que Power BI es la Herramienta de Visualización más adecuada para la implementación de los KPIs para la gestión de mantenimiento, gracias a su combinación superior de funcionalidad, conectividad, rendimiento, escalabilidad, seguridad y costo. Qlik Cloud sigue siendo una opción fuerte con capacidades robustas, especialmente en análisis asociativo, pero con una curva de aprendizaje más pronunciada y un costo potencialmente más alto. Looker Studio, aunque útil, es menos competitivo en este entorno específico debido a sus limitaciones en funcionalidad y rendimiento con grandes volúmenes de datos.

El método jerárquico AHP proporciona un marco robusto y flexible para evaluar y seleccionar la mejor herramienta de visualización en función del contexto específico. Su capacidad para manejar la subjetividad y la incertidumbre, considerar múltiples criterios simultáneamente y adaptarse a diferentes contextos lo convierte en una opción interesante y efectiva para abordar este tipo de problemas de decisión.

Referencias

- [1] Adam Aspin. *High Impact Data Visualization with Power View, Power Map, and Power BI*. Apress, 2019.

- [2] BP Statistical Review of World Energy. *Statistical Review of World Energy 2023*. <https://www.bp.com/statisticalreview>. 2023.
- [3] d3js. *d3js.org*. <https://d3js.org/>. 2023.
- [4] Wayne W Eckerson. *Performance dashboards: Measuring, monitoring, and managing your business*. John Wiley & Sons, 2010.
- [5] Equipo de Upwork. *Best Data Visualization Tools*. <https://www.upwork.com/resources/best-data-visualization-tools>. Jun. de 2023.
- [6] Stephen Few. *Now you see it: simple visualization techniques for quantitative analysis*. Analytics Press, 2009.
- [7] Helical Insight. *Data Visualization: Importance, History, and Benefits*. <https://www.helicalinsight.com/data-visualization-importance-history-and-benefits/>. 2023.
- [8] Java T Point. *What is Data Visualization*. <https://www.javatpoint.com/what-is-data-visualization>. 2023.
- [9] Zbigniew Jourdan, R Kelly Rainer y Thomas E Marshall. «Business intelligence: An analysis of the literature». En: *Information Systems Management* 25.2 (2008), págs. 121-131. DOI: [10.1080/10580530801941512](https://doi.org/10.1080/10580530801941512).
- [10] Looker Studio. *Effective Mapping*. <https://support.google.com/looker-studio/answer/6283323?hl=es>. 2023.
- [11] Microsoft PowerBI. *Power BI*. <https://powerbi.microsoft.com/es-es/>. 2023.
- [12] Ekaterina Olshannikova et al. *Visualizing Big Data*. Springer, 2016.
- [13] Oracle. *What is Big Data?* <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data/>. 2023.
- [14] V Ortiz Buitrago y HF Pardo López. *Importancia y ventajas de los KPI (Key Performance Indicators) en los proyectos: enfoque de procesos en el sector petrolero*. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/9609>. 2021.
- [15] Qlik. *Difference between QlikView and Qlik Sense*. https://help.qlik.com/es-ES/qlikview/May2023/Content/QV_HelpSites/Difference-qlikview-qliksense.htm. Mayo de 2023.
- [16] Thomas L. Saaty. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, 1980.
- [17] Jonathan Schwabish. *Better Data Visualizations – A Guide for Scholars, Researchers, and Wonks*. New York: Columbia University Press, 2021.
- [18] Colin Shearer. «The CRISP-DM model: The new blueprint for data mining». En: *Journal of Data Warehousing* 5.4 (2000), págs. 13-22.
- [19] Ben Shneiderman. «The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations». En: *Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages*. IEEE Computer Society. 1996, págs. 336-343.
- [20] Simplilearn. *What is Big Data Analytics?* <https://www.simplilearn.com/what-is-big-data-analytics-article>. Jul. de 2023.
- [21] Tableau From Salesforce. *Effective Mapping*. <https://www.tableau.com/drive/effective-mapping>. 2023.
- [22] M. F. Tutunea y R. V. Rus. «Business intelligence solutions for SME's». En: *Procedia Economics and Finance* 3 (2012), págs. 865-870. DOI: [10.1016/S2212-5671\(12\)00242-0](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00242-0).

- [23] Howard Wainer y Michael Friendly. «On the Origins of Data Visualization». En: (2022).
- [24] Colin Ware. *Information visualization: perception for design*. Morgan Kaufmann, 2012.
- [25] Rüdiger Wirth y Jochen Hipp. «CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining». En: *Proceedings of the 4th International Conference on the Practical Application of Knowledge Discovery and Data Mining*. 2000.
- [26] L. Xu et al. «Research on Business Intelligence in Enterprise Computing Environment». En: *Proceedings of the Sixth International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. 2007. DOI: [10.1109/ICSMC.2007.4413870](https://doi.org/10.1109/ICSMC.2007.4413870).