

**Modelo de analítica de datos para la programación y control de ventanas de  
mantenimiento en la red de telecomunicaciones del operador Tigo en Colombia mediante la  
herramienta Power BI**

Esteban Marulanda Rueda

Asesor

Rafael Dionisio Ortega Almeida

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI  
Ingeniería de Telecomunicaciones

2025

## Resumen

En el ámbito de las telecomunicaciones, la adecuada planificación de las ventanas de mantenimiento resulta esencial para garantizar la continuidad operativa y la calidad del servicio. No obstante, la complejidad del proceso y la intervención manual en su gestión aumentan el riesgo de errores y la posibilidad de interrupciones no programadas. Con el fin de mitigar estos impactos, la empresa TIGO implementó desde 2007 un proceso de administración de cambios inspirado en las prácticas de ITIL, orientado al control y la mejora continua de la planeación operativa.

El crecimiento sostenido de la infraestructura tecnológica de la compañía ha generado un incremento proporcional en las actividades de mantenimientos correctivos y preventivos, expansiones y nuevos proyectos. Actualmente, el registro de estos trabajos se realiza sobre dos plataformas por situaciones de planeación e integración con otras aplicaciones de la empresa, los datos que se extraen son integrados manualmente en archivos locales. Esta metodología limita el análisis eficiente de la información debido a la falta de estandarización entre las fuentes y a las restricciones técnicas de herramientas tradicionales como Excel, que no están diseñadas para manejar grandes volúmenes de datos.

Ante esta situación, se plantea el desarrollo de un modelo de analítica de datos en Power BI que centralice la información histórica y automatice su procesamiento. La propuesta busca facilitar el cálculo de indicadores de gestión, el análisis de desempeño, la identificación de patrones y la optimización de la programación de cambios. Con ello, se espera mejorar la toma de decisiones, reducir el impacto operativo y fortalecer la disponibilidad y calidad del servicio ofrecido a los usuarios.

**Palabras clave:** powerbi, automatización, análisis, datos, transformación

## **Abstract**

In the telecommunications sector, proper planning of maintenance windows is essential to ensure operational continuity and service quality. However, the complexity of the process and manual intervention in its management increase the risk of errors and the possibility of unscheduled interruptions. To mitigate these impacts, TIGO implemented a change management process inspired by ITIL practices since 2007, focused on the control and continuous improvement of operational planning.

The sustained growth of the company's technological infrastructure has generated a proportional increase in corrective and preventive maintenance activities, expansions, and new projects. Currently, these works are recorded on two platforms due to planning and integration with other company applications; the extracted data is manually integrated into local files. This methodology limits the efficient analysis of information due to the lack of standardization between sources and the technical limitations of traditional tools such as Excel, which are not designed to handle large volumes of data.

Given this situation, the development of a data analytics model in Power BI is proposed to centralize historical information and automate its processing. The proposal seeks to facilitate the calculation of management indicators, performance analysis, pattern identification, and optimization of change scheduling. This is expected to improve decision-making, reduce operational impact, and strengthen the availability and quality of the service offered to users.

***Keywords:*** Power BI, automation, analysis, data, transformation

## Tabla de Contenido

Introducción .....	6
Planteamiento del problema.....	9
Justificación .....	11
Objetivos .....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos .....	13
Marco conceptual y teórico.....	14
Marco conceptual .....	14
Marco teórico.....	16
Metodología .....	20
Método de Estadística.....	21
Análisis descriptivo.....	21
Tipo de análisis .....	21
Análisis exploratorio de datos.....	21
Análisis de correlación.....	21
Análisis de eficacia. ....	21
Recursos necesarios .....	22
Recurso Humano .....	22
Equipos y Software.....	22
Diseño de la Solución .....	23

Especificaciones técnicas.....	23
Explicación detallada del funcionamiento de la solución implementada.....	27
Evaluación de resultados.....	37
Trabajos Futuros .....	38
Conclusiones.....	39
Referencias Bibliográficas .....	40

## **Introducción**

El mantenimiento planificado en las redes de telecomunicaciones constituye un proceso esencial para garantizar la continuidad operativa y la calidad del servicio ofrecido a los usuarios. Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo prevenir fallas, optimizar el desempeño de los equipos y asegurar que la infraestructura tecnológica responda de manera eficiente ante las demandas del mercado. No obstante, la coordinación de estas actividades implica una compleja gestión de recursos, información y actores. En la práctica, los procesos de planeación pueden verse afectados por errores humanos, falta de visibilidad sobre los datos o limitaciones en los sistemas de control, lo que ocasiona retrasos, reprocesos o incluso interrupciones no planificadas del servicio.

El entorno competitivo del sector de las telecomunicaciones exige a las organizaciones adoptar modelos de gestión basados en la estandarización y la mejora continua. En este sentido, las metodologías ITIL (Information Technology Infrastructure Library) han sido ampliamente utilizadas como marco de referencia para el diseño, la ejecución y el control de los procesos de administración de cambios. Este enfoque permite establecer procedimientos estructurados, roles definidos y métricas de seguimiento, reduciendo así la posibilidad de impacto negativo sobre los servicios críticos. La aplicación disciplinada de ITIL fomenta la trazabilidad, la eficiencia operativa y la alineación entre las áreas técnicas y de negocio.

La empresa TIGO, como uno de los principales operadores de telecomunicaciones del país, ha experimentado un crecimiento significativo en la complejidad y alcance de sus redes. Este crecimiento ha venido acompañado de un incremento considerable en la cantidad de

ventanas de mantenimiento programadas, así como en la diversidad de sistemas utilizados para registrar y controlar estas actividades. En consecuencia, la gestión de los cambios se enfrenta a desafíos relacionados con la duplicidad de información, la falta de integración entre plataformas y la dificultad para obtener indicadores consolidados que reflejen el desempeño real de los procesos.

Actualmente, los registros de mantenimiento se gestionan a través de dos sistemas distintos de servicios, cuyos datos se extraen manualmente y se almacenan en archivos locales. Esta práctica, además de demandar tiempo y esfuerzo, limita la capacidad de análisis debido a la falta de homologación entre los campos y formatos de cada sistema. Asimismo, herramientas como Microsoft Excel, aunque útiles para operaciones básicas, resultan poco eficientes para el manejo de grandes volúmenes de datos, especialmente cuando se requiere procesamiento avanzado, generación de métricas automáticas o visualización dinámica de resultados.

Ante esta problemática, surge la necesidad de implementar una solución tecnológica que integre la información dispersa y permita analizar los datos históricos de manera eficiente y centralizada. La propuesta se fundamenta en el uso de Power BI, una herramienta de inteligencia de negocios que ofrece amplias capacidades de integración, modelado, análisis y visualización de datos. Mediante esta plataforma, es posible automatizar la carga de información, calcular indicadores clave de desempeño (KPI), generar alertas tempranas sobre desviaciones en los niveles de servicio (SLA) y facilitar la toma de decisiones basadas en evidencia.

Además, la adopción de Power BI permite escalar el análisis hacia niveles predictivos, identificando patrones en la programación de mantenimientos, tiempos de ejecución y ocurrencia de incidentes posteriores. Con ello, la organización puede anticipar riesgos, optimizar recursos y mejorar la coordinación entre las diferentes áreas técnicas. En última instancia, esta implementación contribuye al fortalecimiento del proceso de administración de cambios, alineando los objetivos de eficiencia operativa con la misión institucional de ofrecer un servicio continuo y de alta calidad.

Desde la perspectiva académica, este proyecto constituye una aplicación práctica de los principios de analítica de datos, gestión de servicios TI e inteligencia de negocios, orientada a resolver una problemática real del sector de las telecomunicaciones. A su vez, promueve el uso de tecnologías emergentes para la transformación digital de los procesos internos, fomentando la toma de decisiones basada en datos y la mejora continua. De esta manera, el desarrollo de este modelo no solo atiende una necesidad empresarial, sino que también aporta un valor académico al demostrar cómo la integración de metodologías ITIL con herramientas de BI puede optimizar la gestión tecnológica en entornos complejos.

## Planteamiento del problema

En el sector de las telecomunicaciones, la programación de ventanas de mantenimiento es crucial para garantizar la disponibilidad y la calidad del servicio. Sin embargo, el proceso de programación puede ser complejo y propenso a errores humanos, lo que resulta en interrupciones no planificadas del servicio y costos adicionales. Desde 2007 la empresa de telecomunicaciones TIGO implementó el proceso de administración de cambios como mecanismo idóneo para controlar, coordinar y mejorar la planeación de ventanas de mantenimiento, a este proceso se le aplican constantemente mejoras basadas en las buenas prácticas establecida por las metodologías ITIL, con ello se establecieron diferentes políticas y controles que permiten la protección del servicio del usuario final como pilar fundamental en la compañía.

El constante crecimiento de sus redes de Telecomunicaciones (TT) e Información (TI) impacto proporcionalmente la cantidad de cambios programados, durante el año 2009 se autorizaron aproximadamente 6304 ventanas de mantenimiento, dando un promedio mensual de 525 cambios programados y que para el año 2023 se registraron 52225 ventanas de mantenimiento autorizadas, representando un crecimiento por encima del 800%.

Desde el 2023 el agendamiento de estas actividades se realizan en dos software de servicios, de allí se extraen los registros y se almacenan en archivos locales, este recurso se extrae de manera personal y por lo tanto representa un problema ya que ambas fuentes de información no cuentan con los campos homologados, anulando la posibilidad de obtener estadísticas específicas de acuerdo con las necesidades de la operación y los diferentes grupos actores del proceso, adicionalmente, Excel no es óptimo para el procesamiento de gran volumen de datos y depende

mucho de los recursos que posea la estación de trabajo (CPU, Memoria, Disco) lo cual dificulta la manipulación de este histórico.

Con base a los datos entregados anteriormente, se requiere definir un modelo que permita analizar la mayor cantidad los datos que surgen de la programación de ventanas de mantenimiento, Para dar solución a la problemática planteada, se propone diseñar un sistema de analítica de datos por medio de power BI, en esta herramienta se podrá procesar grandes volúmenes de datos, almacenar el históricos, calcular los acuerdos de nivel de servicio (SLA), construir un dashboard que permita detectar patrones y otros factores relevantes para optimización del proceso, predecir y programar de manera más eficiente las ventanas de mantenimiento minimizando el impacto en la operación y maximizando la disponibilidad del servicio para los clientes.

## Justificación

Este trabajo se justifica por la necesidad que enfrenta el operador Tigo en Colombia para modernizar y optimizar el proceso de programación y control de ventanas de mantenimiento. Este proceso, fundamental para garantizar la disponibilidad y calidad del servicio en una red de telecomunicaciones en constante crecimiento, ha escalado en complejidad hasta volverse insostenible con las herramientas actuales.

La relevancia de este proyecto se cimienta en tres problemáticas claves que se citan a continuación, las cuales al implementar un Modelo de Analítica de Datos basado en Power BI busca mitigar:

1. **Crecimiento Exponencial de la Demanda Operacional:** Entre el año 2009 y 2023, la cantidad de ventanas de mantenimiento autorizadas aumentó en más del 800% (pasando de 6.304 a 52.225). Este crecimiento masivo ha sobrepasado la capacidad de gestión de los métodos actuales, haciendo que el proceso sea complejo y propenso a errores humanos que resultan en interrupciones no planificadas y costos adicionales.
2. **Ineficiencia y Riesgo en el Procesamiento de Datos:** Actualmente, el registro de actividades se realiza en dos software de servicios diferentes, lo que obliga a la extracción manual y al almacenamiento en archivos locales. Esta dependencia de la herramienta Excel para el procesamiento representa una limitación grave, ya que no es óptima para manejar el gran volumen de datos históricos y depende excesivamente de los recursos de la estación de trabajo, dificultando su manipulación y análisis.
3. **Falta de Homologación y Visibilidad Estratégica:** Las fuentes de información utilizadas no cuentan con campos homologados, lo que anula la posibilidad de obtener estadísticas específicas de manera consistente para los diferentes actores del

proceso. El diseño de este modelo de analítica abordará esta brecha al integrar y unificar los datos históricos de ambas fuentes en una única base de datos SQL, permitiendo la homologación de criterios y el cálculo de métricas esenciales como el Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA).

Este proyecto no solo resuelve un desafío técnico inmediato al implementarse sobre Power BI el cual aporta beneficios estratégicos y operativos relevantes, tales como la automatización de la integración y actualización de datos, la visualización interactiva y dinámica de indicadores claves. Al transformar la gestión de datos manuales y fragmentados en un dashboard interactivo que identifica patrones y tendencias, el trabajo contribuye a una mejor planificación, reducción de costos, minimización de interrupciones y, en última instancia, al aumento de la disponibilidad del servicio para los clientes de Tigo.

La elección de power BI como herramienta para el desarrollo del proyecto se sustenta en su accesibilidad gratuita y funcionalidad para cubrir dicha necesidad, También se perfiló como la mejor opción por temas de políticas de seguridad informática de la compañía.

Esta investigación busca aportar evidencias empíricas y reflexión crítica, con el fin de enriquecer el debate y fomentar la toma de decisiones informadas en beneficio del proceso de control de cambios y la organización.

Finalmente, se justifica este trabajo por su potencial impacto en el campo académico y profesional, ya que los hallazgos obtenidos podrían ser utilizados como base para el diseño de nuevas líneas de estudio, así como para la elaboración de programas, políticas o intervenciones que respondan de manera más eficiente a las necesidades detectadas.

## Objetivos

### Objetivo General

Diseñar un modelo de análisis de datos históricos en la herramienta Power BI, integrando diversas fuentes de información, con la finalidad de la identificación de patrones y tendencias que contribuyan a la optimización del proceso de programación de ventanas de mantenimiento, la generación de acciones orientadas a la mejora de la eficiencia operativa en su ejecución, la reducción de costos y el aumento de la disponibilidad del servicio.

### Objetivos Específicos

**Objetivo Específico 1.** Implementar un sistema de almacenamiento de datos históricos de ventanas de mantenimiento, con la finalidad de facilitar la gestión eficiente de la información y el acceso rápido a los datos requeridos para el análisis.

**Objetivo Específico 2.** Diseñar un proyecto interactivo en Power BI que permita una integración eficiente de los registros de ambas fuentes de datos, el acceso centralizado al histórico y un análisis de datos donde se incluye el cálculo de SLA y la identificación de tendencias y anomalías.

**Objetivo Específico 3.** Evaluar periódicamente la efectividad del sistema de analítica de datos implementado, realizando ajustes según sea necesario para realizar mejoras continuas en la planificación y la gestión de ventanas de mantenimiento.

## Marco conceptual y teórico

### Marco conceptual

**Power BI:** Es una herramienta de análisis de datos desarrollada por Microsoft que permite a las organizaciones visualizar y compartir información de manera eficiente. Ofrece una amplia gama de funcionalidades que incluyen la conexión a múltiples fuentes de datos, la creación de informes interactivos y la generación de paneles de control dinámicos (Microsoft, 2022). Con Power BI, los usuarios pueden transformar, analizar, unir diferentes fuentes de datos y presentarlos mediante la creación de gráficos, tablas dinámicas y mapas interactivos.

**Eficiencia Operativa en Telecomunicaciones:** La eficiencia operativa se refiere a la capacidad de una empresa para utilizar sus recursos de manera óptima para lograr sus objetivos comerciales, según Obando, R. (2023) la eficiencia operativa se ha convertido en uno de los factores claves para el éxito empresarial maximizando la producción y minimizando los costos mediante la implementación de prácticas y proceso eficientes. También Saito et al. (2014), indica que mejorar la eficiencia operativa en el sector de las telecomunicaciones es fundamental para mantener la competitividad y satisfacer las demandas del mercado.

**Gestión de Cambios en ITIL:** La gestión de cambios es un proceso clave en ITIL (Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de la Información), que establece las mejores prácticas para controlar y coordinar los cambios en el entorno de tecnologías de la información. Según la Office of Government Commerce. (2007)., la gestión de cambios en ITIL ayuda a minimizar los riesgos asociados con los cambios en la infraestructura de las tecnologías de la información.

**Automatización de Gestión de Datos:** La automatización de gestión de datos es el proceso que utiliza tecnología para capturar, procesar y analizar datos en tiempo real, reduciendo la necesidad de intervención manual y mejorando al mismo tiempo la precisión de los datos. Según Kimball et al. (2008), la gestión de datos en tiempo real es crucial en entornos de telecomunicaciones para responder rápidamente a cambios en la red y en la demanda del cliente.

**Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA):** Los SLA son contratos que establecen los estándares de calidad y rendimiento que deben cumplir los proveedores de servicios de telecomunicaciones. Según Bae y Lee (2019), los SLA son esenciales para garantizar la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado.

## Marco teórico

La creciente complejidad de los procesos operativos en las organizaciones modernas ha impulsado la adopción de modelos de analítica de datos como soporte fundamental para la toma de decisiones estratégicas y operativas. En este contexto, la gestión de grandes volúmenes de información histórica, provenientes de múltiples fuentes y con diferentes estructuras, representa un desafío significativo que solo puede ser abordado mediante el uso de plataformas de Business Intelligence (BI) y analítica avanzada.

Diversos estudios han señalado que la analítica de datos se ha consolidado como un eje central para la generación de valor organizacional, al permitir transformar datos dispersos en información estructurada, confiable y accionable. Montoya Suárez, E., & Yáñez Barbosa, D. Y. (2022). destacan que la analítica de datos no solo facilita la comprensión del comportamiento histórico de los procesos, sino que también habilita la identificación de patrones, tendencias y anomalías que apoyan la toma de decisiones empresariales fundamentadas en evidencia. Este enfoque resulta especialmente relevante en escenarios operativos de alta demanda, donde los métodos manuales o basados en hojas de cálculo resultan insuficientes.

En relación con la infraestructura tecnológica que soporta los modelos analíticos, Gordillo, C. E., Florián-Gaviria, B., & Aristizábal, E. M. (2022). analizan plataformas de monitoreo y resaltan la importancia de seleccionar arquitecturas de datos especializadas, como las bases de datos orientadas a series de tiempo, para el almacenamiento eficiente de métricas históricas. Los autores demuestran que este tipo de bases de datos optimiza el rendimiento, reduce el consumo de recursos y mejora la velocidad de consulta, aspectos críticos para sistemas que requieren análisis continuo de eventos operativos. Este aporte es fundamental para el

presente proyecto, dado que las ventanas de mantenimiento generan registros cronológicos que deben ser almacenados y analizados de manera eficiente a lo largo del tiempo.

Desde la perspectiva de Business Intelligence, Mamani Coaquira, Y. (2018). Señala que las herramientas BI permiten integrar múltiples fuentes de datos, Chen, H., Chiang, R., & Storey, V. (2012)., estandarizar la información y presentar indicadores clave mediante visualizaciones interactivas que facilitan la comprensión del estado de los procesos de negocio. El autor enfatiza que estas herramientas no solo apoyan la toma de decisiones gerenciales, sino que también mejoran la eficiencia operativa al reducir la dependencia de procesos manuales y minimizar los errores derivados de la manipulación de datos no estructurados.

Complementando estos enfoques, Kimball, R., & Ross, M. (2013). Referentes clásicos en el diseño de almacenes de datos, proponen que la consolidación de información proveniente de diversas fuentes en una base de datos centralizada constituye un elemento esencial para garantizar la consistencia, la trazabilidad y la calidad de los datos analíticos. Este principio resulta aplicable al presente proyecto, en el cual la integración de registros provenientes de diferentes sistemas de gestión es necesaria para lograr una visión unificada del histórico de ventanas de mantenimiento.

Adicionalmente, estudios más recientes sobre herramientas de visualización y analítica empresarial destacan el papel de Power BI como una plataforma que combina capacidades de integración de datos, modelado semántico y visualización avanzada. Según Russo et al. (2018), Power BI permite desarrollar modelos analíticos escalables que facilitan el análisis exploratorio y el monitoreo de indicadores clave en tiempo casi real, fortaleciendo la toma de decisiones operativas y estratégicas. Estas características hacen de Power BI una herramienta adecuada para

entornos donde se requiere analizar grandes volúmenes de datos históricos y operativos de manera eficiente.

Por otra parte, Chen, H., Chiang, R., & Storey, V. (2012). plantean que la analítica de datos aplicada a la operación permite pasar de un enfoque reactivo a uno proactivo, en el cual las organizaciones pueden anticiparse a fallos, optimizar recursos y mejorar la continuidad del servicio. Este enfoque es particularmente pertinente para la gestión de ventanas de mantenimiento, ya que el análisis histórico de eventos permite identificar comportamientos recurrentes y oportunidades de mejora en la planificación y ejecución de estas actividades.

En conjunto, los estudios revisados evidencian que la implementación de un modelo de analítica de datos soportado en herramientas de Business Intelligence, como Power BI, y respaldado por una arquitectura de datos adecuada, constituye una solución viable y pertinente para mejorar la gestión operativa, optimizar procesos críticos y fortalecer la toma de decisiones basada en datos. Este marco teórico proporciona el sustento conceptual y metodológico necesario para el desarrollo del presente proyecto de pregrado, alineando sus objetivos con las tendencias actuales en analítica de datos y gestión de la información.

Desde el punto de vista legal, la implementación de un modelo de analítica de datos basado en Power BI en Colombia debe cumplir con el marco normativo vigente relacionado con la protección de datos personales, la seguridad de la información y el uso responsable de tecnologías de la información. Estas disposiciones buscan garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, así como el respeto a los derechos de los titulares de los datos.

En primer lugar, el principal referente normativo es la Ley 1581 de 2012, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales en Colombia. Esta ley

establece los principios que deben regir el tratamiento de datos personales, tales como legalidad, finalidad, libertad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida, seguridad y confidencialidad. En el contexto del presente proyecto, esta normativa implica que cualquier dato personal contenido en los registros históricos de ventanas de mantenimiento debe ser tratado exclusivamente para fines legítimos, previamente definidos y relacionados con la mejora del proceso operativo, evitando usos no autorizados o distintos a los declarados.

Desde el enfoque de seguridad de la información, el Decreto 1078 de 2015, que compila la normativa del sector TIC en Colombia, establece lineamientos relacionados con la gestión y protección de la información en sistemas tecnológicos. En este sentido, la implementación del proyecto debe contemplar controles de acceso, autenticación de usuarios, manejo de credenciales y esquemas de respaldo que reduzcan el riesgo de incidentes de seguridad.

## **Metodología**

Se adopta un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo–correlacional, orientado al análisis de datos históricos para la optimización del proceso de programación de ventanas de mantenimiento. Este enfoque permite el uso de métricas operativas y registros históricos para identificar patrones, relaciones y oportunidades de mejora en la gestión del proceso.

El diseño de la investigación es no experimental, dado que las variables de estudio no son manipuladas, sino analizadas en su contexto real a partir de información previamente registrada. En este sentido, se emplea un enfoque retrospectivo, basado en el análisis de datos históricos provenientes de diferentes fuentes de información de la organización, lo cual facilita la identificación de tendencias, comportamientos recurrentes y factores asociados al desempeño del proceso.

Como parte del tratamiento de la información, se realiza la consolidación e integración de datos provenientes de múltiples fuentes, garantizando su calidad, consistencia y disponibilidad para el análisis. Posteriormente, se desarrolla un modelo analítico en la herramienta Power BI, el cual permite la transformación, modelado y visualización de los datos, así como la construcción de indicadores clave de desempeño, entre ellos el cumplimiento de acuerdos de nivel de servicio (SLA).

Adicionalmente, se establecen lineamientos para el seguimiento periódico de los indicadores definidos, con el fin de evaluar el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo y facilitar la identificación de oportunidades de mejora continua en la planificación y ejecución de ventanas de mantenimiento.

## **Método de Estadística**

**Análisis descriptivo.** Se calcularán medidas de tendencia central, dispersión y frecuencia para describir las características de los datos.

## **Tipo de análisis**

**Análisis exploratorio de datos.** Análisis exploratorio de datos: permitirá identificar patrones, tendencias y relaciones entre variables en los datos históricos de mantenimiento.

**Análisis de correlación.** Se evaluará la relación entre variables como la demanda de servicios, eventos estacionales y la necesidad de ventanas de mantenimiento.

**Análisis de eficacia.** Se comparará el cumplimiento de SLA antes y después de la implementación de mejoras en la programación de ventanas de mantenimiento.

Al emplear esta metodología, se podrá abordar de la mejor manera la problemática y se podrán identificar soluciones efectivas para optimizar el proceso de programación de ventanas de mantenimiento para la compañía.

## **Recursos necesarios**

Presupuesto necesario para la implementación de la solución.

### ***Recurso Humano***

#### **Ingeniero con experiencia en BD SQL.**

- Establecer la integración de los registros de ambas fuentes de datos garantizando la homogeneidad de los campos para un análisis consistente.
- Implementar un sistema de almacenamiento de datos robusto que permita gestionar el histórico de registros proporcionando acceso rápido a la información.
- Presupuesto: 2.500.000

#### **Ingeniero de telecomunicaciones.**

- Diseñar un dashboard interactivo en Power BI que permita a los diferentes grupos de interés visualizar y analizar datos relacionados con las ventanas de mantenimiento, incluyendo el cálculo de SLA y la identificación de tendencias y anomalías.
- Evaluar periódicamente la efectividad del sistema de analítica de datos implementado y realizando ajustes según sea necesario para mejorar continuamente la planificación y la gestión de ventanas de mantenimiento.
- Presupuesto: 2.500.000

### ***Equipos y Software***

- Recursos virtualizados para alojar la Base de datos obtenida de las fuentes de información, propiedad de la compañía
- Dos estaciones de trabajo para el recurso humano, Presupuesto: 8.200.000

- Visual Studio, Software libre
- Software SQL server para la gestión de la BD, Software libre
- Power BI desktop, Software libre

## **Diseño de la Solución**

### ***Especificaciones técnicas***

La infraestructura física es entregada por la compañía, la cual tiene establecidos sus protocolos para determinar una factibilidad positiva de acuerdo con las normas para la implementación de servidores en datacenter.

A continuación, se realiza una descripción general de las especificaciones técnicas del proyecto de infraestructura cloud virtualizada:

#### **Infraestructura de alimentación eléctrica y locativa.**

- Fuente de Alimentación: El servidor cuenta con fuente de alimentación redundantes de hasta 800 W y respaldo por bancos de baterías en caso de fallo en la red regulada y red comercial, estos bancos cuentan con una autonomía aproximada de 3 horas con el fin de evitar la pérdida de datos y permite un apagado controlado del servidor en caso de ser necesario.
- El Rack se alimenta de energía AC con una tensión entre 208 y 220 VAC.
- Refrigeración y Ventilación: El servidor se encuentra instalado dentro del datacenter, su rack cuenta con los requisitos de ventilación y refrigeración estableciendo pasillos de aire frío y pasillos de aire caliente.

- Seguridad: El espacio donde es instalado el servidor cuenta con sistema de protección contra Incendios y elementos auxiliares de seguridad, también con el debido control de acceso al datacenter, en el cual sólo personal autorizado puede ingresar al área y manipular la infraestructura que allí se encuentra.

### **Especificaciones de Hardware para la Base de datos.**

Los recursos asignados por la compañía para la implementación del proyecto son virtuales y cuenta con las siguientes características:

- CPU: Procesador multinúcleo Intel Xeon.
- Memoria: La memoria RAM es esencial para el rendimiento del servidor de bases de datos. Para ello se tiene asignadas 128 GB.
- Almacenamiento: la capacidad de almacenamiento asignada en el disco SSD es de 500GB con configuraciones RAID 10.
- Conectividad: acceso a la red por cable cat6 de alta velocidad y configuración IPv4 e IPv6.

### **Especificaciones de Software para la Base de datos.**

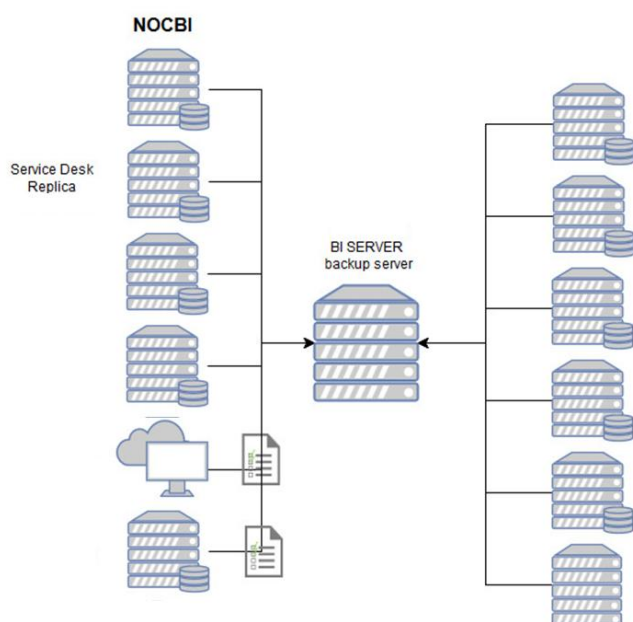
- Sistema Operativo: Windows server 2012 R2 con licenciamiento corporativo, aunque es una versión antigua, es la vigente al momento de la implementación, su actualización depende de las políticas de la empresa y del área de TI.

**Fuente de datos.** En el normal funcionamiento del BI server, se procesa data de diferentes fuentes de datos, sean estas consumidas por medio de archivos planos o por conexión

directa hacia bases de datos como se evidencia en la *Figura 1* en la cual se listan las conexiones que se establecen con las diferentes fuentes de datos, discriminadas por cliente.

### Figura 1

*Ilustración de topología para los servicios de base de datos.*



**Modelo de Operación.** Debido a que sólo se cuenta con un solo servidor, se crearon bases de datos producción y de desarrollo, bajo la misma instancia, además existen bases de datos que ya existían al momento de recibir el servidor y que no se operan ni administran por parte del grupo de BI.

**Arquitectura** La arquitectura de esta base de datos está basada en el modelo multidimensional, Se trabaja en el esquema PRYMARY.

El nombramiento de los objetos sigue la práctica de nombramiento que usa caracteres en minúscula, omitiendo caracteres especiales, acentos y eñes (ñ).

Los objetos de la base de datos se agrupan según el tema que traten, y se hace de la siguiente forma: en el nombramiento de los objetos, se le antepone el nombre del proceso al que pertenecen, asimilando una raíz de nombramiento, ejemplo “dbo.danos\_....”, este nombre indica que el objeto pertenece al modelo de daños.

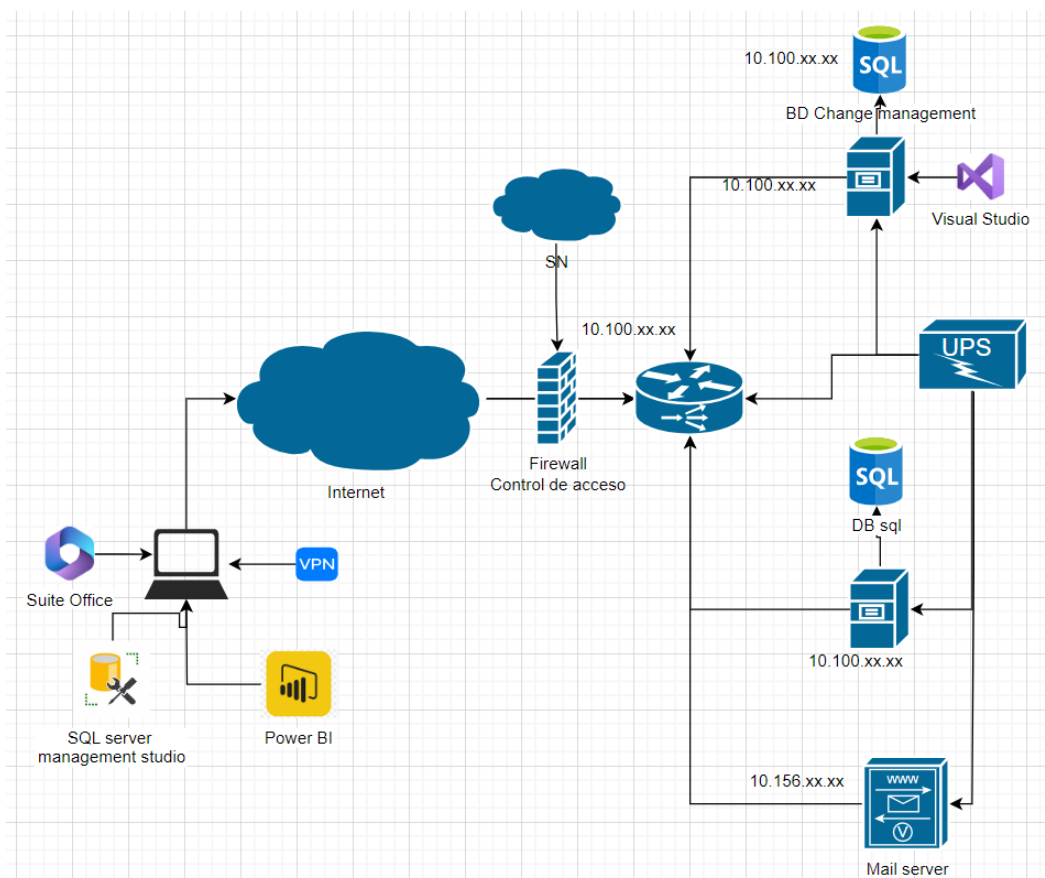
**Distribución de datos.** Los datos se obtienen de dos fuentes: una base de datos de réplica de "Service Desk Replica" a través de una conexión directa, y la herramienta "Service Now" mediante archivos planos que se extraen manualmente.

El proyecto utilizará las siguientes herramientas de software ilustradas en el diseño estructural de la solución *Figura 2*:

- SQL Server Management Studio: Para crear las conexiones a las bases de datos y gestionar los archivos planos.
- Microsoft SQL Server Integration Services (SSIS): Como motor de base de datos para la gestión y transformación de la información
- Power BI: Para modelado de datos, transformación y creación del panel de control.

**Figura 2**

*Diseño estructural de la solución para la gestión de base de datos y servicios asociados*



*Nota.* La figura muestra la arquitectura de red empleada para la gestión de la base de datos y servicios de soporte. En el esquema se observa la conexión del usuario remoto a través de Internet mediante VPN, utilizando herramientas como SQL Server Management Studio, Power BI y Microsoft Office Suite para la gestión del modelo implementado. Se incluye en la ilustración la implementación de seguridad y redes de datos dentro de la red corporativa.

### ***Explicación detallada del funcionamiento de la solución implementada***

A continuación, se presenta el diseño del proyecto que aborda la problemática identificada por la empresa Tigo. Es importante resaltar que la infraestructura y el entorno en los

cuales se implementa esta solución son de carácter privado; por lo tanto, cierta información no se divulga debido a las políticas internas de seguridad y confidencialidad de la compañía.

La problemática inicial surge debido a que, dentro del proceso de Gestión de Cambios (ventanas de mantenimiento), la empresa utiliza dos herramientas de gestión distintas para el registro de tiquetes técnicos. Estas herramientas pertenecen a proveedores diferentes y no son convergentes, lo que genera la necesidad de implementar una solución que permita la unificación y homologación de los datos.

Como primera etapa, se implementó una base de datos SQL, en la cual un servidor realiza consultas hacia la base de datos réplica de la herramienta Service Desk Management (SD), permitiendo la extracción del histórico completo de la información. Para la segunda herramienta, ServiceNow (SN), no se dispone de una conexión directa a base de datos; por lo tanto, la información se obtiene mediante archivos planos. Este proceso implica el acceso a la herramienta, la extracción manual del archivo y su posterior almacenamiento en el servidor de base de datos, con el fin de unificar la información proveniente de ambas fuentes.

El proceso de modelado y transformación de datos se desarrolla en Power BI, utilizando los lenguajes DAX y M (Power Query). Para la creación y configuración de la base de datos, se contó con el apoyo del equipo de administradores de bases de datos (DBA) de la compañía, quienes gestionaron los permisos de acceso, las cuentas técnicas y las configuraciones necesarias para el despliegue de la solución.

Todas las conexiones se establecen mediante controles de acceso, cuentas técnicas y permisos específicos, considerados información privada. Adicionalmente, se habilita el acceso por escritorio remoto al servidor principal de la base de datos de Service Desk Management, con el fin de realizar la creación de las tablas requeridas.

En Visual Studio, se configuran las conexiones hacia los servidores de base de datos de SD y se define la ruta local —en el mismo servidor— donde se aloja el archivo plano extraído desde ServiceNow. Asimismo, se configura la conexión a un servidor SMTP para la generación de notificaciones automáticas que confirman la correcta ejecución de los procesos de carga. Estas notificaciones se envían desde una cuenta técnica específica hacia los correos definidos, omitiendo el detalle del servidor por motivos de seguridad.

En una fase inicial, se desarrolla una consulta principal encargada de extraer los datos necesarios para alimentar las tablas del modelo. Dado que SD cuenta con múltiples tablas, estas son invocadas utilizando los códigos específicos de cada campo. A cada campo consultado se le asigna un nombre personalizado, como número de tiquete técnico, estado, tipo de origen, categoría y descripción breve.

Esta etapa corresponde a la primera fase de transformación, en la cual se realiza la homologación de campos entre ambas herramientas y se limita la extracción únicamente a la información relevante para el análisis, dado que los formularios de SD contienen un volumen considerable de datos que no aportan valor al proceso analítico.

Posteriormente, se crean las tablas correspondientes con el código ilustrado en la **Figura 3** y se aplican filtros para descartar registros que no contribuyen al análisis. Además, la consulta se restringe a un rango de fechas comprendido entre el primer día de los últimos dos meses y la fecha actual; por ejemplo, si el mes en curso es mayo, se consultan los registros a partir del primero de marzo.

**Figura 3**

*Campos extraídos mediante consulta SQL para la unificación de datos*

```

SQLQuery3.sql - 10...onsultasnoc (3690)*
1  SELECT chg.chg_ref_num AS 'Requerimiento N°',
2  chgstat.sym AS 'Estado',
3  usp_change_type.sym as 'Tipo de Cambio',
4  ztipo_ttp.description as 'Origen de cambio',
5  chgcat.sym AS 'Categoría',
6  chg.summary as 'Breve descripción',
7  chg.zdescription as 'Descripción',
8  chg.justification as 'Justificación',
9  chg.zriesgo as 'Análisis de Riesgo e Impacto',
10 (select concat(last_name, ' ', first_name) from [dbo].[ca_contact] c with (index(ca_contact_id
11 (select concat(last_name, ' ', first_name) from [dbo].[ca_contact] c with (index(ca_contact_id
12 (select company_name from [ca_company] V where chg.zCompania = V.company_uid as 'Proveedor'
13 DATEADD(s,chg.sched_start_date,'1969/12/31 19:00:00') AS 'Fecha de inicio planificada',
14 DATEADD(s,chg.sched_end_date,'1969/12/31 19:00:00') AS 'Fecha de Fin planificada',
15 chg.sched_duration AS 'Tiempo Total Planificado',
16 chg.zind_srvc as 'Indisponibilidad Total Cliente',
17 chg.zafect_srvc as '¿Afecta Servicio?',
18 impact.sym as 'Impacto',
19 pri.sym as 'Prioridad',
20 ca_owned_resource.resource_name AS 'Item de Configuración',
21 chg.zgenero_falla as '¿Generó indisponibilidad no prevista?',
22 (select concat(last_name, ' ', first_name) from [dbo].[ca_contact] c with (index(ca_contact_id
23 chg.zzona AS 'Ubicación',
24 zCiudad.zNombre_Ciudad AS 'Ciudad',
25 chg.zafect_inv as 'Afecta Configuración/inventario',
26 DATEADD(s,chg.target_resolved_last,'1969/12/31 19:00:00') AS 'Fecha límite real',
27 (select sym from [usp_closure_code] V where chg.closure_code = V.id) as 'Código de cierre',
28 chg.zobservaciones as 'Observaciones',
29 DATEADD(s,chg.close_date,'1969/12/31 19:00:00') AS 'Fecha Fin',

```

La base de datos se estructura en tres contenedores de información (**Figura 4**):

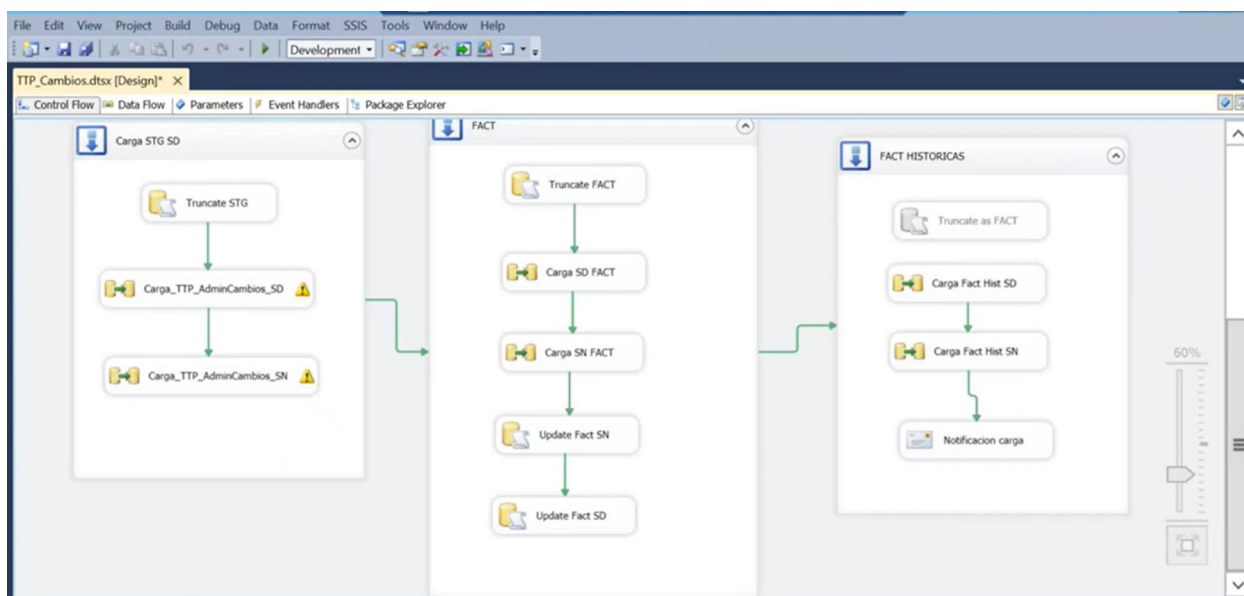
**STG (Staging):** contiene la extracción directa de ambas fuentes de datos (SD y SN).

**FACT:** corresponde a una réplica del contenedor STG, en la cual se realiza un proceso adicional de limpieza y transformación directamente en la base de datos.

**FACT\_HIST (Histórica):** almacena los tiquetes que, por su antigüedad, no sufrirán modificaciones posteriores.

#### Figura 4

*Estructura de la solución a nivel de base de datos*



*Nota.* Contenedores creados para el manejo y transformación de los datos.

En el contenedor STG, la información se elimina completamente antes de cada carga, con el fin de garantizar la consistencia de los datos. Resulta fundamental validar que los tipos de datos de entrada se encuentren correctamente mapeados con los de salida, evitando errores durante el proceso de carga.

Para la fuente ServiceNow, el archivo plano se almacena en una ruta previamente definida. La conexión se realiza a través de Excel, el cual tiene configurada la ubicación exacta

del archivo. Es indispensable que el archivo conserve su nombre y estructura, ya que cualquier modificación en los tipos de datos, nombres de columnas o adición de campos puede generar errores que requieren corrección manual.

Con el propósito de garantizar la integridad de la información, se realizaron múltiples pruebas, dado que los datos de origen presentan alta variabilidad. La presencia de caracteres especiales, longitudes de campo inconsistentes y formatos no homogéneos generó errores durante la carga. En una fase futura, se proyecta la implementación de una conexión directa a la base de datos de ServiceNow, lo que permitiría mejorar la confiabilidad y automatización del proceso.

Posteriormente, se crea la tabla SN\_STG, asegurando el correcto mapeo de campos y tipos de datos. A partir de esta, se generan las tablas SN\_FACT y SD\_FACT, que contienen la réplica de las tablas STG. En estas tablas se ejecutan procesos independientes de transformación, descartando los tiquetes que no forman parte de la estadística final.

En el contenedor FACT\_HIST, se almacenan los tiquetes históricos que ya no serán modificados. Actualmente, estas tablas contienen información correspondiente al año 2023 y a enero de 2024. La carga se realiza el último día de cada mes, incorporando los registros cuya fecha se encuentre en el rango comprendido entre dos meses atrás y un mes atrás. En esta fase se aplica una carga incremental, evitando duplicados y optimizando el consumo de recursos.

Para el análisis de los datos, se utilizan exclusivamente las tablas FACT y FACT\_HIST, garantizando la integridad y estabilidad de la información. En Power BI, se establece la conexión al servidor SQL mediante dirección IP y puerto, seleccionando las tablas principales del modelo.

Adicionalmente, se emplean tablas auxiliares que contienen información de usuarios, empresas, medidas, calendarios y días festivos de Colombia, esta última consultada desde una URL externa. También se integra una tabla histórica de fallas ocasionadas por ventanas de mantenimiento.

Durante el proceso de transformación en Power Query, se realizan cambios de nombres, reemplazo de valores y concatenación de campos. En el caso de ServiceNow, la información se encuentra distribuida en múltiples columnas; por tal motivo, se concatenan tres de ellas para homologarlas con la estructura de la otra herramienta, eliminando posteriormente las columnas originales.

Posteriormente, se ejecuta una consulta combinada con la tabla contact\_list, lo que permite la homologación de los nombres de los usuarios, dado que cada herramienta maneja formatos distintos (nombre-apellido y apellido-nombre). Cabe destacar que Power BI y Power Query distinguen entre mayúsculas y minúsculas, por lo que la estandarización de formatos resulta crítica.

Dado que las herramientas se alimentan continuamente de nuevos datos, pueden presentarse registros no mapeados previamente. Por esta razón, el proyecto requiere un proceso

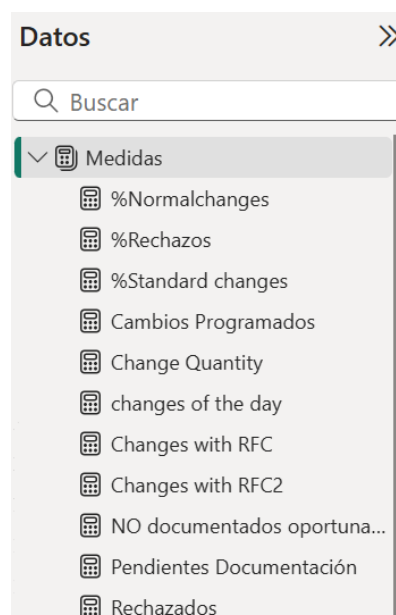
de administración y mantenimiento constante, con el fin de garantizar una cobertura cercana al 100 % de la información.

Mediante la expansión de las consultas, se obtienen datos adicionales asociados a cada usuario, como empresa principal, empresa contratista, área, grupo y correo electrónico, consolidando toda la información en una sola tabla para facilitar su gestión y análisis.

Finalmente, a través de cálculos desarrollados en DAX, se crean tablas de medidas (**Figura 5**), calendario, tiempo, parámetros y variables dinámicas, las cuales permiten analizar la información de forma flexible. Con estos elementos se relacionan las tablas (**figura 6**) con campos llave que permiten la construcción de la capa de presentación, donde el usuario puede interactuar con los reportes.

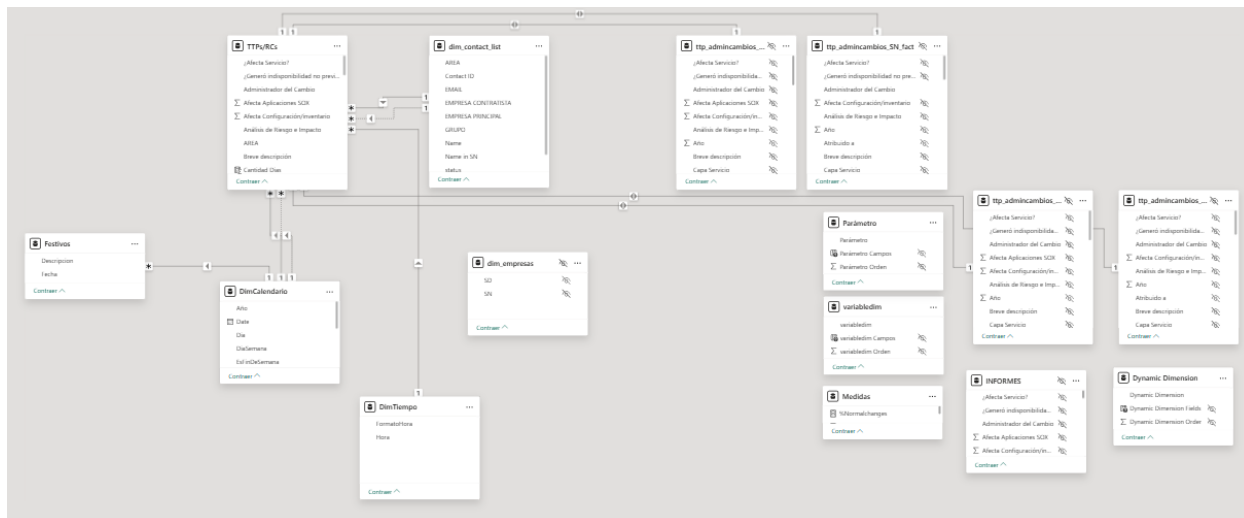
## Figura 5

### *Cálculos y medidas realizadas*



**Figura 6**

*Vista de modelo sobre Power BI*



Es importante resaltar que la herramienta no permite la alteración directa de los datos desde los reportes. Cualquier modificación debe realizarse exclusivamente en la base de datos, garantizando la integridad de la información. Por último, se implementan diversas gráficas y filtros de segmentación que facilitan la realización de consultas específicas según las necesidades del usuario, **figura 7**.

Figura 7

Vista de informe



### **Evaluación de resultados**

El desarrollo del modelo de analítica de datos para el proceso de ventana de mantenimiento de Tigo permitió la consolidación de la información proveniente de las dos fuentes de datos con una mejoría significativa en el manejo de estos. A través del uso de Power BI, se logró automatizar la carga y transformación de los registros históricos, reduciendo los tiempos de procesamiento y minimizando los errores asociados a la manipulación manual de los datos a través de la herramienta Excel. Esta optimización favoreció la generación de informes, haciéndolos más confiables y oportunos para los equipos de operación y gestión de cambios.

Los resultados obtenidos permiten la identificación temprana de tendencias, la generación rápida de indicadores de desempeño (SLA) y la detección de posibles conflictos en la programación de cambios futuros. Asimismo, los paneles interactivos desarrollados en Power BI facilitaron la toma de decisiones, promoviendo una gestión proactiva y alineada con los objetivos de disponibilidad y calidad del servicio.

### **Trabajos Futuros**

Para trabajos futuros se propone profundizar en la optimización del proceso de programación y control de actividades, incorporar herramientas de inteligencia artificial y analítica predictiva que permitan anticipar posibles fallas o cuellos de botella en la gestión operativa. También sería pertinente ampliar la base de datos y considerar variables contextuales como disponibilidad de recursos o demanda de servicio que influyen directamente en la función principal del grupo de gestión de cambios, Garantizar la continuidad del servicio ofrecido.

De acuerdo con las proyecciones de la empresa en la masificación de los procesos sobre el nuevo sistema principal, se propone realizar un desarrollo que permita la conexión directa a la base de datos que actualmente sólo permite la extracción de información vía archivo plano.

## Conclusiones

En conclusión, La aplicación del modelo propuesto contribuyó de manera directa a la optimización operativa y al fortalecimiento del proceso de administración de cambios dentro de la empresa de telecomunicaciones TIGO. Este resultado se reflejó en una mejora en la planificación y ejecución de las ventanas de mantenimiento, reduciendo los incidentes no planificados y garantizando una mayor continuidad del servicio. La estandarización de las actividades permitió, además, una comunicación más efectiva entre los equipos técnicos y de gestión.

Asimismo, la investigación evidenció que la incorporación de herramientas analíticas y metodologías de seguimiento sistemático es un factor clave para lograr una administración de cambios más eficiente y controlada. La reducción de errores humanos, la trazabilidad de los procedimientos y la capacidad de anticipar impactos operativos se consolidaron como beneficios tangibles del modelo. De esta forma, la organización logró avanzar hacia una gestión más proactiva, basada en datos y orientada a la mejora continua.

Finalmente, se concluye que la implementación del modelo representa un avance estratégico para TIGO en su búsqueda por garantizar la calidad y disponibilidad del servicio. Este enfoque no solo optimiza los procesos actuales, sino que también sienta las bases para futuras integraciones con herramientas de automatización y analítica avanzada, fortaleciendo la toma de decisiones y consolidando una cultura de innovación tecnológica en la gestión de cambios.

## Referencias Bibliográficas

Klippa. *Automatización de datos: Beneficios, uso y softwares*. (2024, enero 9).

<https://www.klippa.com/es/blog/informativo/automatizacion-datos/>

Bae, J., & Lee, I. (2019). *A Service Level Agreement (SLA)-Based QoS Management Framework for Dynamic Resource Provisioning in Cloud Computing*

Chen, H., Chiang, R., & Storey, V. (2012). *Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact*. *MIS Quarterly*.

Garzón Agudelo, D. M. Sarmiento Rojas, J. A. y Gutiérrez-Junco, Ó. J. (2019). *Formulación y evaluación de proyectos de ingeniería*. Editorial UPTC. (pp.7-11).

<https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/135291?page=8>

Gordillo, C. E., Florián-Gaviria, B., & Aristizábal, E. M. (2022). Estudio de plataformas de monitoreo para seleccionar la pila tecnológica base de un sistema de analíticas especializado para pruebas de software. *Ingeniería y Competitividad*.

<https://www.redalyc.org/journal/2913/291371829018/>

Kimball, R., Ross, M., Thornthwaite, W., Mundy, J., & Becker, B. (2008). *The data warehouse lifecycle toolkit*. John Wiley & Sons.

Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling* (3rd ed.). Wiley.

Mamani Coaquira, Y. (2018). *Business intelligence: Herramientas para la toma de decisiones en procesos de negocio*.

[https://www.researchgate.net/publication/323993348\\_Business\\_Intelligence\\_herramientas\\_para\\_la\\_toma\\_de\\_decisiones\\_en\\_procesos\\_de\\_negocio](https://www.researchgate.net/publication/323993348_Business_Intelligence_herramientas_para_la_toma_de_decisiones_en_procesos_de_negocio)

- Microsoft. (2022). *What is Power BI?* Recuperado de <https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/>
- Montoya Suárez, E., & Yáñez Barbosa, D. Y. (2022). *Analítica de datos: Una tendencia para la toma de decisiones empresariales en las organizaciones*. Universidad Libre.  
<https://hdl.handle.net/10901/24140>
- Obando, R. (2023). *Qué es la eficiencia operativa, cómo medirla y mejorarla*. Hubspot.es.  
<https://blog.hubspot.es/sales/eficiencia-operativa>
- Office of Government Commerce. (2007). *ITIL Service Transition*. The Stationery Office.
- Russo, M., Ferrari, A., Webb, C., & others (2018). *Analyzing Data with Microsoft Power BI and Power Pivot*. Microsoft Press.
- Saito, Y., Sato, Y., & Tsuda, K. (2014). *Toward a Highly Efficient Network Operations Environment for Telecom Carriers*. *IEEE Communications Magazine*, 52(1), 18-24.
- Ward, A., Siddiqui, A., & Kasper, M. (2019). *Power BI Data Analysis and Visualization*. Apress