

Mejora de procesos en el equipo de operación integrada del centro de control de la
electrificadora de Santander mediante la automatización de sus operaciones.

Adriana Marcela Cujia Reyes

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniería de sistemas

Director

Luis Carlos Gómez Flórez

MSc, Escuela de ingeniería de Sistemas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas E Informática

Ingeniería de Sistemas

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Primero, a Dios, quien me guio en este camino lleno de dificultades y alegrías, y me dio la fortaleza para salir adelante.

A mis padres, Yolima y Carlos, por haber soñado con esto y hacerlo posible, por tantos esfuerzos y sacrificios, y por tenerme siempre en sus oraciones. Gracias por permitirme volar.

A Hia y a papi Reye, porque han disfrutado de cada proceso de mi crecimiento y me han acompañado en cada uno de ellos, dándome su sabiduría y siendo como otros padres.

A mi novio, Andrés Saiz, por ser mi compañía en estos últimos años, por haber sido una mano muy importante en mis momentos difíciles y por inspirarme cada día a ser mejor.

A mis hermanas, Andrea y Marypaz, porque siempre quise ser el mejor ejemplo para ustedes y enseñarles lo mejor de mí.

A mis familiares y amigos más cercanos, muchas gracias por hacer todo este proceso más acogedor. Cada uno aportó un granito de arena importante para que esto fuera posible.

Finalmente, a mi Adriana Cujia, por nunca desistir y siempre intentar sacar el lado bueno a las dificultades, por sacrificarte tanto y mostrarme cada día que puedo lograr todo lo que me proponga.

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander por haber sido mucho más que una universidad. Ahí crecí, aprendí y conocí personas que me ayudaron a crecer tanto como profesional, como persona.

A la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática y a todos sus profesores, gracias por su dedicación y el acompañamiento en este largo proceso formativo.

Gracias al profesor Luis Carlos Gómez Flórez quien fue mi director de proyecto, su buena orientación y paciencia, muy importante para el éxito de mi proyecto.

También agradezco a la Electrificadora de Santander por darme la oportunidad de hacer mi proyecto en sus instalaciones. Aprendí de todos los profesionales de las diferentes áreas que pude compartir y que me enriquecieron profesionalmente.

Y gracias al ingeniero Yeison Blanco, que fue un gran apoyo en todo el proceso. me guio en un contexto totalmente desconocido para mí, que fue el área de la electricidad, Sin su ayuda, este proyecto no fuera sido posible.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Presentación del proyecto	18
1.1 La Electrificadora de Santander (ESSA)	18
1.2 Planteamiento y justificación del problema	18
2. Objetivos	21
2.1 Objetivo General	21
2.2 Objetivos Específicos.....	21
3. Marco de referencia	22
3.1 Mejora de procesos	22
3.2 Automatización de procesos	22
3.3 Chatbot.....	22
3.4 Microsoft Power Platform.....	23
3.4.1 Copilot Studio	23
3.4.2 Power Automate.....	24
3.4.3 Power BI	24
3.4.4 SharePoint	24
3.5 Python	24
3.5.1 Paquetes – Librerías de Python.....	25
3.5.1.1 Pandas	25
3.5.1.2 Numpy.....	25
3.5.1.3 Tkinder.....	25

4. Metodología	26
4.1 Metodología en cascada.....	26
5. Desarrollo del Proyecto.....	29
5.1 Introducción	29
5.1.1 Identificación de problemáticas en el equipo de Operación Integrada (OI) de la ESSA relacionadas con el módulo de consignaciones.	29
5.2 Chatbot de consignaciones locales.....	29
5.2.1 Análisis	29
5.2.1.1 Procesos de inicio y finalización de consignaciones	29
5.2.1.2 Entrevistas de evaluación de procesos de consignación	30
5.2.2 Diseño	31
5.2.2.1 Elaborar diagrama BPMN proceso de inicio de consignaciones estado actual	31
5.2.2.2 Elaborar diagrama BPMN proceso de inicio de consignaciones estado deseado	32
5.2.2.3 Elaborar diagrama BPMN proceso de finalización de consignaciones estado actual	32
5.2.2.4 Elaborar diagrama BPMN proceso de finalización de consignaciones estado deseado ...	33
5.2.2.5 Diseño de arquitectura de los flujos de conversación.....	33
5.2.2.6 Diseño de arquitectura de integración de Power Automate con SharePoint	35
5.2.2.7 Diseño de Interfaz de Usuario.....	36
5.2.3 Implementación.....	36
5.2.3.1 Secuencia de ejecución	38
5.2.3.2 Verificación de identidad.....	38
5.2.3.3 Flujo Login Power Automate.....	39
5.2.3.4 Verificación de consignación.....	39

5.2.3.5 Flujo clexistencia Power Automate.	41
5.2.3.6 Verificación de estados aceptados.	42
5.2.3.7 Verificación de tipos aceptados.	42
5.2.3.8 Consignación en estado de “CONSIGNACIÓN”.....	43
5.2.3.8.1 Iniciar ahora.	44
5.2.3.8.2 Confirmación de los trabajos	46
5.2.3.8.3 Digitar Fecha.....	48
5.2.3.9 Consignación en estado de “EJECUCIÓN”.	48
5.2.3.9.1 Finalizar ahora.	49
5.2.3.9.2 Digitar Fecha.....	52
5.2.3.10 Al producirse un error.	52
5.2.3.11 Realizar otra consignación.....	54
5.2.4 Redacción documento TDD.....	55
5.2.5 Pruebas.....	55
5.2.5.1 Pruebas de Funcionalidad.	55
5.2.5.2 Pruebas de integración.	56
5.3 Aplicación Calculo de la demanda no atendida (DNA).....	57
5.3.1 Análisis	57
5.3.1.1 Estudio del resultado actual del cálculo de DNA	57
5.3.2 Diseño	59
5.3.2.1 Diseño del Flujo de Procesos del Sistema.	59
5.3.2.2 Diseño de interfaz de usuario.....	61
5.3.3 Implementación.....	63

5.3.3.1 Desarrollo de Código e Implementación de Funcionalidades.	63
5.3.3.2 Documentación del Código.....	68
5.3.3.3 Guía de aplicación para el cálculo de la demanda no atendida.....	68
5.3.3.3.1 Condiciones a tener en cuenta.....	69
5.3.3.3.2 Proceso para realizar el cálculo del DNA.....	69
5.3.3.3.3 Escenarios de error.....	73
5.3.4 Pruebas.....	73
5.3.4.1 Pruebas Unitarias.	73
5.3.4.2 Análisis comparativo de los resultados del DNA.	75
6. Conclusiones.....	77
7. Recomendaciones	79
Referencias Bibliográficas	80

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Cumplimiento por objetivos</i>	28
Tabla 2 <i>Resumen entrevistas en el centro de control</i>	30
Tabla 3 <i>Pruebas de funcionalidad Chatbot de consignaciones</i>	56
Tabla 4 <i>Pruebas de integración chatbot de consignaciones</i>	57
Tabla 5 <i>Análisis calculo DNA actual</i>	58
Tabla 6 <i>Función y uso de las principales bibliotecas utilizadas en el proyecto</i>	63
Tabla 7 <i>Listado de archivos de entrada para el sistema</i>	65
Tabla 8 <i>Principales funciones utilizadas</i>	68
Tabla 9 <i>Pruebas unitarias cálculo del DNA</i>	74

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Conjunto de herramientas de Microsoft Power Platform.</i>	23
Figura 2 <i>Modelo en Cascada</i>	27
Figura 3 <i>Modelo BPMN inicio de consignaciones en su estado actual</i>	31
Figura 4 <i>Modelo BPMN inicio de consignaciones en su estado deseado</i>	32
Figura 5 <i>Modelo BPMN finalización de consignaciones en su estado actual</i>	32
Figura 6 <i>Modelo BPMN finalización de consignaciones en su estado deseado</i>	33
Figura 7 <i>Diagrama de flujo de la arquitectura general del chatbot</i>	34
Figura 8 <i>Diagrama de flujo general de la integración de Power automate con Sharepoint</i>	35
Figura 9 <i>Interfaz Principal chatbot de consignaciones</i>	36
Figura 10 <i>Chatbot de consignaciones en Copilot Studio</i>	37
Figura 11 <i>Estructura de archivos a consultar en SharePoint</i>	37
Figura 12 <i>Inicio de la conversación del chatbot en Copilot Studio</i>	38
Figura 13 <i>Login en Power Automate</i>	39
Figura 14 <i>Validación existencia de número de consignación</i>	40
Figura 15 <i>Flujo clexistencia Power Automate</i>	41
Figura 16 <i>verificación de estados aceptados</i>	42
Figura 17 <i>Verificación de tipos aceptados</i>	43
Figura 18 <i>Consignación en estado "CONSIGNACIÓN"</i>	44
Figura 19 <i>Flujo Iniciar ahora</i>	45

Figura 20 <i>Verificación de Rangos Power Automate</i>	46
Figura 21 <i>Flujo Actualizar en Power Automate</i>	47
Figura 22 <i>Flujo Resultado en Power Automate</i>	48
Figura 23 <i>Consignación en estado "EJECUCIÓN"</i>	48
Figura 24 <i>Flujo finalizar ahora</i>	50
Figura 25 <i>Finalizar Power Automate</i>	51
Figura 26 <i>Resultado final Power Automate</i>	51
Figura 27 <i>Al producirse un error</i>	52
Figura 28 <i>Flujo al producirse un error</i>	53
Figura 29 <i>Realizar otra consignación</i>	54
Figura 30 <i>Diagrama de flujo general del cálculo del DNA</i>	59
Figura 31 <i>Diagrama de flujo proceso completo del cálculo del DNA</i>	60
Figura 32 <i>Interfaz pantalla inicial, Login</i>	61
Figura 33 <i>Interfaz pantalla principal para los operadores</i>	62
Figura 34 <i>Interfaz pantalla principal para el administrador</i>	62
Figura 35 <i>Esquema del proceso del cálculo y clasificación del DNA</i>	64
Figura 36 <i>Función ajustar curvas</i>	66
Figura 37 <i>Cálculo del DNA clasificado</i>	67
Figura 38 <i>Guía DNA inicio de sesión</i>	70
Figura 39 <i>Guía DNA seleccionar cargar archivo</i>	70
Figura 40 <i>Guía DNA archivo a seleccionar</i>	71
Figura 41 <i>Guía DNA Carpeta de almacenamiento calcular DNA</i>	71
Figura 42 <i>Guía DNA formato fecha aceptado</i>	72

Figura 43 *Guía DNA Botón calcular DNA de la herramienta seleccionada*..... 72

Figura 44 *Guía DNA mensaje de éxito cálculo realizado* 72

Figura 45 *Calculo del DNA en las 24 horas durante un día* 73

Figura 46 *Informe del cálculo del DNA actual*..... 75

Figura 47 *Informe cálculo del DNA con herramienta en Python* 76

Lista de Apéndices

Apéndice A. Documento TDD chatbot de consignaciones

Apéndice B. Manual técnico y de operación chatbot de consignaciones

Apéndice C. Manual de usuario chatbot de consignaciones

Apéndice D. Documentación del código en Python cálculo del DNA

Los apéndices se encuentran en una carpeta adjunta

Glosario

API (Interfaz de Programación de Aplicaciones): Una API, o interfaz de programación de aplicaciones, son mecanismos que permiten a dos componentes de software comunicarse entre sí mediante un conjunto de definiciones y protocolos [14].

CNO: El Consejo Nacional de Operación del sector eléctrico, creado por la Ley 143 de 1994 en su artículo 36, es un organismo privado que tiene como función principal acordar los aspectos técnicos para garantizar que la operación del Sistema Interconectado Nacional sea segura, confiable y económica y ser el ejecutor del Reglamento de Operación [15].

DNA (Demanda No Atendida): Es la energía que por cualquier motivo programado o no programado no se pudo suministrar al usuario, aunque él estaba demandándola de manera normal. [16].

Chatbot: Un chatbot es un programa informático que simula y procesa conversaciones humanas (ya sea escritas o habladas), permitiendo a los humanos interactuar con dispositivos digitales como si se estuvieran comunicando con una persona real [17].

DMS (Distribution Management System): Es una solución de red de distribución inteligente geoespacial (GIS) que reduce proactivamente la demanda máxima, optimiza los activos de red y ayuda a las redes de distribución a entregar electricidad de manera más eficiente, confiable, segura y económica [18].

Factor de carga: El factor de carga es el indicador de en qué porción de un día se utilizaría el total de la energía consumida si el consumo fuera todo al nivel de la máxima demanda registrada [19].

SCADA: (Supervisory Control and Data Acquisition): Un sistema SCADA es una herramienta clave de la automatización industrial. Es un sistema informático que permite supervisar y controlar el funcionamiento de instalaciones remotas a través de la recopilación, transmisión y análisis de datos en tiempo real [20].

Power Automate: Con sus capacidades de automatización, Power Automate lo ayuda a optimizar sus procesos comerciales y automatizar tareas repetitivas [21].

Microsoft Copilot Studio: Microsoft Copilot Studio, antes Power Virtual Agents, es la solución de Microsoft para la creación de chatbots de atención al cliente basados en inteligencia artificial generativa con el objetivo de mejorar la experiencia de cliente [22].

Resumen

Título: Mejora de procesos en el equipo de operación integrada del centro de control de la electrificadora de Santander mediante la automatización de sus operaciones.*

Autor: Adriana Marcela Cujia Reyes **

Palabras Clave: Automatización de procesos, Consignaciones operativas, Mejora de Procesos, Electrificadora de Santander, Power Platform, Python.

Descripción: En la Electrificadora de Santander S.A. (ESSA), las consignaciones locales y el cálculo de la demanda no atendida (DNA) son tareas importantes para garantizar que el centro de control funcione de manera adecuada. Sin embargo, estos procesos actualmente tienen varios retos, como la dificultad para recolectar los datos, los tiempos de respuesta largos y la falta de herramientas que permitan realizar cálculos más precisos y ajustados a la demanda no atendida real. Además, existe una falta de integración entre los sistemas utilizados, lo que dificulta la eficiencia y precisión de los procesos.

Con el propósito de optimizar estas actividades, ESSA brindó la oportunidad a un practicante de ingeniería de sistemas para diseñar e implementar soluciones tecnológicas que agilicen dichos procesos. Para esto se desarrolló un chat Bot interactivo para la gestión de consignaciones y una aplicación en Python para el cálculo de la demanda no atendida. Estas propuestas fueron diseñadas con el fin de minimizar la carga operativa del centro de control, mantener la continuidad de sus herramientas teniendo una mejor precisión en los cálculos.

Como resultado de este desarrollo se pudo ver una mejora importante en la eficiencia operativa de la empresa, se redujeron tiempos de procesamiento y se acercó más al resultado esperado en los cálculos. Además, estas herramientas permiten al personal concentrarse en actividades estratégicas, mejorando la experiencia del cliente y cumpliendo con los estándares establecidos por la compañía.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Ingeniería de sistemas. Director: Luis Carlos Gómez Flórez. MSc, Escuela de ingeniería de Sistemas.

Abstract

Title: Process Improvement in the Integrated Operations Team of the Control Center at Electrificadora de Santander through Automation of Its Operations *

Author(s): Adriana Marcela Cujia Reyes **

Key Words: Process Automation, Operational Consignments, Process Improvement, Electrificadora de Santander, Power Platform, Python.

Description: At Electrificadora de Santander S.A. (ESSA), local consignments and unmet demand (ND) calculations are important tasks to ensure the control center operates properly. However, these processes currently face several challenges, such as difficult data collection, long response times, and a lack of tools that allow for more accurate calculations tailored to actual unmet demand. Furthermore, there is a lack of integration between the systems used, which hinders process efficiency and accuracy.

To optimize these activities, ESSA provided a systems engineering intern with the opportunity to design and implement technological solutions to streamline these processes. To this end, an interactive chatbot was developed for consignment management and a Python application for calculating unmet demand. These proposals were designed to minimize the control center's operational burden, maintain the continuity of its tools, and achieve greater calculation accuracy. As a result of this development, a significant improvement in the company's operational efficiency was observed, with processing times reduced and calculations closer to the expected results. Furthermore, these tools allow staff to focus on strategic activities, improving customer experience and meeting the company's established standards.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Systems and Computer Engineering. Systems Engineering. Director: Luis Carlos Gómez Flórez*. MSc, School of Systems Engineering

Introducción

La Electrificadora de Santander (ESSA) debe garantizar la eficiencia y la continuidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica, con el fin de preservar la seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico. Sin embargo, en el Centro de Control (CDC) se han identificado dificultades en dos procesos clave: la gestión de consignaciones y el cálculo de la Demanda No Atendida (DNA).

Las consignaciones son el procedimiento mediante el cual se solicita, estudia y autoriza la intervención de un equipo, una instalación o parte de ella [23]. Por otra parte, la Demanda No Atendida (DNA) es la energía que por cualquier motivo programado o no programado no se pudo suministrar al usuario, aunque él estaba demandándola de manera normal [16].

El uso excesivo de llamadas telefónicas al Centro de Control (CDC) para gestionar las consignaciones está generando congestión, demoras y una carga de trabajo innecesaria, lo que afecta tanto la eficiencia como la seguridad operativa. Además, la herramienta que da el resultado del cálculo de la Demanda No Atendida (DNA) presenta riesgos, ya que los resultados actuales no reflejan adecuadamente la realidad operativa, a esto se suma la necesidad de contar con nueva herramienta que asegure la continuidad del servicio, ya que el sistema será reemplazado y el nuevo no tendrá la funcionalidad de realizar el cálculo.

Este proyecto surge de la necesidad de agilizar la gestión de consignaciones y mejorar la precisión en el cálculo de la DNA, algo clave para el día a día del equipo técnico. Para lograrlo, se desarrollaron dos herramientas tecnológicas que facilitarán mucho el trabajo en el centro de control. Por un lado, un chatbot diseñado con las herramientas de Microsoft Power Platform (Copilot Studio, Power Automate) que automatizará la gestión de consignaciones, evitando procesos manuales innecesarios y permitiendo que la información se actualice en tiempo real. Esto

para reducir la carga sobre el centro de control y permitir que todo fluya de manera más eficiente. Por otro lado, una aplicación de escritorio en Python, diseñada para calcular la demanda no atendida, esto permitirá la continuidad de la herramienta y un cálculo cercano al esperado. para esto se tendrá en cuenta los factores de carga por transformador, lo que garantizará que el indicador siempre esté disponible, incluso cuando se implementen nuevas tecnologías.

Al final, lo que se busca es hacer el trabajo más sencillo y eficiente. Con estas soluciones, el equipo de Operación Integrada tendrá más herramientas para gestionar su labor de forma más rápida y precisa. Optimizar estos procesos no solo representa una mejora tecnológica, sino también un paso importante para optimizar los recursos y facilitar la toma de decisiones en tiempo real.

El resultado que se espera de este proyecto es relevante ya que busca disminuir los tiempos de gestión, mejorar el acercamiento a los cálculos esperados y asegurar una continuidad operativa. Además, la automatización de estos procedimientos beneficiará a ESSA y a sus usuarios finales al aumentar la eficiencia operativa y el servicio.

Para la solución del problema, se llevó a cabo un análisis detallado de los procesos actuales, entrevistas con el personal técnico y el uso de herramientas de Microsoft Power Platform y Python, asegurando que las soluciones estén alineadas con las necesidades operativas y normativas de ESSA.

Este documento está organizado en distintas etapas que permiten un entendimiento claro y lógico del desarrollo del proyecto. Primero presenta la problemática y los objetivos propuestos. Luego, se incluyen las bases conceptuales en el marco teórico, seguido de una explicación detallada de la metodología utilizada, acompañada de diagramas y herramientas tecnológicas aplicadas. Finalmente se comparten los resultados finales junto con sugerencias para futuras mejoras.

1. Presentación del proyecto

1.1 La Electrificadora de Santander (ESSA)

La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA) es un elemento importante en el ámbito eléctrico ya que desempeña funciones claves en la generación, transmisión y distribución de energía en el departamento de Santander, Colombia. Las consignaciones representan el procedimiento mediante el cual se solicita, estudia y autoriza la intervención de un equipo, una instalación o parte de ella en el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) del área de influencia de la ESSA. Para mejorar procesos en el equipo de operación integrada, es importante gestionar bien las consignaciones y tener una estimación cercana de la Demanda No Atendida (DNA). Sin embargo, el proceso actual de consignaciones depende de llamadas al Centro de Control (CDC), lo que causa demoras, saturación y riesgos en la operación. Aunque el actual Sistema de Gestión de Distribución (DMS) calcula la DNA, en la práctica sus resultados no coinciden con la realidad, lo que dificulta la toma de decisiones y puede afectar el servicio.

1.2 Planteamiento y justificación del problema

En la ESSA el equipo de Operación Integrada coordina y gestiona las consignaciones para que todo el proceso se haga de manera clara, segura y sin problemas. Sin embargo, uno de los principales retos del Centro de Control es la toma de decisiones, ya que cualquier retraso o error en la lectura, recolección o acceso a la información puede afectar el funcionamiento y la estabilidad del sistema eléctrico.

La empresa lleva alrededor de 7 años usando un software de Gestión de Distribución (DMS) para manejar solicitudes de intervención en activos y trabajos. Este sistema registra a diario 14 tipos de consignaciones y los procedimientos para intervenir en el Sistema Eléctrico de Potencia

(SEP) dentro del área de ESSA. Para iniciar o cerrar consignaciones es necesario llamar al Centro de Control (CDC) para obtener autorización. Sin embargo, el alto número de llamadas y la falta de técnicos disponibles generan retrasos, afectan el trabajo diario y pueden representar un riesgo para el personal operativo de campo.

El Centro de Control (CDC) durante un año recibe aproximadamente 10,486 consignaciones de estos tipos: consignación de proximidad, consignación de riesgo de disparo BT, consignación de riesgo de disparo MT y consignación de riesgo de disparo de equipo fallado. El tiempo requerido para gestionar la apertura y cierre de cada consignación oscila entre 3 y 5 minutos, lo que equivale a un total anual de entre 1,048.6 y 1,747.6 horas.

Para solucionar este problema, se propone realizar un análisis, diseño e implementación de un chatbot utilizando las herramientas de Microsoft Power Platform (Copilot Studio, Power Automate y Power BI). El chatbot permitirá al personal operativo iniciar o finalizar consignaciones sin necesidad de llamar al centro de control, todo esto hace que la información se encuentre actualizada en tiempo real y reduce la carga de trabajo para los operadores, quienes también tienen otras responsabilidades.

Por otra parte, dentro de las responsabilidades del operador de red, se encuentra lo establecido en el acuerdo del Consejo Nacional de la Operación (CNO) 1303, que aborda la gestión integral de la demanda. Una de las consideraciones importantes en este acuerdo es la demanda no atendida (DNA), que es la energía que por cualquier motivo programado o no programado no se pudo suministrar al usuario, aunque él estaba demandándola de manera normal. Cada operador de red realiza cálculos considerando los eventos ocurridos en el sistema eléctrico de potencia, determinando así la demanda que no pudo ser atendida debido a la falta de servicio. Aunque el

sistema de gestión actual (DMS) realiza este cálculo, se ha identificado un valor significativamente bajo en comparación con las expectativas.

Con el fin de mitigar el riesgo y garantizar la disponibilidad constante de este cálculo esencial durante la transición hacia nuevas tecnologías, incluida la migración del sistema DMS, se propone el desarrollo de una aplicación de escritorio utilizando el lenguaje Python. Esta aplicación estará encargada de calcular la demanda no atendida, basándose en los informes generados por el DMS actual. Además, ofrecerá la capacidad de realizar el cálculo conforme a los informes generados por la nueva tecnología que se implementará, en cumplimiento con los estándares regulatorios.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Mejorar los procesos de seguimiento de consignaciones operativas y cálculo de la demanda no atendida (DNA) en el sistema eléctrico de potencia de la ESSA, con el fin de mejorar la eficiencia, precisión y la gestión operativa de la empresa.

2.2 Objetivos Específicos

1. Diseño, análisis e Implementación de un chatbot utilizando Microsoft Power Platform (Copilot Studio, Power Automate) que permita al personal operativo iniciar y finalizar consignaciones sin necesidad de llamar al Centro de Control (CDC).

2. Diseñar diagramas de procesos utilizando la notación BPMN en la herramienta BIZAGI para representar tanto el estado actual como el estado mejorado de los procesos a automatizar del chatbot.

3. Análisis, diseño, desarrollo e implementación de una aplicación de escritorio utilizando Python para calcular la demanda no atendida (DNA) en el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP)

4. Desarrollar una guía de aplicación para el cálculo de la demanda no atendida, dirigida al equipo de estudios de la ESSA, con el fin de garantizar su correcta utilización.

3. Marco de referencia

El logro exitoso del proyecto se sustenta en la adquisición y aplicación efectiva de conocimientos. A continuación, se presenta la información esencial indispensable para alcanzar los objetivos planteados. Esta información abarca diversas tecnologías, conocimientos teóricos y herramientas que serán implementadas durante la fase de ejecución del proyecto.

3.1 Mejora de procesos

La mejora de procesos es un enfoque estratégico para optimizar los procesos empresariales. Esta práctica incluye la identificación, el análisis y el perfeccionamiento de los procesos existentes para mejorarlos en última instancia. Este progreso puede significar un aumento de la eficiencia, una mejora de la experiencia del usuario final, una reducción de costos o una mayor adherencia a las mejores prácticas y regulaciones [1].

3.2 Automatización de procesos

La automatización de procesos utiliza tecnología para automatizar operaciones comerciales complejas con tres funciones clave: automatizar tareas, centralizar datos e involucrar menos a las personas. Su objetivo es eliminar cuellos de botella, reducir errores y pérdida de datos, al mismo tiempo que mejora la transparencia, la comunicación interdepartamental y la velocidad de procesamiento [2].

3.3 Chatbot

Un chatbot es un programa informático que utiliza inteligencia artificial (IA) y procesamiento del lenguaje natural (NLP) para comprender las preguntas de los clientes y automatizar las respuestas a dichas preguntas, simulando la conversación humana. Estos pueden facilitar que los usuarios encuentren la información que necesitan respondiendo a sus preguntas y

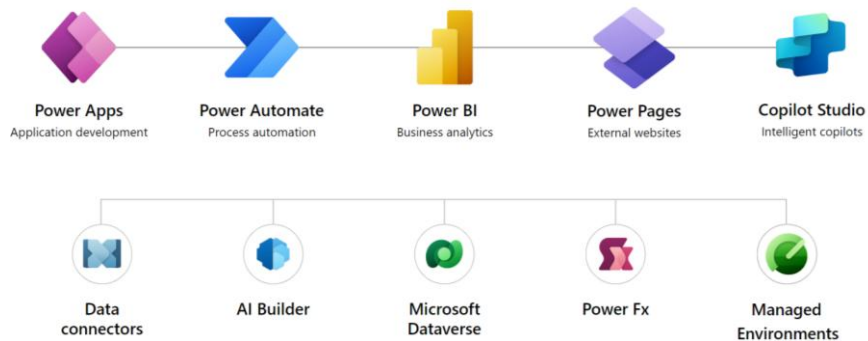
solicitudes, a través de entrada de texto, de audio o ambas, sin necesidad de intervención humana [3].

3.4 Microsoft Power Platform

Microsoft Power Platform es una plataforma de desarrollo accesible con poco código que permite a los usuarios implementar aplicaciones, automatizar procesos y visualizar datos comerciales rápidamente. Todo perfectamente integrado con la funcionalidad y las soluciones empresariales existentes en el entorno de Microsoft 365 [4].

Figura 1

Conjunto de herramientas de Microsoft Power Platform.



Nota. Tomado de la página de BIQQI sobre Microsoft Power Platform. Fuente: <https://biqqi.com/power-platform/>

3.4.1 Copilot Studio

Microsoft Copilot Studio le permite crear potentes copilotos basados en IA que pueden ayudar con una variedad de solicitudes, desde proporcionar respuestas simples a preguntas habituales hasta resolver problemas que requieren conversaciones complejas. Interactuar con clientes y empleados en varios idiomas a través de sitios web, aplicaciones móviles o cualquier canal compatible con Azure Bot Framework [5].

3.4.2 Power Automate

Power Automate es una plataforma de automatización empresarial que permite a las empresas simplificar y agilizar sus procesos mediante flujos de trabajo automatizados. Esta herramienta proporciona una interfaz intuitiva basada en diagramas de flujo, lo que permite a los usuarios crear y gestionar fácilmente tareas y procesos complejos. Al utilizar Power Automate en el entorno empresarial [6].

3.4.3 Power BI

Power BI permite conectar a cientos de orígenes de datos en la nube o entorno local, creando informes con objetos integrados o creando objetos personalizados. El acceso a los datos puede ser desde una tabla Excel, Salesforce, Dynamic CRM, Google Analytics, hasta complejas bases de datos, (instaladas en servidores locales o en la nube), información de servicios de Azure, etc. Lo cual facilita tener toda la información en una única visualización [7].

3.4.4 SharePoint

SharePoint es una plataforma de colaboración desarrollada por Microsoft que permite a las organizaciones crear sitios web para almacenar, organizar y compartir información de manera segura desde cualquier dispositivo. Se puede acceder a ella a través de un navegador web como Microsoft Edge, Internet Explorer, Chrome o Firefox. SharePoint forma parte de la suite Microsoft 365 y ofrece servicios tanto en la nube como en servidores locales, facilitando la gestión de documentos, el trabajo en equipo y la integración con otras aplicaciones de Microsoft [8].

3.5 Python

Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en las aplicaciones web, el desarrollo de software, la ciencia de datos y el machine learning (ML). Los desarrolladores utilizan Python porque es eficiente y fácil de aprender, además de que se puede ejecutar en muchas

plataformas diferentes. El software Python se puede descargar gratis, se integra bien a todos los tipos de sistemas y aumenta la velocidad del desarrollo [9].

3.5.1 Paquetes – Librerías de Python

3.5.1.1 Pandas. Pandas es una herramienta de manipulación y análisis de datos de código abierto, rápida, potente, flexible y fácil de usar, construida sobre el lenguaje de programación Python [10].

3.5.1.2 Numpy. NumPy (Numerical Python) es una biblioteca de Python de código abierto que se utiliza en casi todos los campos de la ciencia y la ingeniería. Es el estándar universal para trabajar con datos numéricos en Python y es el núcleo de los ecosistemas científicos de Python y PyData.

NumPy se puede utilizar para realizar una amplia variedad de operaciones matemáticas en matrices. Agrega poderosas estructuras de datos a Python que garantizan cálculos eficientes con arreglos y matrices y proporciona una enorme biblioteca de funciones matemáticas de alto nivel que operan sobre estos arreglos y matrices [11].

3.5.1.3 Tkinter. Tkinter es una librería del lenguaje de programación Python y funciona para la creación y el desarrollo de aplicaciones de escritorio. Esta librería facilita el posicionamiento y desarrollo de una interfaz gráfica de escritorio con Python. Tkinter es el paquete estándar de Python para interactuar con TK [12].

4. Metodología

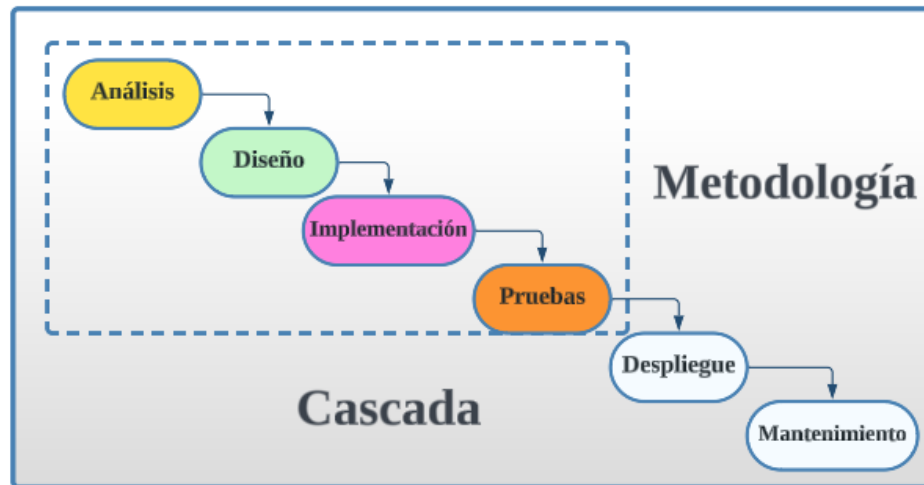
4.1 Metodología en cascada

Para el desarrollo de este proyecto es de suma importancia contar con una metodología que se adapte a todos los requerimientos necesarios. En este capítulo se da a conocer el enfoque metodológico que fue utilizado de acuerdo al análisis, los tiempos requeridos y la implementación necesaria del proyecto.

Luego de revisar todas las características y requisitos del proyecto, se determinó que la metodología en cascada es la mejor en este caso. Esta decisión surge por la necesidad de abarcar dos proyectos con una misma metodología que nos permita ir paso a paso de manera ordenada y que nos ayude a tener una mejor planificación y utilizar eficiente de los recursos.

La metodología en cascada, según Pressman (2002), se define como un modelo de desarrollo secuencial que divide el proceso de desarrollo de software en fases bien definidas, como el análisis, el diseño, la implementación, las pruebas y el mantenimiento. Cada fase debe completarse antes de avanzar a la siguiente, lo que proporciona una estructura clara y ordenada al proyecto [13].

La siguiente figura ilustra las diferentes etapas de la metodología en cascada.

Figura 2*Modelo en Cascada*

Nota. Figura creada por el autor para este documento

Dentro del contexto de este proyecto, el alcance abarca desde la etapa de análisis hasta las pruebas, como se muestra en la figura adjunta. Esto se debe a restricciones de tiempo y a ciertos permisos confidenciales que limitan la participación en las etapas restantes. El grupo de Tecnologías de Información (TI) y el grupo de Estudios de la ESSA se encargará de ejecutar las demás etapas del proyecto.

Siguiendo este enfoque se presenta las fases de la metodología en cascada utilizada en los dos proyectos que consta de cinco fases. La primera fase que se incluyó dentro de la metodología en cascada es la introducción, esto para asegurar la calidad y eficacia del proyecto en todas sus etapas de las secciones siguientes, la segunda se encarga de analizar, detectar problemas y plantear un solución en el centro de control, La tercera fase se enfoca en el diseño de mejoras de estas problemáticas a tratar, la cuarta fase se basa en la implementación de todas las herramientas necesarias para llevar a cabo las soluciones propuestas, y la quinta fase se encarga de evaluar el impacto de los cambios aplicados.

En cuanto a las actividades realizadas para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos, estas actividades se pueden evidenciar en la siguiente Tabla.

Tabla 1

Cumplimiento por objetivos

Objetivos específicos	Cumplimiento de los objetivos	Capítulo correspondiente
Diseño, análisis e Implementación de un chatbot utilizando Microsoft Power Platform (Copilot Studio, Power Automate) que permita al personal operativo iniciar y finalizar consignaciones sin necesidad de llamar al Centro de Control (CDC).	Se cumplió el objetivo mediante el diseño, desarrollo e implementación del chatbot con Microsoft Power Platform, permitiendo a los operarios gestionar consignaciones de forma autónoma.	Capítulo 5. Desarrollo del proyecto Sección 5.2 Chatbot de consignaciones locales
Análisis, diseño, desarrollo e implementación de una aplicación de escritorio utilizando Python para calcular la demanda no atendida (DNA) en el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP)	Se cumplió el objetivo realizando el análisis, diseño y desarrollo de la aplicación en Python. Esta herramienta permite calcular la demanda no atendida con los resultados esperados.	Capítulo 5. Desarrollo del proyecto Sección 5.3 Aplicación Calculo de la demanda no atendida (DNA)
Diseñar diagramas de procesos utilizando la notación BPMN en la herramienta BIZAGI para representar tanto el estado actual como el estado mejorado de los procesos a automatizar del chatbot.	Se logró el objetivo diseñando diagramas BPMN que muestran cómo era el proceso antes y cómo quedó después de implementar el chatbot. Esto ayudó a documentar y entender mejor los cambios realizados.	Capítulo 5. Desarrollo del proyecto Sección 5.2.2 Diseño
Desarrollar una guía de aplicación para el cálculo de la demanda no atendida, dirigida al equipo de estudios de la ESSA, con el fin de garantizar su correcta utilización.	Se logró el objetivo mediante el desarrollo y explicación de la guía de la aplicación que calcula la DNA a los ingenieros del equipo de operación integrada de la ESSA.	Capítulo 5. Desarrollo del proyecto Sección 5.3.3.3 Guía de aplicación para el cálculo de la demanda no atendida.

Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento.

5. Desarrollo del Proyecto

5.1 Introducción

5.1.1 Identificación de problemáticas en el equipo de Operación Integrada (OI) de la ESSA relacionadas con el módulo de consignaciones.

Se han detectado varios problemas que afectan el proceso de consignaciones. Uno de los principales es la congestión en el Centro de Control (CDC), ya que el alto número de llamadas para abrir y cerrar consignaciones es muy lento por la cantidad de operarios activos por turno y las consignaciones pendientes en el día, todo este proceso de autorización por teléfono aumenta la carga de trabajo de los técnicos, quienes deben repartir su tiempo entre estas llamadas y otras tareas más importantes.

Además, se ha notado una diferencia en el cálculo de la demanda no atendida, con valores más bajos de lo esperado en el sistema actual y el cambio del sistema a nuevas tecnologías como lo requiere la empresa, implica que esta funcionalidad no esté siempre disponible, ya que el nuevo sistema no lo trae integrado.

5.2 Chatbot de consignaciones locales

5.2.1 Análisis

5.2.1.1 Procesos de inicio y finalización de consignaciones. Es obligación de los operarios en campo registrar el inicio y el fin de las consignaciones que van a realizar. Para iniciar una consignación, el operador se comunica con el centro de control mediante una llamada, informando el tipo de trabajo y el tipo de consignación que va a atender. En el centro de control, 7 agentes están disponibles para atender las solicitudes de consignaciones a nivel Santander. Una vez que el agente recibe la llamada, confirma al operador que puede iniciar la consignación y

registre la información en el módulo compartido, lo cual permite que todo el equipo esté al tanto de quién está a cargo de cada consignación.

Para finalizar la consignación, el operador debe llamar al Centro de Control para avisar que terminó todo el trabajo. Luego, el agente confirma y actualiza el estado en el sistema, dejando todo registrado.

5.2.1.2 Entrevistas de evaluación de procesos de consignación. Se llevaron a cabo entrevistas presenciales en el Centro de Control de la ESSA, donde se discutieron en detalle los procesos de inicio y finalización de consignaciones con el personal operativo, técnicos y el jefe de Área. Estas entrevistas permitieron identificar y abordar problemas en algunas etapas del proceso.

Tabla 2

Resumen entrevistas en el centro de control

Aspecto evaluado	Descripción	Problemas identificados	Solución propuesta
Puntos críticos	Operadores iniciaban o finalizaban consignaciones sin reporte debido a la falta de respuesta a sus llamadas.	Omisión de reportes críticos. Riesgos operativos por falta de información sobre consignaciones en curso.	Implementación de un chatbot para automatizar el reporte de consignaciones.
Otros inconvenientes	Alta carga de trabajo del Centro de Control. Problemas de comunicación entre operadores y equipo de control.	Dificultad para atender llamadas de manera eficiente. Confusión en la gestión de consignaciones.	Automatización del proceso para reducir la carga de llamadas de bajo riesgo y permitir una atención eficiente.
Datos adicionales	En 2023, se gestionaron 10.486 consignaciones de los 4 tipos analizados. Tiempo de gestión promedio: 3 a 5 min por apertura/cierre.	Tiempo anual invertido: entre 1.048,6 y 1.747,6 horas solo en consignaciones. Carga significativa para los técnicos del Centro de Control.	Chatbot para manejar consignaciones estándar, liberando tiempo para tareas más críticas.

Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento

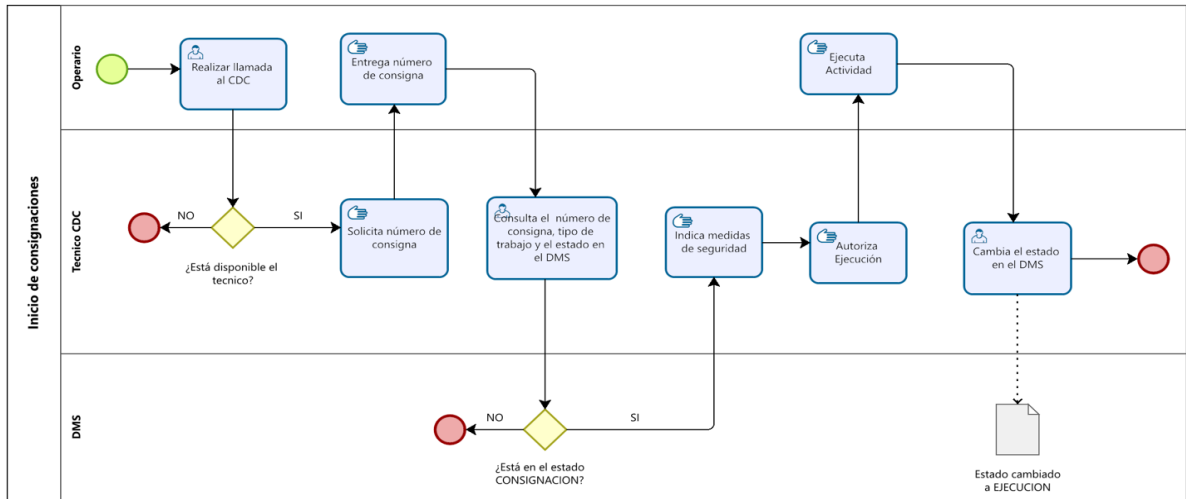
Como consecuencia de estas entrevistas, se estableció una táctica concreta para mejorar el proceso de consignaciones, en concordancia con los parámetros fijados por el equipo para automatizar y acelerar los procesos. Esta táctica implica la puesta en marcha de un chatbot para la ejecución y terminación de cuatro clases de consignaciones, lo que suprime la necesidad de comunicación por teléfono. Así, se logra disminuir la presión sobre el personal del Centro de Control, facilitándoles enfocarse en las llamadas que implican consignaciones de mucho riesgo. La estrategia fue posteriormente validada, y se harán las respectivas modificaciones adicionales en base a las recomendaciones del equipo técnico.

5.2.2 Diseño

5.2.2.1 Elaborar diagrama BPMN proceso de inicio de consignaciones estado actual

Figura 3

Modelo BPMN inicio de consignaciones en su estado actual

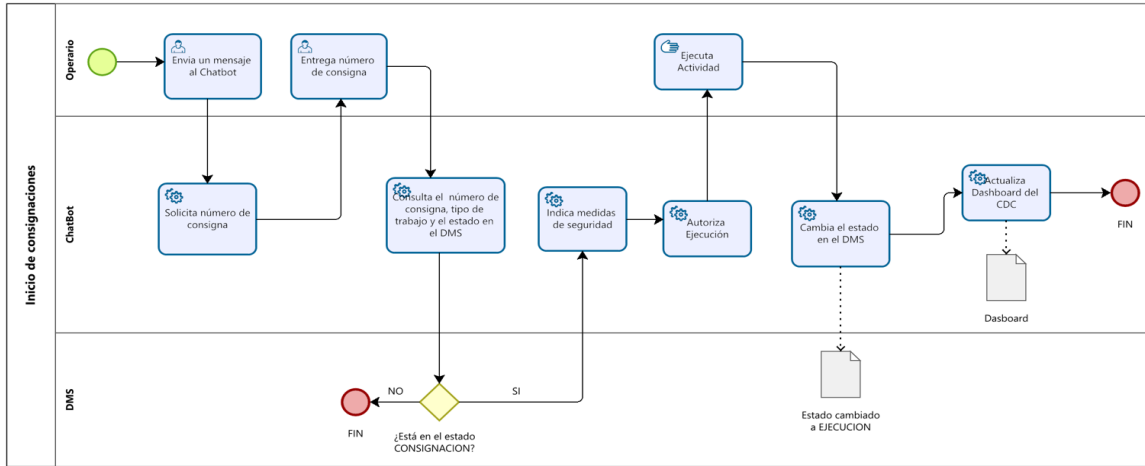


Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.2.2 Elaborar diagrama BPMN proceso de inicio de consignaciones estado deseado

Figura 4

Modelo BPMN inicio de consignaciones en su estado deseado



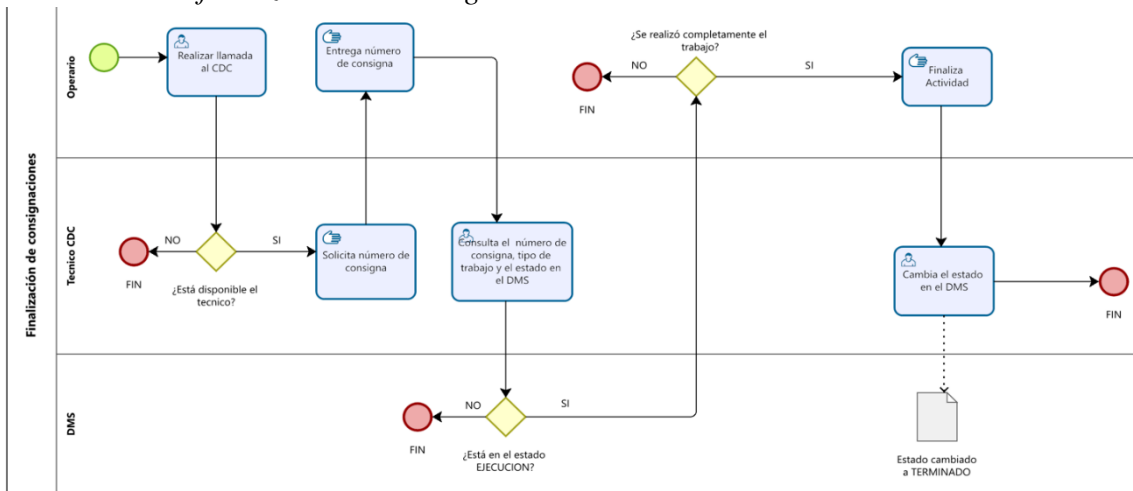
Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.2.3 Elaborar diagrama BPMN proceso de finalización de consignaciones estado actual

actual

Figura 5

Modelo BPMN finalización de consignaciones en su estado actual



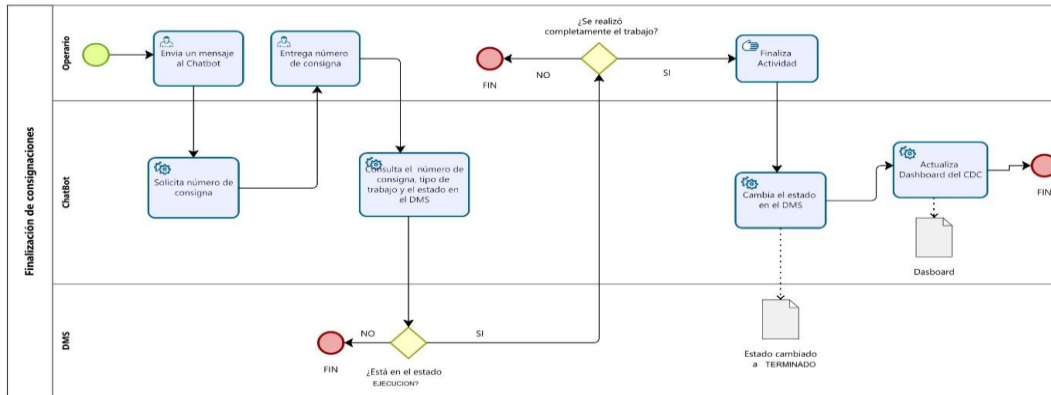
Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.2.4 Elaborar diagrama BPMN proceso de finalización de consignaciones estado

deseado

Figura 6

Modelo BPMN finalización de consignaciones en su estado deseado

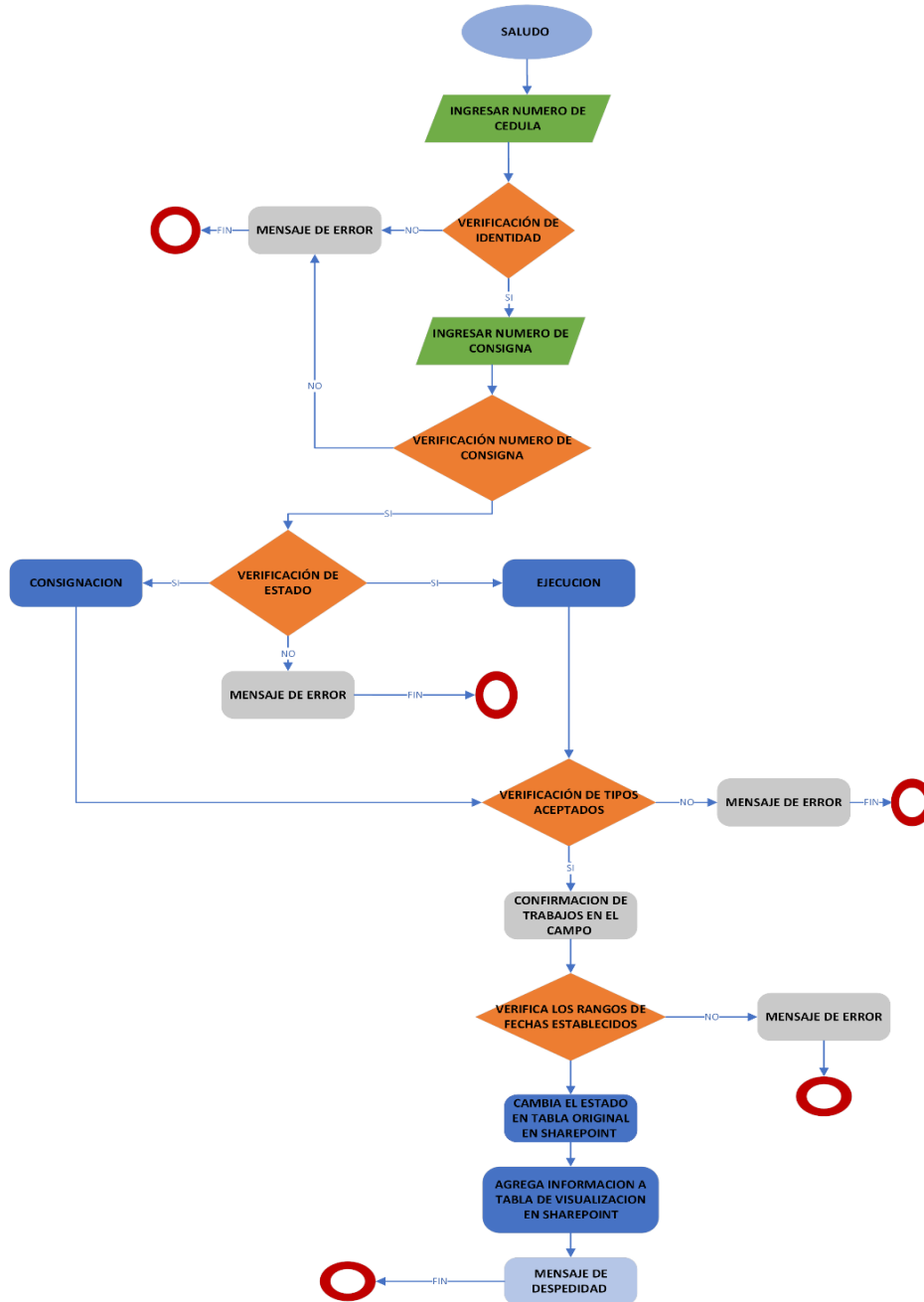


Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.2.5 Diseño de arquitectura de los flujos de conversación. En esta etapa, se abordó el diseño de la arquitectura de flujos de conversación, centrándose en la estructura y secuencia de las interacciones entre el usuario y el chatbot.

Figura 7

Diagrama de flujo de la arquitectura general del chatbot



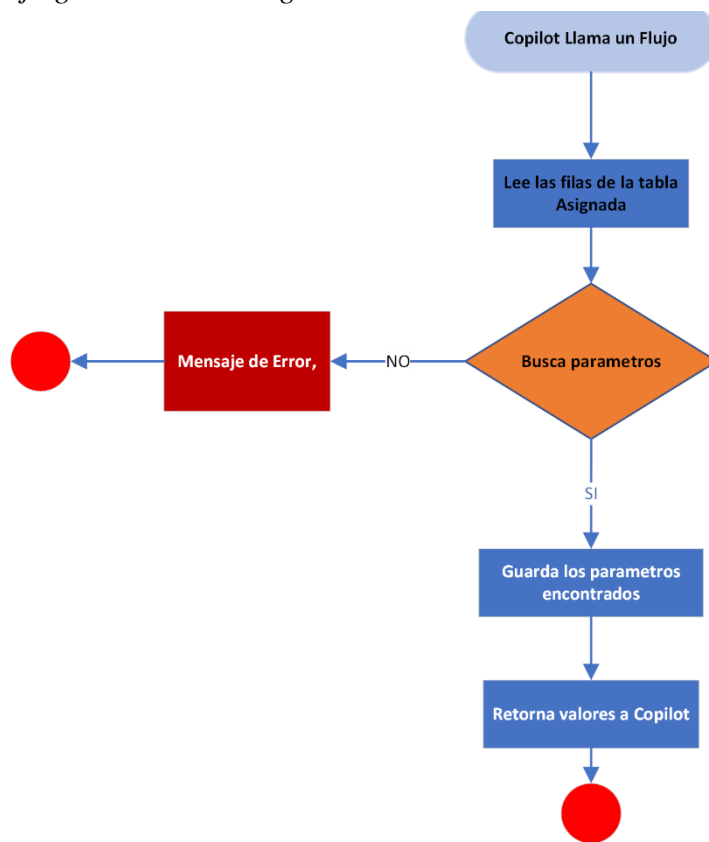
Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.2.6 Diseño de arquitectura de integración de Power Automate con SharePoint.

En esta sección se describe el diseño de cómo se conectan Power Automate y SharePoint para que el chatbot pueda funcionar correctamente. Se diseñó un sistema que permite almacenar y recuperar la información necesaria, como los datos de los usuarios y otros elementos importantes.

Figura 8

Diagrama de flujo general de la integración de Power automate con Sharepoint



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.2.7 Diseño de Interfaz de Usuario. Se diseñó una interfaz simple, que cumple con la con los lineamientos establecidos por ESSA. Se integró el chatbot en la página web brindada por el área de Tecnología de ESSA usando el enlace generado por Copilot Studio, así se asegura que el chatbot pueda funcionar de manera correcta y mantenga una coherencia visual y técnica con las herramientas corporativas.

Figura 9

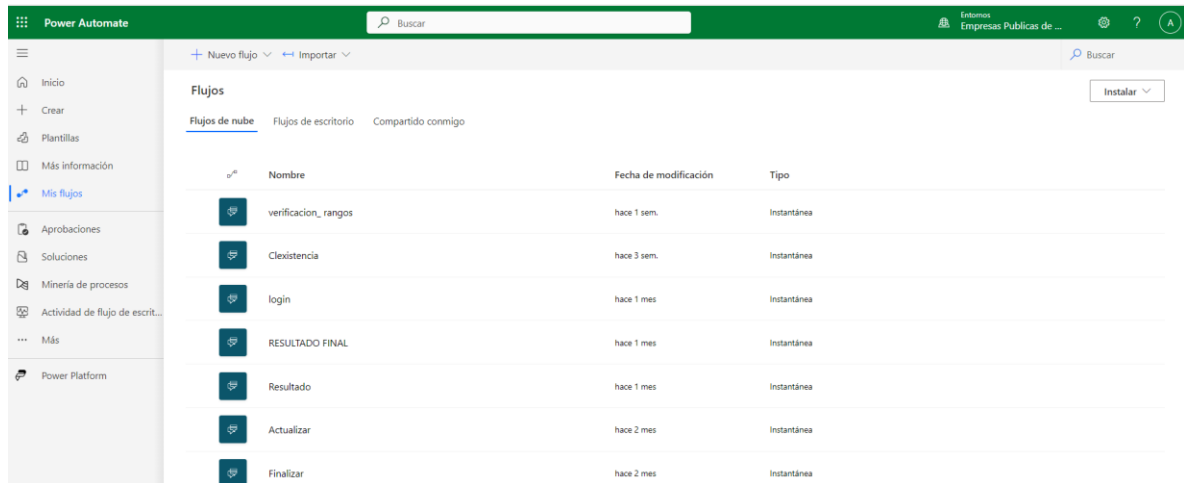
Interfaz Principal chatbot de consignaciones



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3 Implementación

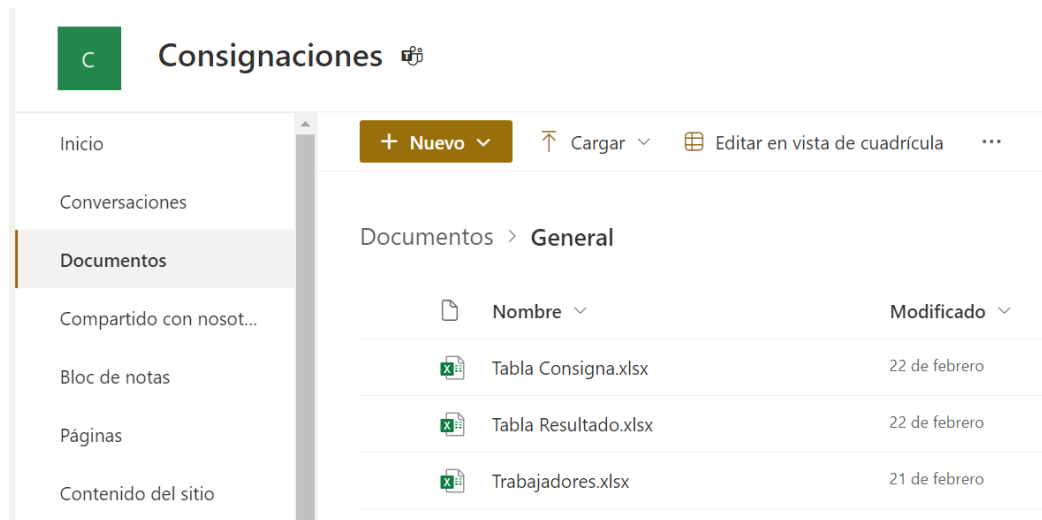
Se desarrolló el chatbot haciendo uso de flujos de automatización en Power Automate para mejorar la eficiencia operativa, los cuales fueron integrados y llamados directamente desde Copilot Studio. Además, se configuraron flujos de conversación para proporcionar una interacción fluida y natural con los usuarios. Se ajustaron los parámetros del chatbot para ofrecer respuestas precisas.

Figura 10*Chatbot de consignaciones en Copilot Studio*


The screenshot shows the Power Automate interface with a list of cloud flows. The interface includes a search bar at the top, a navigation pane on the left, and a main content area displaying a table of flows.

Flujos	Flujos de escritorio	Compartido conmigo
Nombre	Fecha de modificación	Tipo
verificacion_rangos	hace 1 sem.	Instantánea
Clexistencia	hace 3 sem.	Instantánea
login	hace 1 mes	Instantánea
RESULTADO FINAL	hace 1 mes	Instantánea
Resultado	hace 1 mes	Instantánea
Actualizar	hace 2 mes	Instantánea
Finalizar	hace 2 mes	Instantánea

Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 11*Estructura de archivos a consultar en SharePoint*


The screenshot shows the SharePoint interface for a folder named 'Consignaciones'. The interface includes a navigation pane on the left, a top bar with actions like '+ Nuevo', 'Cargar', and 'Editar en vista de cuadrícula', and a main content area displaying a list of documents.

Nombre	Modificado
Tabla Consigna.xlsx	22 de febrero
Tabla Resultado.xlsx	22 de febrero
Trabajadores.xlsx	21 de febrero

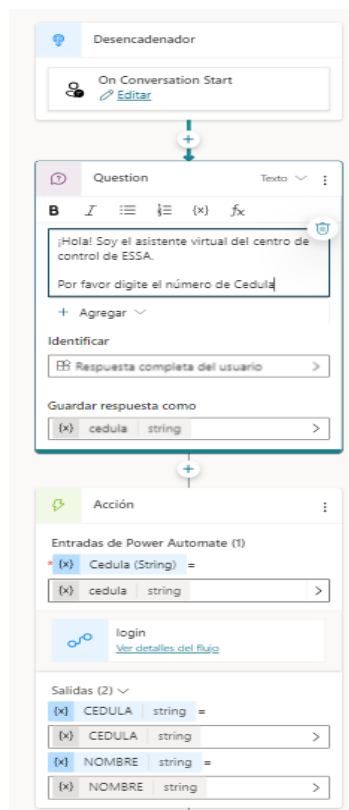
Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.1 Secuencia de ejecución. El proceso comienza cuando el usuario usa el chatbot, Copilot Studio envía la solicitud a Power Automate, que verifica si todo está en orden. Luego, Power Automate busca y actualiza la información en SharePoint, asegurando que los operadores del Centro de Control (CDC) vean los cambios al instante. Al final, el chatbot responde de forma clara según lo que la persona necesite.

5.2.3.2 Verificación de identidad. Al ingresar, se muestra un saludo generado automáticamente, seguido por un proceso de verificación de identidad del usuario a través de una acción de Power Automate llamada "Login".

Figura 12

Inicio de la conversación del chatbot en Copilot Studio



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.3 Flujo Login Power Automate. Cuando el usuario ingresa su cédula, el sistema la busca en la tabla de trabajadores y filtra los registros que coincidan. Si todo está correcto, devuelve el nombre y la cédula de la persona.

Figura 13

Login en Power Automate

Quando Power Virtual Agents llama a un flujo

Parameters Configuración Vista de código About

Cedula Escribir entrada

Enumerar las filas de una tabla

Parameters Configuración Vista de código Testing About

Ubicación *
Group - Consignaciones

Biblioteca De Documentos *
Documentos

Archivo *
/General/Trabajadores.xlsx

Tabla *
Tabla1

Parámetros avanzados
Mostrando 1 de 6 Mostrar todo Borrar todo

Consulta De Filtro
CEDULA eq: Cedula

Return value(s) to Power Virtual Agents

Parameters Configuración Vista de código About

CEDULA Salidas

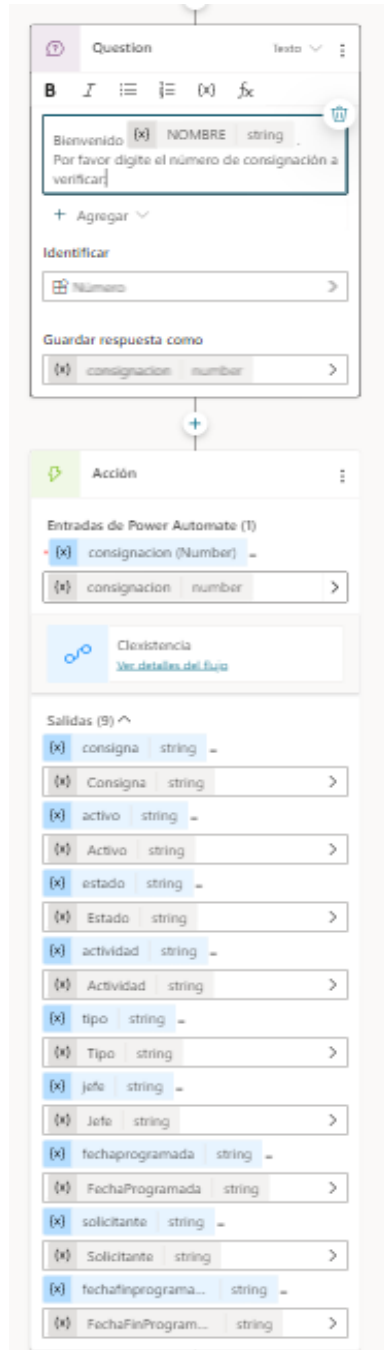
NOMBRE Salidas

Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.4 Verificación de consignación. El sistema muestra un mensaje de bienvenida y verifica la validez del número de consignación proporcionado por el usuario.

Figura 14

Validación existencia de número de consignación

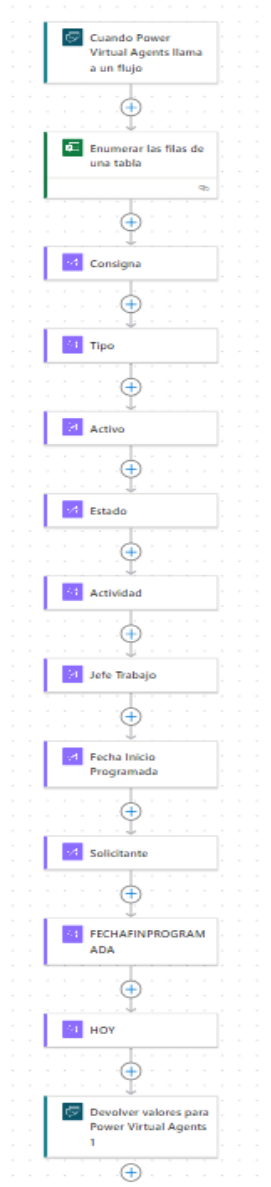


Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.5 Flujo clexistencia Power Automate. El flujo toma como entrada el número de consignación ingresado por el usuario, consulta la tabla "consigna" aplicando el filtro adecuado, almacena las variables necesarias y, en caso de ser exitoso, las devuelve a Copilot.

Figura 15

Flujo clexistencia Power Automate

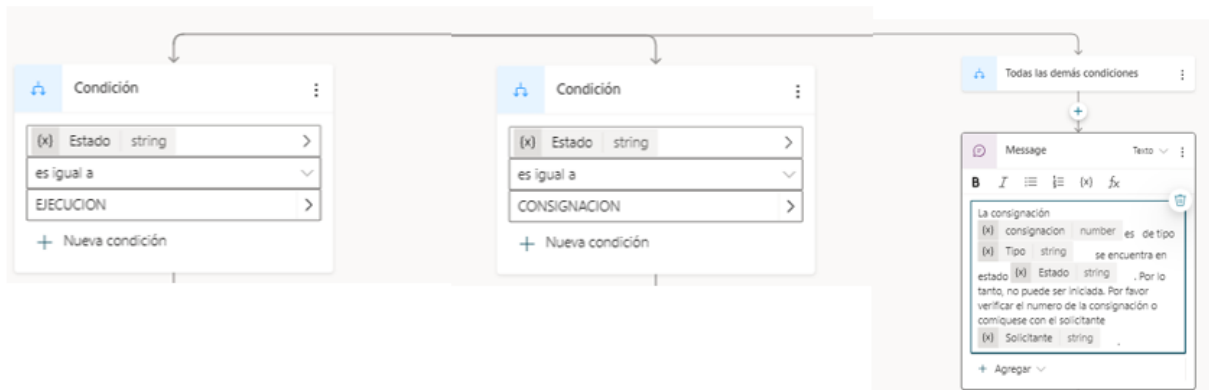


Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.6 Verificación de estados aceptados. El chat se diseñó para procesar únicamente consignaciones que se encuentren en los estados "CONSIGNACIÓN" o "EJECUCIÓN". Llegado el caso si la consignación proporcionada por el usuario se encuentra en un estado diferente, el sistema valida esta condición y genera una notificación específica. esta notificación informa al usuario que no se puede proceder con el proceso solicitado ya que el estado de la consignación no es válido para su gestión. De esta manera se puede asegurar que solo se manejen consignaciones en los estados permitidos y evita errores en la operación.

Figura 16

verificación de estados aceptados



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.7 Verificación de tipos aceptados. Después de validar el estado de la consignación, el sistema procede a verificar el tipo de consignación. Solo se permiten las siguientes cuatro categorías: PROXIMIDAD, RIESGO DE DISPARO - MT, RIESGO DE DISPARO - BT y EQUIPO FALLADO - RIESGO DE DISPARO. Si el tipo de consignación no pertenece a estas categorías, el proceso se detiene, garantizando que únicamente se gestionen consignaciones dentro de los parámetros establecidos.

Figura 17

Verificación de tipos aceptados

The image shows a configuration window titled "Condición". It contains four radio button options for logical conditions. Each option has a dropdown menu for the logical operator (e.g., "es igual a") and a dropdown menu for the variable name (e.g., "PROXIMIDAD", "RIESGO DISPARO - MT", "RIESGO DISPARO - BT", "EQUIPO FALLADO - RIESGO DE DISPAR..."). Each dropdown also shows "(x) Tipo string" and a right arrow. A "+ Nueva condición" button is at the bottom.

Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.8 Consignación en estado de “CONSIGNACIÓN”. En este caso, el sistema envía un mensaje al usuario con toda la información relacionada con la consignación y le consulta si desea proceder. Las opciones disponibles son: INICIAR AHORA, DIGITAR FECHA o NO INICIAR para finalizar la gestión. La opción seleccionada se guarda en una nueva variable llamada “TestIniciar”.

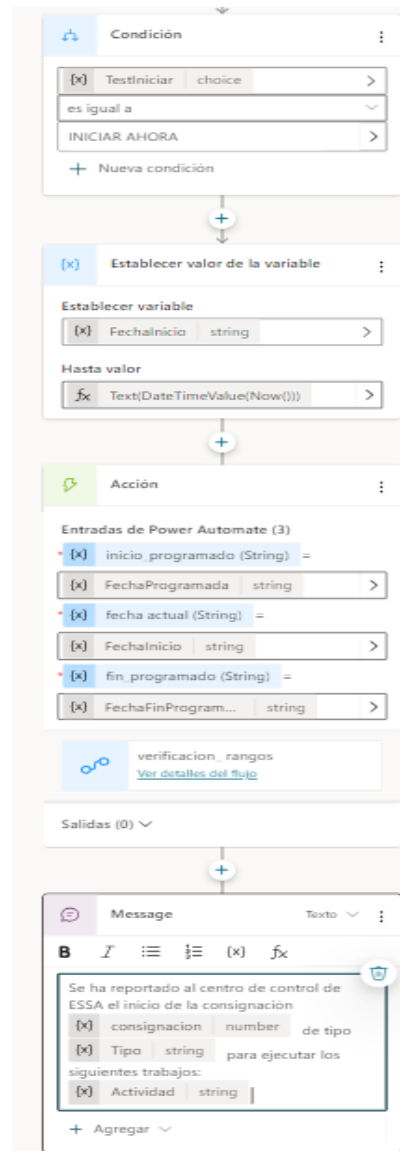
Figura 18

Consignación en estado "CONSIGNACIÓN"

The image shows a screenshot of a Power Automate interface. At the top, there is a 'Message' card with a text area containing the following text: 'La consignación número [M] con signación [M] número [M] de tipo [M] Tipo [M] string [M] sobre el activo [M] Activo [M] string [M] se encuentra en estado [M] Estado [M] string [M]'. Below this, it says 'El jefe de trabajo es [M] jefe [M] string [M] con fecha de inicio programada: [M] FechaProgramada [M] string [M]'. There is a '+ Agregar' button below the message. Below the message is a 'Question' card with the text '¿Desea iniciar a la hora actual la consignación...'. There is a '+ Agregar' button below the question. The 'Identificar' section has a dropdown menu 'Opciones de tipo test'. The 'Opciones para el usuario' section has three buttons: 'INICIAR AHORA', 'DIGITAR FECHA', and 'NO INICIAR'. There is a '+ Nueva opción' button below the buttons. The 'Guardar respuesta como' section has a dropdown menu 'Tipo de respuesta'.

Nota. Figura creada por el autor para este documento

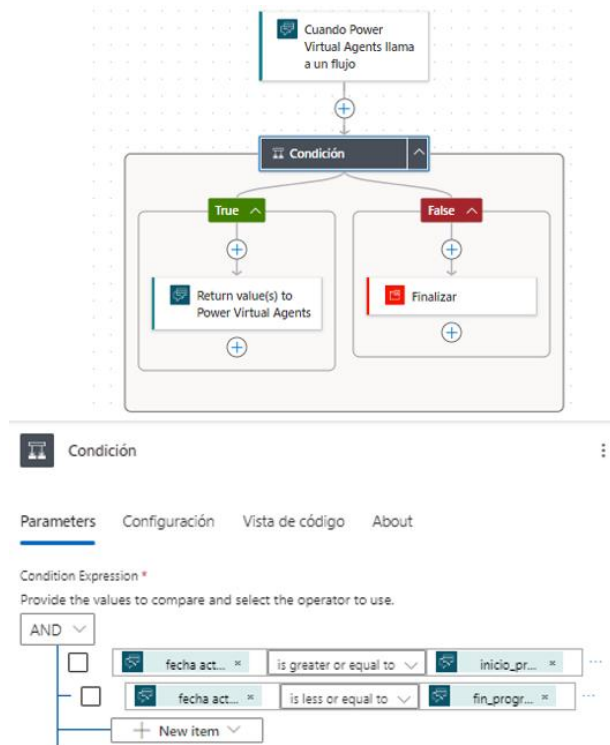
5.2.3.8.1 Iniciar ahora. Al elegir la opción “INICIAR AHORA”, el sistema registra la hora actual en la variable Fecha Inicio. después, se ejecuta una acción de Power Automate llamada “verificación rangos”, que comprueba si la fecha registrada está dentro de los rangos programados en la tabla Consigna. Si la verificación se realiza de manera exitosa, el sistema envía un mensaje al usuario explicando detalladamente el trabajo a realizar. si no es de esta manera, se proporciona un mensaje de error informando sobre la inconformidad detectada.

Figura 19*Flujo Iniciar ahora*

Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 20

Verificación de Rangos Power Automate



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.8.2 Confirmación de los trabajos. Una vez confirmados los trabajos, se activan dos flujos automatizados en Power Automate: 'Actualizar', que cambia el estado de "CONSIGNACIÓN" a "EJECUCIÓN" en la tabla Consigna aplicando el filtro por número de consignación, y 'Resultado', que agrega a la tabla Resultado los campos Usuario, Número de Consigna, Estado, Activo, Fecha y Hora Inicial.

Esta información se puede ver automáticamente en los tableros visualizados por el centro de control, brindando una vista detallada del estado de las consignaciones. Una vez completados

los procesos, el sistema envía un mensaje de confirmación indicando que la operación se realizó con éxito.

Figura 21

Flujo Actualizar en Power Automate



Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 22

Flujo Resultado en Power Automate



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.8.3 *Digitar Fecha.* Si se necesita ingresar una fecha, debe escribirse en el formato dd/mm/aaaa 00:00. Luego, el sistema verificará que la fecha sea válida y, si es correcto, el proceso continuará con la confirmación de los trabajos, siguiendo el mismo paso que en la opción INICIAR AHORA.

5.2.3.9 *Consignación en estado de “EJECUCIÓN”.* En este caso, el sistema envía un mensaje al usuario con toda la información relacionada con la consignación y le consulta si desea proceder. Las opciones disponibles son: FINALIZAR AHORA, DIGITAR FECHA o NO INICIAR para terminar la gestión. La opción seleccionada en una nueva variable llamada “testFinalizar”.

Figura 23

Consignación en estado "EJECUCIÓN"



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.9.1 Finalizar ahora. Si el usuario selecciona la opción FINALIZAR AHORA, el sistema toma la hora actual en una variable, confirma los trabajos realizados y ejecuta dos flujos de Power Automate: “Finalizar”, que actualiza el estado de EJECUCIÓN a FINALIZADO en la tabla Consigna según el número de consignación, y “Resultado final”, que agrega la fecha y hora final a la tabla Resultado utilizando el mismo filtro. Estos resultados se pueden ver en los tableros visualizados por el centro de control, agregando al proceso y enviando el mensaje final de cierre de la ejecución.

Figura 24

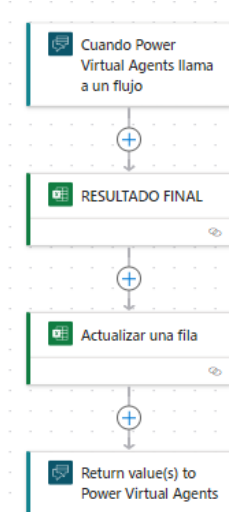
Flujo finalizar ahora



Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 25*Finalizar Power Automate*

Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 26*Resultado final Power Automate*

Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.9.2 *Digitar Fecha.* Si es necesario ingresar una fecha, debe escribirse en el formato dd/mm/aaaa 00:00. Luego, el proceso continuará con la confirmación de los trabajos, siguiendo el mismo procedimiento que en la opción Finalizar Ahora.

5.2.3.10 Al producirse un error. Si ocurre un error, el sistema lo detectará automáticamente, especialmente en las acciones gestionadas a través de Power Automate. Cuando esto suceda, se mostrará el siguiente mensaje al usuario: "Se ha producido un error en la validación. Por favor, asegúrese de que el número de documento esté registrado en la base de datos de ESSA, que el número de consignación sea correcto y que la fecha actual esté dentro del rango de fechas programadas."

Figura 27

Al producirse un error

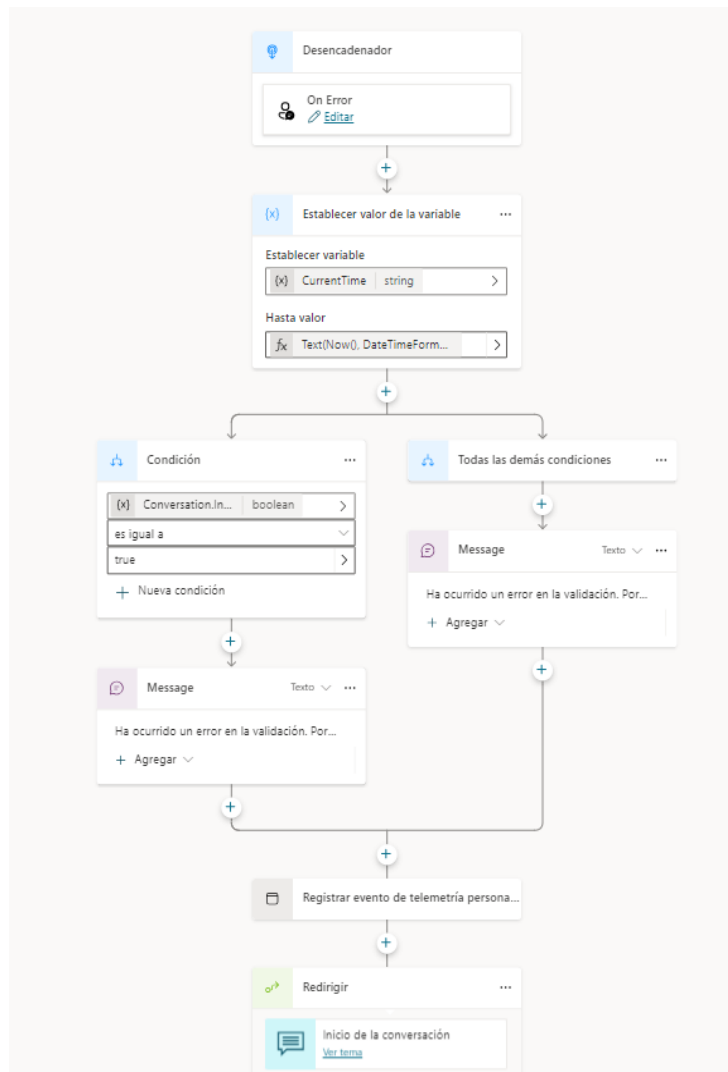
The screenshot shows the 'Temas y complementos' (Topics and connectors) section in Power Automate. A notification at the top indicates a free trial ending in 1 day. The main content area shows a list of system topics. The selected topic is 'Al producirse un error' (When an error occurs), which is triggered by 'On Error'. The description states: 'Este tema del sistema se desencadena cuando el bot encuentra un error. Cuando se utiliza el panel de cha...'. The user 'ADRIANA MARCELA CUIJA REYES' is listed as the modifier, with a timestamp of 'hace 19 días'.

Nombre	Desencadenador	Descripción	Errores	Edición	Modificado por
Al producirse un error	On Error	Este tema del sistema se desencadena cuando el bot encuentra un error. Cuando se utiliza el panel de cha...			ADRIANA MARCELA CUIJA REYES hace 19 días

Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 28

Flujo al producirse un error

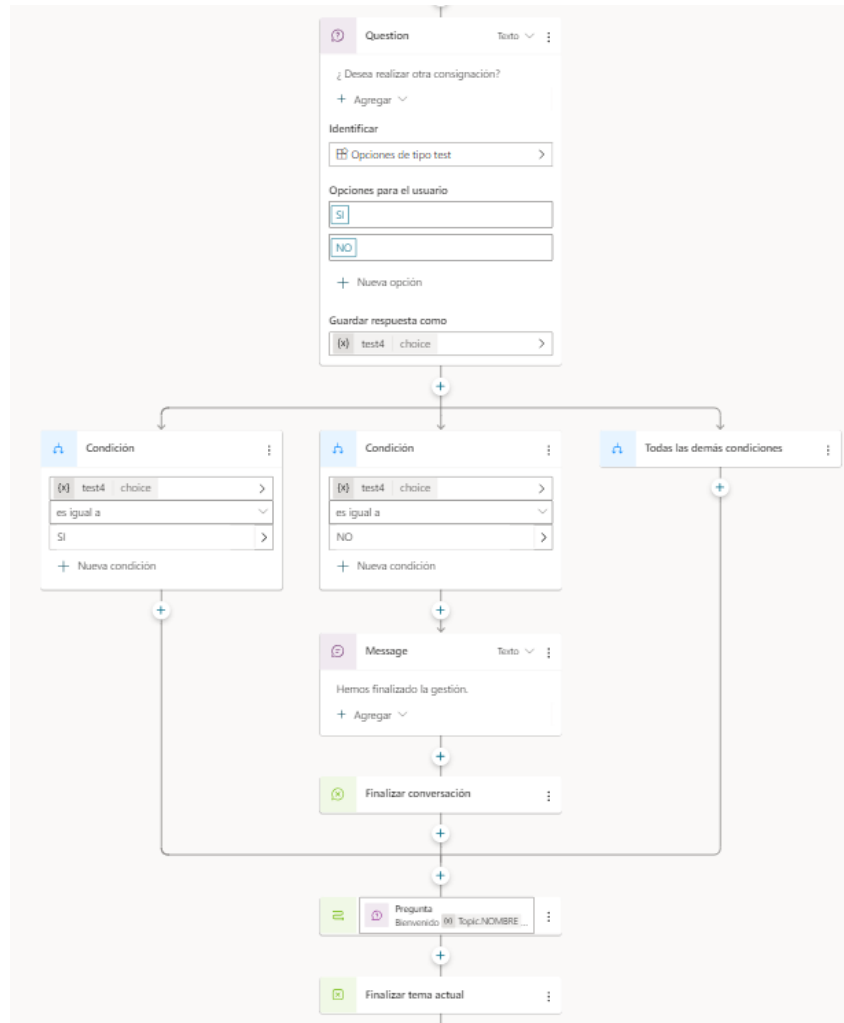


Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.3.11 Realizar otra consignación. Esta parte del flujo se activa en el momento que el usuario desea registrar una consignación diferente (nueva) a la que se encuentra en ejecución. Si el usuario confirma esta intención, el sistema lo redirige a la pregunta correspondiente para ingresar el número de consignación. De no ser el caso, se envía un mensaje notificando el cierre del proceso y se finaliza la gestión. Se destaca que esta consulta aparece en múltiples puntos dentro de la estructura interna del flujo.

Figura 29

Realizar otra consignación



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.2.4 Redacción documento TDD

El documento de diseño técnico o TDD por sus siglas en inglés, corresponde a la documentación del chatbot implementado en Copilot Studio. Este documento señala a detalle la estructura técnica del chatbot, incluidas las variables empleadas, y ha sido revisada y aprobada por el tutor empresarial. El TDD se encuentra disponible para consulta en el Apéndice A , en su carpeta correspondiente al documento.

5.2.5 Pruebas

5.2.5.1 Pruebas de Funcionalidad. Las pruebas de funcionalidad se enfocaron en garantizar que el chatbot pudiera realizar todas las funciones requeridas, brindar información relevante y responder correctamente a los usuarios. Además, se implementaron diferentes escenarios de uso para garantizar que el chatbot maneje adecuadamente las aplicaciones de los usuarios en diversas situaciones, incluyendo interacciones típicas en diversos contextos y escenarios de uso.

Tabla 3*Pruebas de funcionalidad Chatbot de consignaciones*

Escenario	Entrada	Resultado	Estado
Inicio de sesión exitoso	Cédula válida en la base de datos de trabajadores	El sistema verifica la identidad y muestra el nombre del usuario.	Aprobada
Error en el inicio de sesión	Cédula no registrada en la base de datos	El chatbot muestra un mensaje indicando que los datos no coinciden con los registros.	Aprobada
Validación del número de consignación	Número de consignación válido (CON123)	El sistema proporciona detalles de la consignación.	Aprobada
Gestión de consignaciones en estado válido	Solicitud de inicio de consignación	El chatbot permite al usuario iniciar la consignación y actualizar el estado a 'EJECUCIÓN'.	Aprobada
Manejo de errores de estado	Número de consignación en estado 'FINALIZADO'	El sistema informa al usuario que no se puede proceder.	Aprobada
Gestión de consignaciones de Tipo Válido	Tipo de consignación PROXIMIDAD	El sistema permite seguir con el proceso	Aprobada

Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento

5.2.5.2 Pruebas de integración. Se llevaron a cabo pruebas de integración para garantizar que el chatbot se integrara correctamente con las herramientas de Microsoft como Power Automate y SharePoint. Estas pruebas consistieron en verificar que la integración entre el chat y estos sistemas fuera fluida y correcta.

Tabla 4*Pruebas de integración chatbot de consignaciones*

Escenario	Entrada	Resultado esperado	Estado
Comunicación con Power Automate	Número de consignación válido (645456)	Power Automate actualiza el estado en la tabla SharePoint y devuelve una confirmación al chatbot.	Aprobado
Validación de rangos de fechas	Fecha válida dentro del rango programado (28/02/2024 10:00)	Power Automate devuelve un mensaje de confirmación indicando que la fecha es válida.	Aprobado
Acceso a datos en SharePoint	Número de consignación (876789)	Los datos correspondientes a esa consignación se muestran correctamente al usuario.	Aprobado
Notificación de errores en sistemas externos	Solicitud con datos incompletos	El sistema notifica al usuario sobre el error y sugiere acciones correctivas.	Aprobado
Validación de tipos de consignación aceptados	Tipo de consignación no aceptado	Power Automate rechaza el tipo y devuelve un mensaje indicando el error.	Aprobado

Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento

5.3 Aplicación Calculo de la demanda no atendida (DNA)

5.3.1 Análisis

5.3.1.1 Estudio del resultado actual del cálculo de DNA. Se llevó a cabo una evaluación detallada del cálculo de la Demanda No Atendida (DNA) proporcionado por el software DMS de la empresa. en el transcurso del análisis, se lograron identificar limitaciones bastante significativas en el modelo actual, que afectan de cierta manera la precisión de las estimaciones de la DNA. Estas deficiencias recalcan la necesidad de ejecutar una solución más precisa que garantice la fiabilidad de los cálculos.

Tabla 5*Análisis calculo DNA actual*

Aspecto	Descripción
Evaluación del Cálculo Actual de DNA	El cálculo actual de la DNA se basa únicamente en la carga por circuito, sin considerar la carga individual por transformador, lo que limita significativamente la precisión de las estimaciones.
Contexto y Justificación del Análisis	Un cálculo de la DNA es esencial para garantizar la confiabilidad y eficiencia del sistema eléctrico. Estimaciones inexactas pueden derivar en subutilización o sobrecarga de equipos, afectando la calidad del servicio.
Limitaciones Identificadas	El modelo actual no permite obtener una estimación precisa de la DNA, especialmente en situaciones críticas. Con el próximo cambio de herramienta tecnológica, esta funcionalidad dejará de estar disponible, lo que hace necesario desarrollar una aplicación independiente que garantice la continuidad de este cálculo crítico.
Costos y recursos	La falta de un cálculo acertado también puede resultar en la asignación inadecuada de recursos, lo que podría generar costos innecesarios por sobredimensionamiento o, por el contrario, no cubrir la demanda real de energía.

Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento

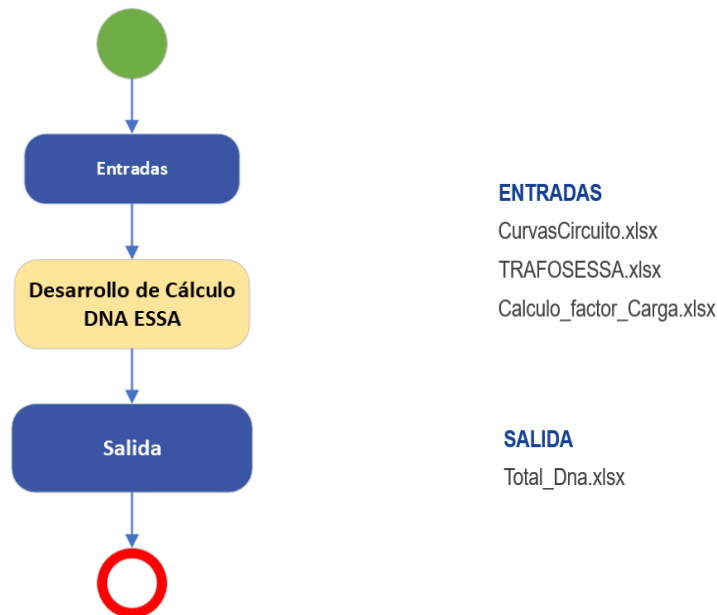
Para mejorar el cálculo de la Demanda No Atendida (DNA) y asegurar que todo siga funcionando sin problemas con el próximo cambio de tecnología, se propone desarrollar una aplicación de escritorio en Python. Esta herramienta permitirá hacer cálculos más cercanos a los esperados basados en la capacidad de carga de cada transformador de distribución, usando datos registrados en sistemas SCADA y cumpliendo con el Acuerdo CNO. La aplicación podrá usar los datos del sistema DMS actual y de la nueva herramienta, adaptándose sin problemas a los cambios. Esto no solo nos acercara a los resultados esperados, sino que también garantizará que todo siga funcionando sin complicaciones durante la transición.

5.3.2 Diseño

5.3.2.1 Diseño del Flujo de Procesos del Sistema. Se elabora el diagrama de flujo de procesos para visualizar y entender la secuencia de operaciones, así como la interacción entre los componentes del sistema. Este diagrama proporciona una representación gráfica del flujo de trabajo en la aplicación, desde la entrada de datos hasta la salida de resultados, lo que permitirá identificar posibles cuellos de botella, optimizar la eficiencia del sistema y asegurar una implementación coherente y sin problemas.

Figura 30

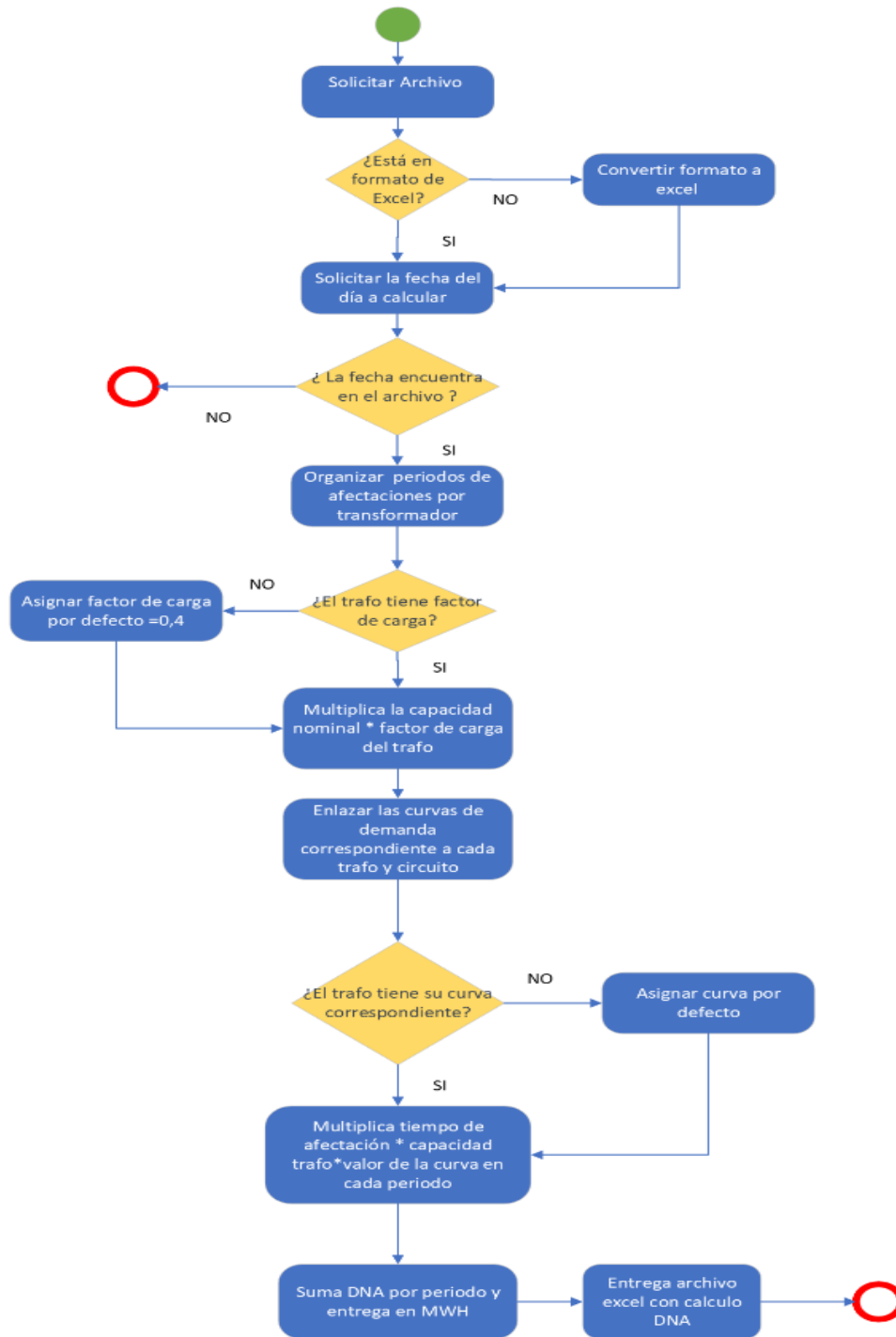
Diagrama de flujo general del cálculo del DNA



Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 31

Diagrama de flujo proceso completo del cálculo del DNA

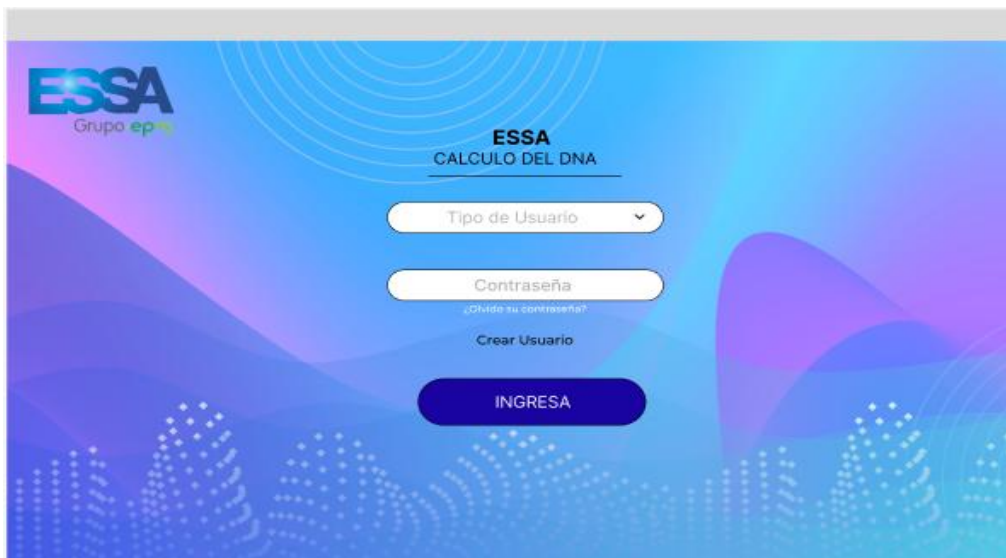


Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.3.2.2 Diseño de interfaz de usuario. En el transcurso del diseño de la interfaz de usuario para la aplicación de cálculo del DNA, se definen dos tipos de usuarios principales: Administrador y Operador. Cada uno de los dos tiene funciones específicas que responden a sus necesidades operativas. también, se añade una funcionalidad solamente para el Administrador, que permite ajustar las curvas necesarias para avalar que el cálculo del DNA se realice de manera efectiva y que esta cumpla con las normativas establecidas por ESSA. Este diseño se centró en la experiencia de usuario intuitiva y funcional.

Figura 32

Interfaz pantalla inicial, Login



Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 33

Interfaz pantalla principal para los operadores



Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 34

Interfaz pantalla principal para el administrador



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.3.3 Implementación

5.3.3.1 Desarrollo de Código e Implementación de Funcionalidades. El desarrollo del código fuente de la aplicación se hizo utilizando el lenguaje de programación Python, gracias a que demuestra una gran versatilidad y capacidades avanzadas para el procesamiento de datos. Con la implementación de las funcionalidades del proyecto, las bibliotecas pandas y numpy fueron seleccionadas, ya que son utilizadas para el análisis de grandes volúmenes de datos. Además, se empleó Tkinter, un entorno de desarrollo gráfico para la creación de interfaces gráficas de usuario (GUI). Tkinter permitió la integración de una interfaz intuitiva que facilita la interacción del usuario con el sistema, permitiendo la carga de archivos y la ejecución de los cálculos de manera accesible.

Tabla 6

<i>Función y uso principales</i>	Biblioteca	Función principal	Uso en el proyecto	<i>de las bibliotecas utilizadas en el proyecto</i>
	Pandas	Manipulación y análisis de datos	Lectura y procesamiento de archivos Excel	
	Numpy	Cálculos matemáticos y numéricos	Normalización de curvas	
	Tkinter	Creación de interfaces gráficas	Selección de archivos e interacción GUI	

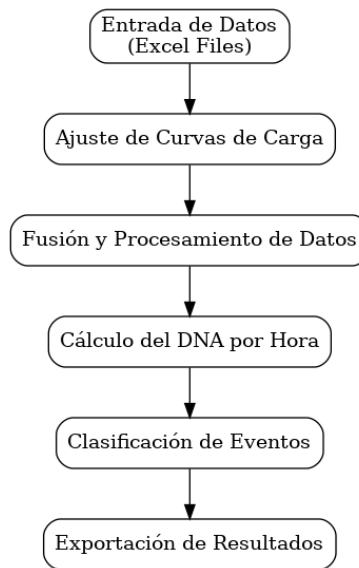
Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento

El propósito del desarrollo fue crear un sistema que permita calcular el DNA (Demanda No Atendida) utilizando datos contenidos en archivos de Excel. Estos archivos incluyen

información técnica relacionada con periodos, curvas de carga y causas de eventos, optimizando los procesos involucrados para garantizar resultados precisos y confiables.

Figura 35

Esquema del proceso del cálculo y clasificación del DNA



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.3.3.1.1 Detalles técnicos del desarrollo.

1. **Entrada de datos.** Se desarrollaron funciones para importar archivos Excel utilizando la biblioteca Pandas de Python (`pd.read_excel()`), asegurando la lectura correcta de los archivos *periodos.xlsx*, *curvas.xlsx* y *CausasEnnergis.xlsx*. Asimismo, se implementaron rutinas de limpieza de datos que eliminaron espacios innecesarios y estandarizaron la nomenclatura de las columnas mediante los métodos `str.strip()` y `.replace()`.

Además, se integró una interfaz gráfica con Tkinter, que permite al usuario seleccionar los archivos de entrada a través de cuadros de diálogo y botones. Esto facilita la carga de datos sin requerir interacción directa con el código.

Tabla 7

Listado de archivos de entrada para el sistema

Archivo	Descripción	Formato
periodos.xlsx	Datos de capacidades nominales y circuitos.	Excel
curvas.xlsx	Curvas horarias normalizadas por circuito.	Excel
CausasEnnergis.xlsx	Clasificación de eventos y causas.	Excel

Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento

2. **Ajuste de curvas de carga.** Se desarrolló una función para ajustar las curvas de carga de cada circuito y hacerlas más comparables. Lo que hice fue tomar el valor más alto de cada conjunto de 24 registros y usarlo como referencia, dividiendo cada dato de demanda por ese máximo para obtener una curva normalizada.

Los resultados obtenidos se guardan en un nuevo archivo Excel denominado **curvas.xlsx**.

Figura 36

Función ajustar curvas

```
def ajustar_curvas():
| df= pd.read_excel("CurvasCircuito.xlsx")

| #Sacar el maximo por cada grupo de 24
| maximos_por_grupo = df.groupby(df.index // 24)['P'].max()

| #crear una nueva columna con esos maximos
| df['CIRCUITO'] = df['CIRCUITO'].str.replace('-', ' ')
| df['Maximox24'] = maximos_por_grupo.repeat(24).reset_index(drop=True)

| #Division entre la columna P y el maximo
| df['Division'] = df['P']/df['Maximox24']

| # Crea un nuevo DataFrame con las columnas enumeradas del 1 al 24
| curvas_df = pd.DataFrame(columns=range(1, 25))

| # Extrae los valores únicos de la columna 'CAMPO'
| campos_unicos = df['CIRCUITO'].unique()
```

Nota. Figura creada por el autor para este documento

- 3. Procesamiento de la información.** Para asegurar que los datos estuvieran organizados y listos para su análisis, se combinaron los archivos periodos.xlsx y curvas.xlsx usando la columna CIRCUITO como punto de referencia. Esto permitió unir la información de manera precisa, asegurando que todo estuviera bien alineado para los cálculos de la Demanda No Atendida (DNA). Gracias a este proceso, se logró consolidar toda la información en un solo lugar, facilitando su uso y evitando inconsistencias.
- 4. Clasificación de eventos.** Para tener un mejor control de la información, se clasificaron los eventos en programados y no programados usando los datos del archivo CausasEnnergis.xlsx. Luego, estos resultados se combinaron con los cálculos anteriores y se aplicaron filtros según el tipo de evento. Al

final, toda la información se guardó en el archivo TOTAL_DNA_CLASIFICADO.xlsx, dejando un resumen claro y ordenado de la demanda no atendida, lo que facilita su análisis.

Figura 37

Cálculo del DNA clasificado

CLASIFICACION	FECHA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	
PROGRAMADO	2024-08-2	0	0	0	0	0	0	0.238858	0.549913	0.778681	0.591199	0.592518	0.541572	0.072568	0	0.001607	0.010497	0.170085	0	0	0	0	0	0	0	0
NO PROGRAMADO	2024-08-2	0.19702	0.17036	0.176425	0.165465	0.172134	0.207594	0.284799	0.270078	0.192438	0.30585	0.670051	0.62186	0.812319	1.286493	2.432889	1.687817	1.542378	1.181389	0.065138	0.08033	0.077016	0.080839	0.062267	0.055496	

Nota. Figura creada por el autor para este documento

En el proceso de desarrollo, se pusieron en marcha diferentes buenas prácticas de codificación para garantizar la calidad del sistema. En términos de legibilidad, se usaron nombres de variables descriptivos y se añadieron los respectivos comentarios para explicar el código con el fin de tener una fácil comprensión. El código se dividió en funciones como `ajustar_curvas()` y `calcular_dna()`, lo que hace que sea más fácil de entender, modificar y reutilizar cuando sea necesario. También se crearon controles para asegurar que solo se carguen los archivos correctos y que las columnas importantes estén en su lugar. Además, la interfaz gráfica con Tkinter permite que el usuario realice las tareas principales de forma fácil y sin complicaciones, guiándolo paso a paso para que el uso de la herramienta sea más práctico y accesible.

Tabla 8*Principales funciones utilizadas*

Función	Propósito
ajustar_curvas()	Normaliza las curvas de carga por circuito.
calcular_dna()	Calcula el DNA por hora y clasifica los eventos.
exportar_resultados() (implícita en funciones anteriores)	Genera archivos Excel con los datos procesados.

Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento

5.3.3.2 Documentación del Código. Durante la fase de documentación del código, se realizó un registro preciso que incluye descripciones claras de la funcionalidad de cada sección del desarrollo. Este proceso tiene como finalidad garantizar la comprensión y facilitar el mantenimiento del software en el futuro. La documentación suministra explicaciones sobre la estructura lógica, las funciones principales y el propósito de cada componente. Este enfoque garantiza que la información sea alcanzable y útil para futuros desarrolladores, a la vez que se mantiene la confidencialidad del código fuente. El contenido de esta documentación se puede consultar en el Apéndice D de la carpeta del documento.

5.3.3.3 Guía de aplicación para el cálculo de la demanda no atendida. Se realizó una guía de aplicación dirigida al equipo de estudios de ESSA, con el fin de brindar facilidad en el uso adecuado del cálculo de la demanda no atendida. Esta guía concede instrucciones detalladas sobre

cómo utilizar la herramienta de manera efectiva, asegurando que el equipo aproveche al máximo todas sus funcionalidades.

5.3.3.3.1 *Condiciones a tener en cuenta.*

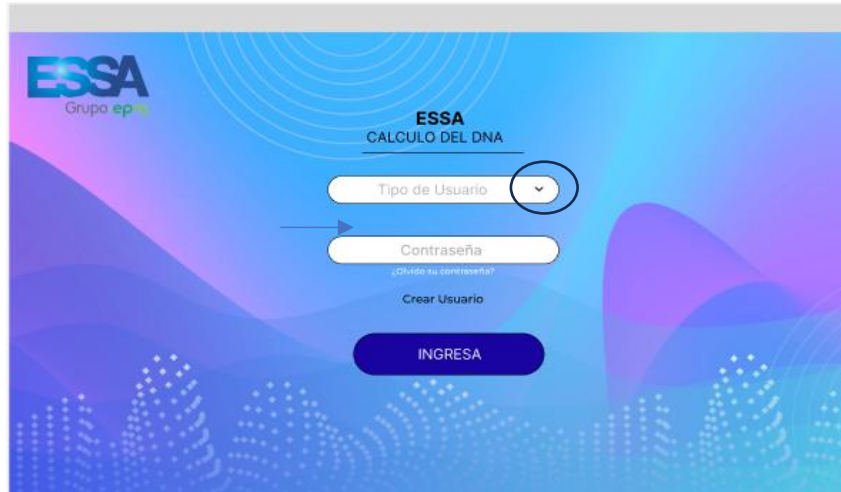
- 1. Nombre de la carpeta.** La carpeta debe llamarse CALCULAR_DNA.
- 2. Archivos de Excel.** Los archivos de Excel dentro de la carpeta no deben ser eliminados, ya que son esenciales para el funcionamiento de la herramienta.
- 3. Formato permitido.** Solo se permiten archivos en formato Excel o CSV.
- 4. Cálculo por día.** La herramienta realiza el cálculo únicamente para un solo día.
- 5. Rango de fechas.** La fecha ingresada debe encontrarse dentro del rango de fechas disponibles en los archivos.
- 6. Archivos generados.** Los archivos descargados se sobrescriben con nombres únicos: Total_Dna.xlsx y TOTAL_DNA_CLASIFICADO.xlsx.

5.3.3.3.2 *Proceso para realizar el cálculo del DNA*

- 1. Inicio de sesión.** Seleccione el tipo de usuario e inicie sesión con la contraseña establecida.

Figura 38

Guía DNA inicio de sesión



Nota. Figura creada por el autor para este documento

2. Selección de archivo. Elija el tipo de archivo que desea cargar en la herramienta que necesite trabajar.

Figura 39

Guía DNA seleccionar cargar archivo

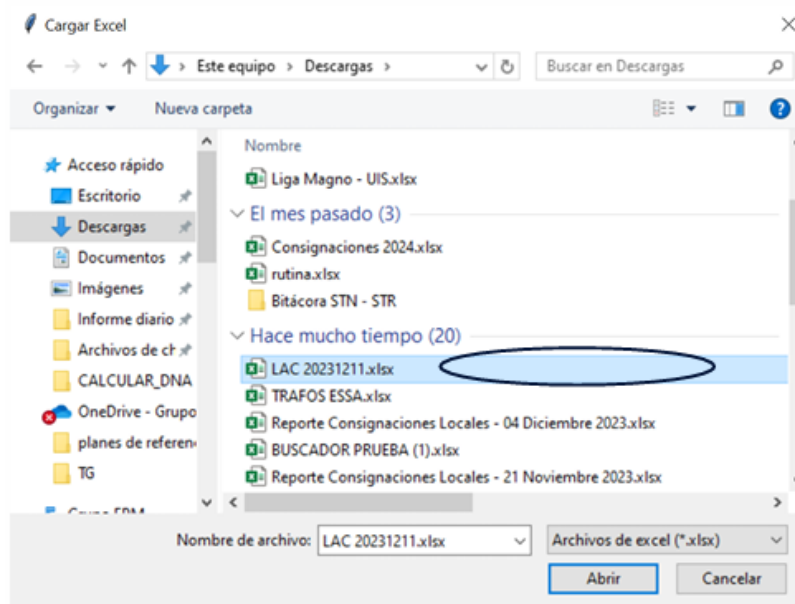


Nota. Figura creada por el autor para este documento

Ubique y seleccione el archivo en la carpeta correspondiente de su equipo.

Figura 40

Guía DNA archivo a seleccionar



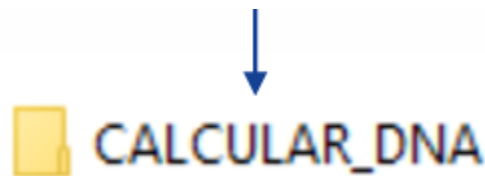
Nota. Figura creada por el autor para este documento

3. Guardar archivo. Guarde el archivo en la carpeta "Calcular DNA".

Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 41

Guía DNA Carpeta de almacenamiento calcular DNA

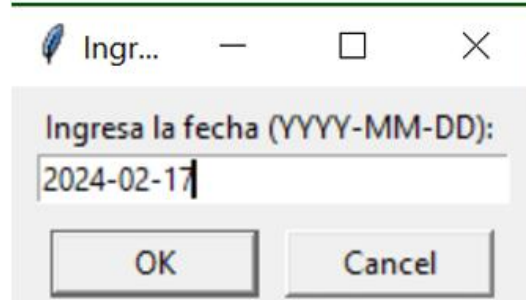


Nota. Figura creada por el autor para este documento

4. Ingreso de fecha. Introduzca la fecha correspondiente al día que desea calcular.

Figura 42

Guía DNA formato fecha aceptado



Nota. Figura creada por el autor para este documento

5. Cálculo del DNA. Hacer clic en el botón "Calcular DNA".**Figura 43**

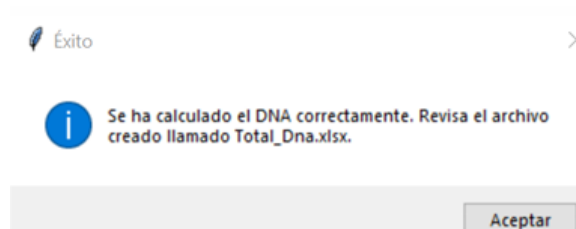
Guía DNA Botón calcular DNA de la herramienta seleccionada



Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 44

Guía DNA mensaje de éxito cálculo realizado



Nota. Figura creada por el autor para este documento

Si se realiza mediante SP7, siga el mismo proceso, pero utilizando los botones que estén marcados con SP7.

Figura 45

Calculo del DNA en las 24 horas durante un día

Codabre vnc	FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
MC-Santander	2024-02	1.9098	1.771	2.575	2.6499	3.887	8.8874	9.331	8.0065	8.6342	9.569	10.088	8.944	8.414	8.032	7.9936	8.1043	3.7515	0.0646	0.0527	0.3878	0.9202	2.2014	0.9037	0.7682

Nota. Figura creada por el autor para este documento

5.3.3.3 Escenarios de error

1. **No guardar el archivo en la carpeta "CALCULAR_DNA".** Si el archivo no se guarda en la carpeta designada, el programa mostrará un mensaje de error.
2. **Formato incorrecto de la fecha.** Si la fecha no se escribe en el formato correcto **AAAA-MM-DD**, se generará un error.
3. **Fecha no encontrada en el archivo.** Si la fecha del día a calcular no se encuentra en el archivo seleccionado, el programa notificará un error.
4. **Modificación o eliminación de archivos originales.** Si alguno de los archivos originales dentro de la carpeta es borrado o movido, el sistema no podrá continuar con el cálculo.

5.3.4 Pruebas

5.3.4.1 Pruebas Unitarias. Se realizaron pruebas a nivel de componente para verificar el correcto funcionamiento de cada función y método implementado en el cálculo de la demanda no atendida. Se crearon casos de prueba que cubren posibles escenarios, asegurando que cada unidad de código muestre los resultados esperados

Tabla 9*Pruebas unitarias cálculo del DNA*

Escenario de Prueba	Parámetros de Entrada	Resultado Esperado	Estado
Calcular demanda para un día específico sin datos faltantes	Fecha: 2024-12-15, Datos: completos y correctos	Demanda calculada correctamente, sin errores	Aprobada
Ingresar una fecha en formato incorrecto (DD-MM-AAAA)	Fecha: 15-12-2024	Mostrar mensaje de error indicando formato incorrecto	Aprobada
Ingresar una fecha en formato correcto (AAAA-MM-DD)	Fecha: 2024-12-15	Aceptar la fecha sin error	Aprobada
Subir archivo con datos incompletos	Archivo: 'datos_incompletos.csv'	Mostrar mensaje de advertencia sobre datos faltantes	Aprobada
Subir archivo completo	Archivo: 'datos_completos.csv'	Procesar el archivo y generar los resultados correctos	Aprobada
Guardar archivo en ubicación correcta	Ubicación: 'CALCULAR_DNA', Nombre: 'resultado_15_12_2024.csv'	Archivo guardado en la carpeta 'CALCULAR_DNA'	Aprobada
Intentar guardar archivo con nombre duplicado	Ubicación: 'CALCULAR_DNA', Nombre: 'resultado_duplicado.csv'	Mostrar mensaje de advertencia sobre nombre duplicado	Aprobada
Verificar fecha fuera del rango de fechas (FECHAINICIAL: 28/02/2024 09:08:45 a FECHAFINAL: 29/02/2024 17:33:15)	Fecha: 01/03/2024 12:00:00	Mostrar mensaje de error indicando que la fecha está fuera del rango	Aprobada
Calcular demanda con valores extremos (ej. 0, 99999)	Fecha: 2024-12-15, Datos: 0 y 99999 en algunos campos	Generar demanda sin errores y dentro de rangos válidos	Aprobada


Nota. Tabla elaborada por el autor. Creada para este documento

5.3.4.2 Análisis comparativo de los resultados del DNA. se lleva a cabo un estudio para comparar los cálculos de la demanda no atendida (DNA) obtenidos con la nueva aplicación y los generados por el sistema DMS que la empresa usa actualmente. El objetivo era encontrar las diferencias y evaluar qué tan efectiva es la nueva herramienta en comparación con el sistema actual.

Los resultados mostraron que, en un solo día, la nueva aplicación calculó una DNA de 16.35 MW-h, mientras que el sistema vigente solo registró 1.04 MW-h. Esta diferencia sugiere que la nueva herramienta tiene una mejor capacidad para identificar tanto eventos programados como inesperados, ofreciendo un análisis con mas detalle. Ahora, es clave validar estas diferencias para asegurarnos de que la herramienta se ajuste a los estándares y necesidades de la empresa.

Figura 46

Informe del cálculo del DNA actual

ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.												 ESSA		
INFORME DIARIO DE LA DEMANDA NO ATENDIDA MW-h												Grupo-epm <small>siempre adelante</small>		
INFORME PARA EL DIA												28-agosto-2024		
<small>Nota: Los eventos sin causa se han tomado como no programados</small>														
PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
PROGRAMADA(MW-H)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.06		
NO-PROGRMDA(MW-H)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
PERIODO	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
PROGRAMADA(MW-H)	0.01	0.07	0.10	0.18	0.03	0.01	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02		
NO-PROGRMDA(MW-H)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

	MW-H
DNA PROGRAMADA	1.04
DNA NO PROGRAMADA	0.00
DNA TOTAL	1.04

Nota. Figura creada por el autor para este documento

Figura 47*Informe cálculo del DNA con herramienta en Python*

ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.

INFORME DIARIO DE LA DEMANDA NO ATENDIDA MWh

INFORME PARA EL DIA 28-agosto-2024

Nota: Los eventos sin causa se han tomado como no programados

CLASIFICACION	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
PROGRAMADO	0	0	0	0	0	0	0.2389	0.5499	0.7787	0.5912	0.5925	0.5416
NO PROGRAMADO	0.197	0.170360195	0.1764	0.1655	0.1721	0.2076	0.2848	0.2701	0.1924	0.3058	0.6701	0.6219

CLASIFICACION	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24
PROGRAMADO	0.0726	0	0.0016	0.0105	0.1701	0	0	0	0	0	0	0
NO PROGRAMADO	0.8123	1.286493424	2.4329	1.6878	1.5424	1.1814	0.0651	0.0803	0.077	0.0808	0.0623	0.0555

	MW-H
DNA PROGRAMADA	3.55
DNA NO PROGRAMADA	12.80
DNA TOTAL	16.35

Nota. Figura creada por el autor para este documento

6. Conclusiones

Se lograron desarrollar con éxito dos soluciones tecnológicas que serán de gran ayuda para el centro de control de la ESSA: un chatbot automatizado para gestionar consignaciones y una aplicación de escritorio en Python para calcular la Demanda No Atendida (DNA). Las dos herramientas fueron creadas pensando en mejorar la eficiencia operativa, optimizar el uso de recursos y garantizar la continuidad de procesos en la empresa.

Gracias al desarrollo del chatbot, se ha logrado reducir la carga de trabajo del personal del centro de control, ya que ya no es necesario hacer llamadas directas para gestionar algunos tipos de consignaciones. Esto les permite enfocarse en los casos de mayor riesgo y mejorar la eficiencia en general. Esta solución, desarrollada como parte de la estrategia de automatización, no solo agiliza la atención, sino que también mejora la experiencia de los operarios del CDC y reduce errores, haciendo que todo el proceso sea más claro y efectivo.

Para el cálculo de la Demanda No Atendida (DNA), desarrollamos una herramienta que refleja la realidad operativa y de manera eficiente supera las limitaciones del sistema anterior. Esta nueva aplicación, creada en Python con una interfaz intuitiva, estima la DNA considerando los factores de carga por transformador de distribución. Además de garantizar cálculos fiables, nos asegura la continuidad de la información con el cambio a nuevas tecnologías y facilita una mejor toma de decisiones operativas.

El proyecto no solo cumplió con sus objetivos, sino que también marcó un paso importante en la automatización de procesos dentro del grupo de operación integrada, abriendo la puerta a futuras mejoras en ESSA. Las soluciones implementadas no solo resuelven las necesidades actuales, sino que también están diseñadas para crecer y adaptarse a los cambios tecnológicos que vengan.

El proyecto se desarrolló como parte de una práctica empresarial realizada en la Electrificadora de Santander, durante la cual se adquirieron nuevas habilidades, como el manejo de las herramientas empresariales de Microsoft Power Platform (Power BI, Power Automate, Copilot Studio). Además, esta experiencia fue muy enriquecedora ya se realizó un trabajo con profesionales de diferentes áreas, en donde se pudo conocer a fondo procesos empresariales y entender como desde la ingeniería de sistemas es posible aportar soluciones que ayuden a optimizarlos.

Todo esto fue realmente un reto muy grande, ya que implicó aprender y profundizar conceptos fuera del área de estudio en curso, en este caso fue la electricidad, todo esto para poder entender el propósito del negocio y así proponer ideas para ayudar a solucionar los problemas presentados, esto fue posible gracias a la capacidad de análisis, resolución de problemas y pensamiento lógico desarrollados durante el proceso de formación en la Universidad.

7. Recomendaciones

Algunas recomendaciones a tener en cuenta en los procesos desarrollados son:

Para asegurar el buen funcionamiento del chatbot, es importante realizar un monitoreo constante de la herramienta, en caso de que se presente algún error se puedan corregir en su momento, es necesario mantenerlo actualizado, mejorando sus respuestas y funciones a medida que vaya cambiando las necesidades del centro de control.

Además, vale la pena considerar la ampliación de sus capacidades para responder consultas sobre otros procesos o servicios dentro de ESSA, lo que permitiría hacerlo más versátil y útil en distintas áreas de la organización.

En base al cálculo del DNA, se recomienda capacitar al equipo que se carga del uso de la herramienta para que puedan interpretar adecuadamente los resultados y actuar de manera efectiva según los datos obtenidos. La capacitación tiene que abarcar aspectos clave sobre el mantenimiento y la actualización de la herramienta para certificar un buen funcionamiento con el paso del tiempo.

Además, es fundamental llevar a cabo análisis periódicos para estimar su impacto en los procesos operativos y la eficiencia de la empresa. Estos análisis deben comparar los resultados con los estándares de la industria y medir el retorno de inversión (ROI), lo que ayudará a corregir y mejorar la herramienta según sea necesario.

Referencias Bibliográficas

BIQQL B.V. (2024, 6 de febrero). Microsoft Power Platform. <https://biqql.com/power-platform/>

[4]

Iaanw. (2024, 2 de enero). Introducción - Microsoft Copilot Studio. Microsoft Learn.

<https://learn.microsoft.com/es-es/microsoft-copilot-studio/fundamentals-what-is-copilot-studio> [5]

KeepCoding, R. (2023, 4 de diciembre). ¿Qué es Tkinter? | KeepCoding Bootcamps.

<https://keepcoding.io/blog/que-es-tkinter/#:~:text=Tkinter%20es%20una%20librer%C3%ADa%20del%20lenguaje%20de%20programaci%C3%B3n,paquete%20est%C3%A1ndar%20de%20Python%20para%20interactuar%20con%20Tk> [12]

NumPy: the absolute basics for beginners — NumPy v1.26 Manual. (s. f.).

https://numpy.org/doc/stable/user/absolute_beginners.html [11]

Pandas - Python Data Analysis Library. (s. f.). <https://pandas.pydata.org/> [10]

Pressman, R. S. (2002). Ingeniería del software: un enfoque práctico (5a ed.). McGraw-Hill. [13]

Power Automate: ejemplos y usos comunes. (s. f.). [https://www.arbentia.com/blog/power-](https://www.arbentia.com/blog/power-automateejemplos-usos-comunes/)

[automateejemplos-usos-comunes/](https://www.arbentia.com/blog/power-automateejemplos-usos-comunes/) [6]

¿Qué es la automatización de procesos? (s. f.). <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-isprocess-automation> [2]

¿Qué es un chatbot? | IBM. (s. f.). <https://www.ibm.com/es-es/topics/chatbots> [3]

¿Qué es Power BI? (s. f.). <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/que-es-powerbi.html> [7]

¿Qué es Python? - Explicación del lenguaje Python - AWS. (s. f.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/> [9]

¿Qué es SharePoint Online? (s. f.). <https://support.microsoft.com/es-es/office/-qu%C3%A9-es-sharepoint-97b915e6-651b-43b2-827d-fb25777f446f> [8]

Vanner, C. (2022). ¿Qué es la mejora de procesos? Metodologías para ayudar a su empresa. Sitio de Bizagi. <https://www.bizagi.com/es/contents/Blog/ES/mejora-de-procesos-paraempresa.html> [1]

¿Qué es una API? - Explicación de interfaz de programación de aplicaciones - AWS. (s. f.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/what-is/api/> [14]

Quienes somos | Consejo nacional de operación del sector eléctrico CNO. (s. f.).

<https://www.cno.org.co/content/quienes-somos> [15]

Consejo Nacional de Operación. (2013). *Anexo al acuerdo 1303: Por el cual se aprueban las modificaciones al reglamento interno del Consejo Nacional de Operación.*

https://cnostatic.s3.amazonaws.com/cnopublic/archivosAdjuntos/anexos_acuerdo1303.pdf [16]

¿Qué es un chatbot? (s. f.). <https://www.oracle.com/co/chatbots/what-is-a-chatbot/> [17]

Sistema de gestión de distribución | SCADA | DMS | OMS | Software ADMS | ETAP. (s. f.).

Default. <https://etap.com/es/packages/distribution-management-system> [18]

¿Qué es el factor de carga? (2016, 16 febrero). ENSA. [https://www.ensa.com.pa/preguntas-](https://www.ensa.com.pa/preguntas-frecuentes/medidor/que-es-el-factor-de-carga)

[frecuentes/medidor/que-es-el-factor-de-carga](https://www.ensa.com.pa/preguntas-frecuentes/medidor/que-es-el-factor-de-carga) [19]

Admin. (2022, 13 octubre). *¿Qué es un sistema SCADA? Información completa.* AUTEXOPEN.

<https://www.autex-open.com/automatizacion-industrial/que-es-un-sistema-scada-informacion-completa/> [20]

HeatherOrt. (s. f.). *¿Qué es Power Automate? - Power Automate.* Microsoft Learn.

<https://learn.microsoft.com/es-es/power-automate/flow-types> [21]

Jiménez, P. (2025, 14 enero). Copilot Studio: ¿qué es y cuáles son sus funcionalidades? |

ARBENTIA. ARBENTIA. <https://www.arbentia.com/microsoft-power-platform/copilot-studio/> [22]

Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, Avance Jurídico Casa Editorial S.A.S.

(s. f.-c). Alejandría - ee_14. © Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, Avance Jurídico Casa Editorial S.A.S.

https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/ee_14.htm [23]