

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

Implementación de un Sistema de Visualización de Información Histórica  
para la Mejora de la Toma de Decisiones en el Área de Reducción y Control de Energía  
de la Empresa ESSA.

Daniel Ricardo Tavera Camacho

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero de Sistemas

Director

Henry Andrés Jiménez Herrera

Máster en Ingeniería de Sistemas e Informática

Tutor

Eddison Yesid Martínez Rangel

Profesional 3 SGX

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fiscomecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Ingeniería de Sistemas

Bucaramanga

2025

**Dedicatoria**

*Dedico este trabajo a mi madre, quien quizás ha sido una de las personas más interesadas en que lo terminara, pero también una de las que más me apoyó a cumplir con este objetivo. Aunque en ocasiones le dije que no era lo más importante para mí, saber que esto también representa su esfuerzo me hizo valorarlo aún más.*

*Gracias por tu amor incondicional y por creer en mí. Te quiero mucho, mamá.*

### **Agradecimientos**

*Este trabajo es el resultado de una actitud constante de aprendizaje y escucha. Agradezco profundamente a todas las personas en la empresa que actuaron como mentores, compartiendo sus conocimientos con paciencia y disposición. Su actitud generosa al explicar temas que inicialmente desconocía fue fundamental para mi crecimiento.*

*También expreso mi gratitud a mi director, por su gran carisma para enseñar, y cuyas recomendaciones durante la práctica me ayudaron a solucionar retos del momento. Tomaré algunos consejos para los retos profesionales que vendrán más adelante.*

*A mi familia, gracias por ser una fuente constante de motivación y apoyo. Sus consejos y los espacios para compartir me ayudaron a recuperar el ánimo y seguir adelante con entusiasmo.*

*Quiero reconocer además mi propio esfuerzo: el haber intentado hacer este trabajo con pasión, y con la intención de hacer impacto positivo en las personas que se benefician de este trabajo. También a mi mascota, que con su compañía y ocurrencias me sacó más de una sonrisa durante este proceso.*

*Gracias a Dios y a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a este trabajo, incluso si no las menciono directamente. ¡Gracias!*

**Contenido**

Introducción .....	14
1. Análisis del Proceso de Facturación .....	16
1.1 Problemáticas Presentes.....	18
1.1.1 Monitoreo del presupuesto Ejecutado.....	18
1.1.2 Calidad de los Datos .....	19
1.1.3 Tareas Repetitivas.....	19
1.1.4 Actualización de Códigos de Validación.....	20
2. Objetivos.....	21
2.1 Objetivo General.....	21
2.2 Objetivos Específicos.....	21
3 Marco de Referencia .....	22
3.1 Gestión Eficiente de la Información .....	22
3.2 Métodos de Almacenamiento Eficientes .....	24
3.3 Inteligencia de Negocios y Visualización de Datos.....	27
3.3.1 Sistemas para Visualización de Información.....	28
3.4 Automatización de Procesos .....	30
4. Metodología .....	32
4.1 Diseño e implementación del sistema.....	32
4.2 Modificación y automatización mediante código en Python.....	34
5. Análisis y Diseño del Sistema.....	36
5.1 Diseño de la Arquitectura .....	36
5.2 Procesos Rutinarios.....	39

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

6. Integración y Migración de la Información .....	40
6.1 Análisis y Diseño .....	40
6.1.1 Requerimientos .....	40
6.1.2 Estado de la Información a Migrar .....	41
6.1.3 Volumen de la Información .....	43
6.1.4 Modelo de Datos .....	45
6.2 Implementación.....	47
6.2.1 Transformación .....	47
6.2.2 Implementación de la Base de Datos .....	49
6.2.3 Población de la Base de Datos .....	50
6.2.4 Interfaz para Carga de Datos.....	52
6.3 Pruebas y Resultados .....	54
7. Reporte de Seguimiento Presupuestal.....	58
7.1 Análisis y Diseño .....	58
7.1.1 Fuente de Datos.....	58
7.1.2 Requerimientos .....	59
7.1.3 Cálculo de Métricas .....	60
7.2 Implementación.....	61
7.2.1 Estructura del Reporte.....	63
7.3 Pruebas y Resultados .....	66
8. Procesos de Facturación y Validación .....	70
8.1 Análisis y Diseño .....	70
8.1.1 Requerimientos Funcionales .....	70

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

8.1.2 Requerimientos No Funcionales .....	71
8.2 Implementación.....	73
8.2.1 Validación de Reglas .....	74
8.2.2 Anexos y Actas .....	74
8.3 Pruebas y Resultados .....	77
8.3.1 Pruebas para la Validación de Reglas .....	77
8.3.2 Esquema para la Generación de Anexos y Actas.....	80
8.3.3 Resultados generales .....	81
9. Conclusiones .....	83
10. Recomendaciones .....	84
Referencias.....	86
Apéndices.....	88

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 <i>Frameworks evaluados para el desarrollo del API</i>	37
Tabla 2 <i>Resumen de Esquema de Pruebas Para base de Datos e Interfaz de Carga</i>	55
Tabla 3 <i>Resumen de esquema de pruebas para reporte de visualización</i>	66
Tabla 4 <i>Resumen de esquema de pruebas para algoritmos de automatización</i>	76
Tabla 5 <i>Resultados de la Ejecución del Algoritmo de validación de Reglas</i>	78

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1 <i>Flujo del Proceso de Facturación</i>	18
Figura 2 <i>Etapas de la gestión de información de acuerdo con (DGCloud, 2022)</i>	23
Figura 3 <i>Diferencias entre DataLake y Data Warehouse</i>	26
Figura 4 <i>Metodología en Cascada aplicada en el desarrollo de este proyecto</i>	35
Figura 5 <i>Arquitectura de la solución</i>	38
Figura 6 <i>Ejemplo de información de consumos</i>	42
Figura 7 <i>Crecimiento de Datos para Facturación y Consumos</i>	44
Figura 8 <i>Modelo de Datos Entidad Relación</i>	46
Figura 9 <i>Proceso de segmentación de la información de la tabla Trafos Intervenidos</i>	48
Figura 10 <i>Segmento de código usado para la inserción de Revisiones</i>	52
Figura 11 <i>Aplicación para la carga de datos a Base de Datos</i>	53
Figura 12 <i>Modelo de Datos del Reporte de PowerBI</i>	63
Figura 13 <i>Vista General de Presupuesto Ejecutado y distinción por Cuenta</i>	64
Figura 14 <i>Vista de la ejecución por la línea de plan táctico</i>	65
Figura 15 <i>Vista presupuesto Ejecutado por Item de Pago</i>	65
Figura 16 <i>Flujo del Proceso de Facturación referenciando las partes intervenidas</i>	72
Figura 17 <i>Generación de Anexos con Estilos e Información Adicional</i>	74
Figura 18 <i>Plantilla para la generación de actas de pago</i>	75
Figura 19 <i>Ejemplo de imagen resumen de la validación de reglas</i>	78

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

## Lista de Apéndices

	<b>pág.</b>
Apéndice A <i>Formato de arquitectura de la solución ESSA (Incluidos Con el Documento)</i>	86
Apéndice B <i>Algoritmos para transformación y carga de información de facturación y transformadores (Incluidos Con el Documento)</i>	87

## Glosario

**Automatización:** implementación de herramientas tecnológicas para reducir la intervención manual en tareas repetitivas, mejorando la eficiencia y precisión de los procedimientos.

**Base de Datos:** sistema estructurado de almacenamiento de información que permite gestionar y analizar grandes volúmenes de datos de manera eficiente.

**Carpetas Compartidas:** espacios de almacenamiento online o local donde se guardan archivos accesibles para diferentes usuarios dentro de la organización.

**Cliente:** entidad conectada a la red de forma legal y, por tanto, tiene una cuenta o medidor.

**ESSA:** abreviación de Electricadora de Santander S.A., empresa encargada de la distribución y comercialización de energía eléctrica en la región.

**Facturación:** dentro del contexto de RCE, es el proceso mediante el cual se analizan actividades y se efectúan pagos a subcontratistas por estas actividades.

**Gestión Presupuestaria:** proceso de planificación, ejecución y control de los recursos financieros destinados a las actividades operativas y estratégicas de la empresa.

**Inteligencia de Negocio (BI):** conjunto de procesos y herramientas tecnológicas que permiten recopilar, analizar y visualizar datos para la toma de decisiones estratégicas.

**IoT:** acrónimo de Internet of Things (Internet de las cosas en español)

**Legacy:** se refiere a un sistema, tecnología o aplicación de software que ha sido utilizada durante mucho tiempo y que, aunque aún funcional, ha quedado desactualizada o es difícil de mantener y actualizar.

**Machine Learning:** campo de la inteligencia artificial que se enfoca en el desarrollo y estudio de algoritmos estadísticos capaces de aprender de los datos, generalizar a datos no vistos y realizar tareas sin instrucciones explícitas.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

**Normalización:** procedimiento mediante el cual se crea una cuenta y se instala componentes eléctricos necesarios para la prestación del servicio eléctrico por parte de la ESSA o contratistas asociados.

**Pérdidas de Energía:** diferencia entre la energía inyectada al sistema eléctrico y la energía registrada por los clientes, que puede deberse a fallas técnicas o conexiones ilegales.

**Power BI:** plataforma de inteligencia de negocios desarrollada por Microsoft, que permite la visualización y análisis interactivo de datos.

**RCE:** abreviación del área de Reducción y Control de Energía

**Reporte:** panel visual que resume datos clave en tiempo real mediante gráficos e indicadores, facilitando el análisis y la toma de decisiones.

**SQL:** abreviación de Structured Query Language, lenguaje de dominio específico utilizado para gestionar y consultar bases de datos relacionales.

**Usuario:** persona o entidad conectada a la red eléctrica de forma legal o ilegal.

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

## Resumen

**Título:** Implementación de un Sistema de Visualización de Información Histórica para la Mejora de la Toma de Decisiones en el Área de Reducción y Control de Energía de la Empresa ESSA<sup>1\*</sup>

**Autor:** Daniel Ricardo Tavera Camacho<sup>2\*\*3\*</sup>

**Palabras Clave:** Reducción y Control, Ejecución de Presupuesto, Base de Datos, Reportes, Automatización

## Descripción

La Electrificadora de Santander (ESSA), a través de su área de Reducción y Control, es responsable de implementar acciones enfocadas en la recuperación de energía. En este marco, el presente proyecto presenta el desarrollo de un sistema de visualización de información histórica, con el objetivo de analizar la ejecución presupuestal en las actividades de reducción. Además, busca automatizar procesos operativos relacionados con la facturación. El proyecto adoptó una metodología práctica basada en la migración y estructuración de datos de facturación hacia una base de datos relacional. Este enfoque combinó el uso de herramientas de visualización de datos y soluciones de automatización. Como resultado, se mejoró el acceso a la información sobre seguimiento presupuestal y se redujo el tiempo de generación de documentos asociados a la facturación. Este sistema también ayudó a detectar irregularidades en las actividades reportadas por contratistas.

En general, al implementar soluciones tecnológicas orientadas al monitoreo y análisis de datos, las organizaciones pueden tomar decisiones con mayor respaldo en la evidencia. Esto se traduce en una mejora de la eficiencia operativa y una mejor utilización de los recursos disponibles.

---

<sup>1\*</sup> Trabajo de Grado

<sup>2\*\*</sup>Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Ingeniería de Sistemas. Director: Henry Andrés Jiménez Herrera. Máster en Ingeniería de Sistemas e Informática.

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

## Abstract

**Title:** Implementation of a Historical Information Visualization System to Improve Decision-Making in the Energy Reduction and Control Area at ESSA\*

**Author:** Daniel Ricardo Tavera Camacho\*\*

**Keywords:** Loss Reduction and Control, Budget Execution, Database, Reports, Automation

## Description

The Electrificadora de Santander (ESSA), through its Reduction and Control department, is responsible for implementing actions focused on energy recovery. Within this framework, the present project involves the development of a historical data visualization system aimed at analyzing budget execution in reduction-related activities. Additionally, it seeks to automate operational processes related to billing. The project adopted a practical methodology based on the migration and structuring of billing data into a relational database. This approach combined the use of data visualization tools with automation solutions. As a result, access to budget monitoring information was improved, and the time required to generate billing-related documents was significantly reduced. The system also helped identify irregularities in the activities reported by contractors.

Overall, by implementing technology-driven solutions for data monitoring and analysis, organizations can make more evidence-based decisions. This leads to improved operational efficiency and better use of available resources.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Systems and Informatics Engineering. Systems Engineering. Advisor: Henry Andrés Jiménez Herrera, Master's in Systems and Informatics Engineering.

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

## **Introducción**

El análisis de información de negocios a través de visualizadores interactivos permite a las empresas tomar decisiones basadas en información precisa y actualizada. En el sector de los servicios domiciliarios, donde la competitividad y la eficiencia son esenciales, este enfoque ofrece grandes oportunidades para optimizar procesos y direccionar la inversión. En este contexto, el área de Reducción y Control de ESSA se orienta a mejorar sus procesos administrativos y aumentar su eficiencia operativa apoyados en soluciones tecnológicas.

La Electrificadora de Santander (ESSA) es la empresa de servicios públicos más grande del departamento de Santander, con una cobertura que alcanza cerca de un millón de clientes distribuidos en la región nororiental del país, incluyendo municipios del departamento de Santander y algunos municipios de los departamentos de Antioquia, Cesar y Boyacá. Como prestador del servicio de energía eléctrica, ESSA tiene a su cargo funciones esenciales relacionadas con la distribución, comercialización y mantenimiento de la infraestructura eléctrica, además de iniciativas estratégicas orientadas a la sostenibilidad, como la reducción de pérdidas no técnicas y la recuperación de energía. El área de Reducción y Control (RCE) de energía esta encargada de implementar estrategias para la recuperación de pérdidas manteniendo la disponibilidad y cumpliendo con los indicadores de pérdidas. RCE al igual que otras áreas dentro de la empresa usan el modelo de subcontratación de para llevar a cabo las actividades de reducción y control. Anualmente cada área recibe fondos para llevar a cabo su operación y este presupuesto es proyectado con base a su ejecución del año anterior.

En vista de lo anterior, el seguimiento de la ejecución presupuestal es crucial para la planificación financiera de la empresa, ya que permite asignar recursos de manera óptima y tomar decisiones informadas. Este proceso no solo mejora la precisión en la elaboración de presupuestos

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

futuros, sino que también asegura que los fondos se dirijan hacia las actividades que generan el mayor retorno en términos de energía recuperada, fortaleciendo la eficiencia operativa. Además, este trabajo tiene un impacto significativo en la gestión administrativa del área, dado que facilita la identificación de patrones de gasto y posibles desviaciones, alineando los recursos con las prioridades estratégicas. Su implementación es de importancia para la sostenibilidad financiera a largo plazo.

Pese a que la empresa cuenta con los recursos tecnológicos y de capital humano, no se había implementado una propuesta de seguimiento presupuestal por medio de reportes dado que siempre habían mantenido la información en tablas de Excel customizadas. En respuesta a esta situación, este proyecto busca ofrecer una solución eficiente para el seguimiento de la ejecución presupuestal mediante un sistema de visualización de información histórica. Este sistema permitirá consultar y analizar la ejecución de manera periódica, brindando información de valor para la planificación y toma de decisiones.

La propuesta contempla el almacenamiento de datos relacionados con la facturación de actividades y los consumos de transformadores intervenidos en una base de datos centralizada. Además, incluye la generación de reportes visuales que entreguen indicadores clave de la ejecución presupuestal. También este trabajo aborda la automatización de tareas intermedias en el proceso de facturación, que involucra la generación de anexos y actas, y la validación de actividades realizadas por la operativa conforme las reglas del negocio.

El desarrollo de este proyecto se dividió en dos partes fundamentales. La primera se centró en la construcción del sistema de almacenamiento y visualización de datos. Esta etapa incluyó el análisis de la información existente y los procesos actuales, la migración de datos, la implementación de una base de datos y el diseño y desarrollo de reportes visuales para facilitar el

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

seguimiento y la toma de decisiones. La segunda parte del proyecto estuvo orientada a la automatización de tareas intermedias en el proceso de facturación, realizado de manera secuencial mientras se llevaba a cabo el proceso de facturación ordinario. Estas actividades abarcan la actualización de códigos de validación, la generación de anexos en formato Excel con actividades listas para pago, y la creación de actas correspondientes a dichos anexos, optimizando significativamente los tiempos y recursos administrativos.

El contenido de este documento comenzará con una contextualización del proceso de facturación en el capítulo 1, donde se analizarán los involucrados y las fases principales del procedimiento. También se identificarán las problemáticas específicas del proceso. En el capítulo 2, se presentará el objetivo del proyecto, estableciendo claramente su propósito y alcance. A continuación, en el capítulo 3: Marco de referencia, se profundizará en las tecnologías utilizadas para la gestión de información, almacenamiento, análisis de datos empresariales y automatización de procesos.

Posteriormente, en el capítulo 4 se detalla la metodología empleada para el desarrollo del proyecto, explicando los pasos y enfoques adoptados. En los siguientes 4 capítulos, se expondrá el desarrollo de los componentes del sistema que incluye su análisis, diseño, implementación y pruebas. Finalmente, el documento culminará con las conclusiones y recomendaciones, donde se reflexionará sobre el trabajo realizado, y se proporcionarán recomendaciones para futuros trabajos y áreas de mejora.

### **1. Análisis del Proceso de Facturación**

Se conoce como facturación dentro del área de RCE al conjunto de actividades que involucra la validación y pago de revisiones ejecutadas por los contratistas. Esta tarea

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

adicionalmente requiere revisiones de ejecución periódica por parte de los administrativos de contratistas y también dejar anexos y documentación para futura interventoría.

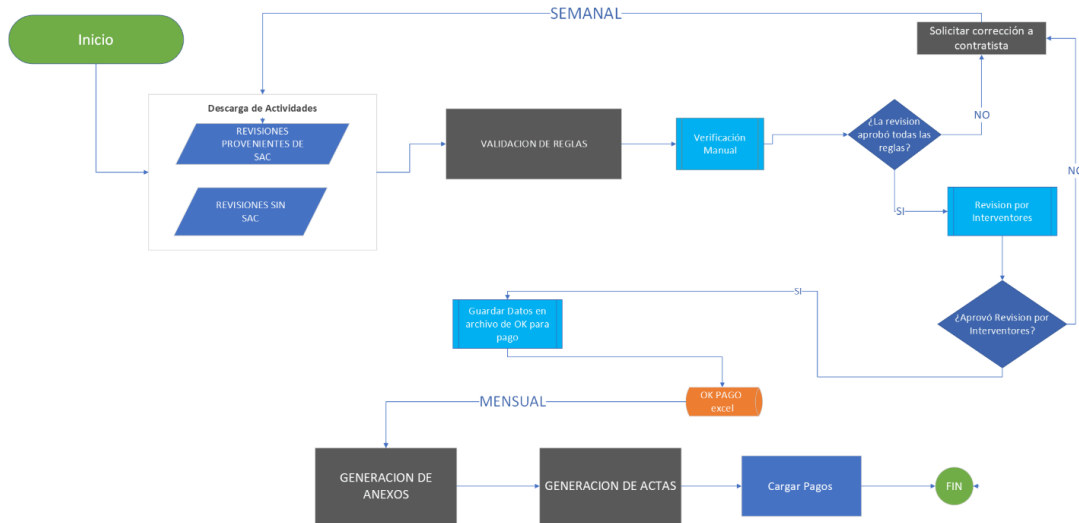
El proceso de facturación en ESSA se desarrolla en varias etapas. Primero, se descargan las actividades ejecutadas. Luego, estas actividades se validan mediante algoritmos desarrollados en Python, que verifican el cumplimiento de las condiciones contractuales, conocidas como reglas de validación. Las actividades aprobadas se envían a la interventoría para una revisión más detallada por parte de los interventores. Las actividades que no pasan la validación se envían a los contratistas en forma de reportes de Excel para su corrección. Las actividades son corregidas por el contratista en el sistema y aparecerán en la descarga de actividades de la siguiente semana para validarlas de nuevo.

Una vez que las actividades son aprobadas por la interventoría, se generan anexos y actas como documentos de respaldo. Finalmente, la información validada se sube al sistema de pago para su procesamiento. La Figura 1 muestra el diagrama que muestra el proceso descrito. En este flujo participan varios actores, incluyendo el encargado de validación, interventores, contratistas y responsables de pago, quienes aseguran la correcta ejecución y registro del proceso.

### **Figura 1**

*Flujo del Proceso de Facturación*

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA



*Nota.* El diagrama fue resultado de trabajo conjunto con el profesional encargado de llevar a cabo la validación y generación de anexos.

## 1.1 Problemáticas Presentes

El proceso de facturación, aunque respaldado por sistemas de información, presenta diversas problemáticas que pueden derivar en errores operativos y la ejecución de tareas repetitivas. Estas limitaciones afectan tanto la eficiencia del proceso como la calidad de los datos utilizados para el seguimiento presupuestal. A través de un análisis exhaustivo y un trabajo colaborativo con los actores involucrados, se identificaron los principales factores que inciden negativamente en la gestión del proceso de facturación y su articulación con el control presupuestario.

### 1.1.1 Monitoreo del presupuesto Ejecutado

Las revisiones de presupuesto se realizan de manera general utilizando un archivo Excel que consolida los anexos generados, cada uno con varios ítems de pago. Aunque este enfoque

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

ofrece una visión global de la ejecución, no facilita la visualización detallada de la ejecución por ítem individual, las cantidades ejecutadas por rango de fechas o por líneas del plan táctico. Esto es particularmente relevante para el ítem de Gestión Social, ya que frecuentemente se requiere este dato debido a que es información solicitada por agentes gubernamentales. La forma actual de hacerlo es a partir de la unión manual de todos los anexos que se han facturado y filtrar por el parámetro deseado.

También, es fundamental realizar monitoreo constante del presupuesto ejecutado en actividades de reducción y control, puesto que deben cumplir con métricas específicas. Estas métricas permiten evaluar el desempeño y asegurar que la inversión genere los resultados esperados. Actualmente no se cuenta con una herramienta de monitoreo gráfica que permita hacer análisis generales y detallados del gasto. Al contar con información consolidada y actualizada, se pueden tomar decisiones más estratégicas sobre la asignación de recursos y la mejora de procesos.

### ***1.1.2 Calidad de los Datos***

La información recolectada por medio de softwares de entrada de datos no cuenta con validaciones rigurosas, por tanto, los datos pueden venir con errores tipográficos o de escritura y ocasionar errores en el procesamiento de la información procesada por algoritmos. Se requiere la mejora de algoritmos existentes para que sean más robustos información con errores tipográficos.

### ***1.1.3 Tareas Repetitivas***

Algunas tareas, como la generación de actas e informes de pago (anexos), eran altamente repetitivas. Estos documentos, fundamentales para la facturación, se elaboraban manualmente, lo

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

que impacta la eficiencia del proceso. Más adelante, abordaremos estrategias de cómo se abordó esta parte del proceso para optimizar y automatizar estas tareas.

### ***1.1.4 Actualización de Códigos de Validación***

Actualmente se realiza la validación de actividades presentadas por los contratistas mediante un conjunto de reglas implementadas en Python. Sin embargo, estas reglas estaban desactualizadas debido a la inclusión de nuevos contratistas en la operación, y adicionalmente a los nuevos acuerdos de cobro específicas cambian de un contratista a otro. Lo que presento retos al código de validación de reglas existente al cual no se le hacen cambios desde hace tiempo.

Este es el panorama encontrado en el proceso de facturación. Refleja el funcionamiento del proceso, pero también permitió evidenciar áreas de mejora que se pueden abordar dentro del alcance de este proyecto.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Implementar un sistema integral de visualización de información para apoyar la toma de decisiones, mediante el desarrollo de una base de datos centralizada y la creación de reportes interactivos que presenten datos históricos del área de reducción y control de energía (RCE).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Implementar una base de datos que integre la información de facturación y transformadores, asegurando la migración de datos desde Excel.
- Desarrollar reportes visuales de presupuesto mediante herramientas como Power BI, para facilitar la interpretación y toma de decisiones.
- Automatizar procesos intermedios de facturación mediante el desarrollo de algoritmos en Python considerando procesos como transformación, análisis y carga de datos.

## **3 Marco de Referencia**

En el contexto actual de la gestión de la información y el análisis de datos, es crucial entender las tecnologías avanzadas disponibles y cómo se aplican en diferentes industrias. Este marco de referencia tiene como objetivo proporcionar una perspectiva técnica sobre la gestión de la información y el análisis de datos en informes visuales. Al explorar las tecnologías de vanguardia y su aplicación en diversos sectores, se busca identificar las mejores prácticas y enfoques innovadores que pueden ser adaptados a un contexto específico. La estructura de este marco de referencia incluye una revisión de la literatura existente, un análisis comparativo de tecnologías y estudios de caso relevantes. Con esta base, se pretende ofrecer una comprensión profunda y aplicable de cómo se abordan problemas similares en otras industrias.

### **3.1 Gestión Eficiente de la Información**

La gestión de la información es un proceso fundamental en las organizaciones modernas, pues permite optimizar la toma de decisiones y mejorar la eficiencia operativa. La información de calidad disponible en el momento adecuado otorga una ventaja competitiva a las empresas. En el contexto de las tecnologías de la información (TI), una gestión eficaz debe contemplar la recolección, almacenamiento, distribución, archivo y destrucción de datos (DGCloud, 2022). El proceso de gestión de la información comienza con la recopilación de datos relevantes, asegurando que sean precisos, actualizados y útiles para la operación del negocio. Para ello, se aplican procesos de validación y limpieza que garantizan su calidad desde el origen.

A continuación, la información es almacenada en formatos digitales adecuados, implementando medidas de seguridad como controles de acceso basados en roles, auditorías periódicas y copias de seguridad automatizadas que aseguran la integridad y disponibilidad de los

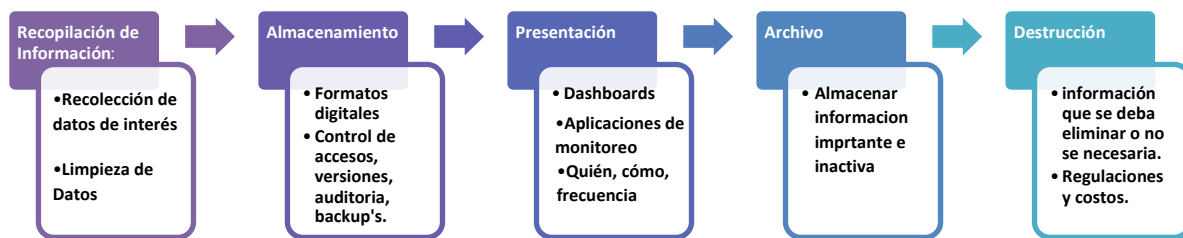
## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

datos. La presentación de la información se realiza definiendo los formatos de entrega (informes, *dashboards*, bases de datos), los destinatarios específicos según sus necesidades y las frecuencias de actualización para mantener la información vigente y accesible.

En cuanto al archivo, se establece un repositorio seguro donde se conservan datos inactivos o históricos, optimizando el uso de recursos y facilitando la recuperación de información cuando sea necesario. Finalmente, la destrucción de datos obsoletos se lleva a cabo siguiendo normativas vigentes de protección de datos y regulaciones internas, contribuyendo a reducir riesgos de seguridad y costos operativos innecesarios.

### Figura 2

*Etapas de la gestión de información de acuerdo con (DGCloud, 2022)*



En el caso de ESSA, existen varios aplicativos de gestión de información, la información de actividades de reducción y control se recopila a través de aplicaciones desarrolladas específicamente para el uso de técnicos y personal operativo. No obstante, se han identificado deficiencias en la calidad de los datos, lo que hace necesario implementar procesos de limpieza y validación antes de procesar estos datos. Además, dentro del contexto del problema, se ha requerido una solución de almacenamiento de datos inactivos y de acceso rápido, lo que nos sitúa en la etapa de archivo de acuerdo con lo mencionado en el ciclo de vida de la información. Donde

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

encontraremos información con datos individuales de hechos que aumentan en volumen a un ritmo mensual y que son de gran importancia para procesos administrativos y operativos.

### **3.2 Métodos de Almacenamiento Eficientes**

El almacenamiento eficiente de datos es un componente clave en la infraestructura de información de una organización. En el contexto del problema planteado, se ha identificado la necesidad de una solución de almacenamiento escalable y de acceso rápido, lo que nos lleva a evaluar distintas alternativas disponibles en el mercado. La selección del método de almacenamiento dependerá del volumen de datos, la frecuencia de acceso y los requerimientos de procesamiento. (IBM, s.f.) en su blog *Data Architecture* nos menciona tres esquemas del manejo de información según su magnitud y otras características.

#### **3.2.1 Almacén de Datos (*Data Warehouse*)**

Un sistema de almacenamiento estructurado y centralizado que permite integrar información proveniente de múltiples fuentes. Su principal objetivo es facilitar la consolidación, organización y análisis de datos procesados para la toma de decisiones estratégicas. Entre sus características destacan la capacidad de manejar grandes volúmenes de datos, la optimización para consultas analíticas y la integración con herramientas de inteligencia de negocios. Esto lo convierte en una solución ideal para la generación de reportes estratégicos y análisis de tendencias a largo plazo. Se implementa con tecnologías como Amazon Redshift, Google BigQuery y Snowflake.

Casos de uso: Empresas que requieren análisis de datos históricos y tendencias, como el sector financiero, retail y manufactura.

### ***3.2.2 Mercado de Datos (Data Market)***

Un subconjunto específico de un almacén de datos diseñado para atender las necesidades particulares de un departamento o área de negocio. Su objetivo principal es optimizar el acceso y la consulta de información relevante, proporcionando respuestas rápidas y especializadas a los usuarios. Entre sus características destacan su estructura optimizada para análisis eficientes, la reducción del tiempo de respuesta en consultas y la capacidad de integrarse con herramientas de inteligencia de negocios. Su implementación permite mejorar la toma de decisiones en áreas clave sin necesidad de procesar grandes volúmenes de datos generales. Se utilizan herramientas como Microsoft SQL Server Analysis Services (SSAS) y IBM Db2 Warehouse.

Casos de uso: Empresas con diferentes áreas de negocio que requieren reportes segmentados, como marketing, ventas o recursos humanos.

### ***3.2.3 Lago de Datos (Data Lake)***

Un repositorio de gran capacidad que almacena datos en su forma original sin necesidad de estructurarlos previamente. Es ideal para análisis exploratorios y proyectos de Big Data. Entre sus características destacan la capacidad de almacenar datos estructurados y no estructurados, la escalabilidad y su compatibilidad con tecnologías de análisis avanzado como *machine learning* e inteligencia artificial. Se implementa con tecnologías como Apache Hadoop, Azure Data Lake y AWS S3.

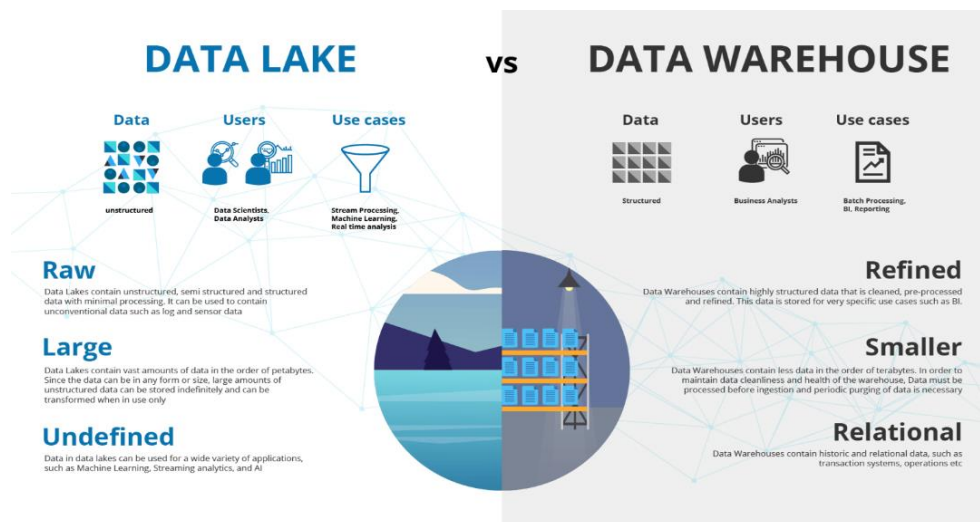
Casos de uso: Organizaciones que trabajan con grandes volúmenes de datos sin estructurar, como redes sociales, IoT y análisis de comportamiento del consumidor.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

ESSA actualmente emplea bases de datos SQL y soluciones de Data Lake para distintos propósitos. Para este proyecto, se adoptó un enfoque basado en un Mercado de Datos, dado que dentro de las arquitecturas necesitamos información estructurada y lista para análisis, pero no necesariamente necesita recibir flujo de información de diversas fuentes, solamente 2. Esta arquitectura permite consultar información relevante de forma ágil y conectarse a sistemas BI de forma eficiente.

**Figura 3**

*Diferencias entre DataLake y Data Warehouse*



*Nota.* Como se muestra en la imagen, el data lake suele ser más experimental, por lo que la información no necesariamente debe estar estructurada. Por otra parte, en el data warehouse, la información debe estar lista para el consumo. Tomado de (Qubole, s.f.)

### **3.3 Inteligencia de Negocios y Visualización de Datos**

La inteligencia de negocios (BI) se refiere al uso de herramientas, metodologías y tecnologías que permiten a las empresas transformar datos en información valiosa para la toma de decisiones. Incluye el uso de herramientas visuales para mejor comprensión de datos complejos. Luego de establecer un método de almacenamiento adecuado, el siguiente paso es analizar y presentar los datos de manera efectiva, lo que resalta la importancia de la BI en este proceso. Según (Cruañes, 2024) la BI combina análisis de datos, minería de datos y visualización interactiva para generar reportes personalizados. Su objetivo principal es facilitar la interpretación de la información para mejorar la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones.

El ecosistema de Business Intelligence (BI) ha experimentado una evolución significativa desde sus inicios, cuando los sistemas eran centralizados y administrados exclusivamente por los departamentos de TI. En sus primeras etapas, el BI requería infraestructuras costosas y conocimientos técnicos avanzados para su implementación y gestión. Sin embargo, con el avance de las tecnologías en la nube, el desarrollo de interfaces más intuitivas y la integración con herramientas de análisis avanzado, su accesibilidad ha mejorado considerablemente.

La accesibilidad de estas herramientas ha crecido exponencialmente, con modelos de suscripción asequibles y versiones gratuitas que permiten a empresas de todos los tamaños beneficiarse del análisis de datos. Según Gartner (2023), las empresas han adoptado plataformas de BI en la nube debido a su flexibilidad, escalabilidad y reducción de costos operativos. De esta manera, el BI no solo ha evolucionado en términos de tecnología, sino también en la manera en que se integra en la toma de decisiones empresariales, mejorando la competitividad y optimización de recursos.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

En la industria tecnológica, la BI es utilizada para optimizar procesos, analizar patrones de consumo y mejorar la toma de decisiones en tiempo real. En el contexto de la Industria 4.0, la BI se ha convertido en una herramienta clave para la automatización y digitalización de procesos productivos, permitiendo la integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial y el Big Data.

### ***3.3.1 Sistemas para Visualización de Información***

La visualización de datos es de gran importancia para la toma de decisiones en las empresas, ya que permite traducir información compleja en gráficos comprensibles y significativos, accesibles para un público más amplio.

La visualización de datos no solo convierte grandes volúmenes de información en gráficos y diagramas comprensibles, sino que también representa una herramienta estratégica para las organizaciones. Uno de sus principales beneficios radica en su capacidad para desbloquear enormes cantidades de datos con rapidez, permitiendo su análisis casi instantáneo y reduciendo significativamente el tiempo invertido en tareas repetitivas. Esto optimiza la productividad del equipo y libera recursos para funciones de mayor valor agregado (BIMEX Analytics , 2023).

Asimismo, mejora notablemente la presentación de informes, haciendo que los resultados sean más visuales, atractivos y fáciles de interpretar. El uso de gráficos, infografías y paneles interactivos incrementa el nivel de comprensión, retención e interés por parte de los usuarios finales, facilitando la comunicación efectiva de hallazgos complejos.

Otro beneficio clave es la posibilidad de identificar oportunidades y amenazas con mayor agilidad. La representación visual permite detectar de manera intuitiva patrones inusuales,

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

desviaciones o tendencias que pueden señalar posibles riesgos operativos o áreas de mejora, lo cual contribuye a una toma de decisiones más estratégica.

Además, al facilitar la comprensión rápida de los datos, se aceleran los procesos de análisis y se reducen los sesgos subjetivos. Esto permite que las decisiones estén fundamentadas en información concreta y accesible, contribuyendo a respuestas más ágiles y eficientes ante los cambios del entorno. También fomenta la colaboración interdepartamental, ya que al compartir visualizaciones interactivas se establece una fuente común de verdad. Los diferentes equipos pueden alinear sus objetivos y estrategias en función de los mismos datos, lo que reduce malentendidos y mejora la coherencia organizacional.

Por último, la visualización de datos mejora la comunicación interna y externa. A través de herramientas de inteligencia de negocio, es posible explicar conceptos complejos de forma sencilla, adaptando los mensajes a distintos públicos y facilitando la difusión del conocimiento en toda la organización (BIMEX Analytics , 2023).

Actualmente, herramientas como Power BI y Tableau han permitido democratizar el acceso a los datos, facilitando el análisis en tiempo real y mejorando la eficiencia empresarial. Estas soluciones ofrecen características como conectividad con múltiples fuentes de datos, generación automatizada de reportes y visualizaciones interactivas, lo que reduce la dependencia del equipo de TI y empodera a los usuarios de negocio para tomar decisiones basadas en datos. Además, la evolución del BI ha incorporado capacidades avanzadas como inteligencia artificial y *machine learning*, lo que ha incrementado su precisión y capacidad de predicción.

### 3.4 Automatización de Procesos

La automatización de procesos es una estrategia esencial para mejorar la eficiencia operativa y reducir la intervención manual en tareas repetitivas. Este proceso consta de varias etapas clave:

- **Evaluación del sistema:** Se analizan los procesos existentes para identificar tareas que puedan beneficiarse de la automatización, determinando costos, riesgos y beneficios esperados.
- **Diagramación y modelado:** Se crean flujos de trabajo que representan la secuencia de actividades, puntos de control y actores involucrados, utilizando herramientas como BPMN (Business Process Model and Notation).
- **Selección de herramientas:** Se eligen soluciones de automatización como RPA (Robotic Process Automation), Power Automate, UiPath o Automation Anywhere, dependiendo del tipo de proceso.
- **Implementación y prueba:** Se desarrollan scripts o flujos de trabajo automáticos, se ejecutan pruebas piloto y se ajustan según los resultados obtenidos.
- **Monitoreo y mejora continua:** Se analizan los desempeños de los procesos automatizados y se optimizan según los indicadores de eficiencia y productividad.

En el mundo empresarial actual, la automatización se ha convertido en una pieza clave para mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos. Las herramientas de automatización permiten a las organizaciones optimizar procesos repetitivos, liberar recursos humanos para tareas más estratégicas y aumentar la precisión en la ejecución de tareas. Estas tecnologías abarcan desde la

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

automatización de procesos robóticos (RPA) hasta la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático, ofreciendo soluciones adaptables a diversas necesidades empresariales.

Dentro del contexto de ESSA, la automatización de procesos se ha implementado principalmente a través de Power Automate dentro del ecosistema de Microsoft. Sin embargo, su aplicación está limitada a herramientas de esta suite, lo que representa una oportunidad para evaluar soluciones adicionales que amplíen las capacidades de automatización y optimización de procesos dentro de la empresa. La integración de otras herramientas podría mejorar la eficiencia y la capacidad de automatizar procesos más complejos en distintas áreas de la organización.

Un ejemplo claro de su aplicación se observa en la industria manufacturera, donde empresas como Siemens han implementado soluciones de BI para el monitoreo en tiempo real de sus líneas de producción. A través del uso de sensores IoT y plataformas de análisis avanzado, Siemens puede detectar fallos en equipos antes de que ocurran, optimizar el uso de materia prima y reducir desperdicios, lo que resulta en una producción más eficiente y sostenible (Siemens, 2021).

En el sector energético, la inteligencia de negocios desempeña un papel fundamental en la optimización del consumo y la distribución de recursos. En el caso de ESSA, aunque actualmente su análisis de BI no está completamente implementado en toda la organización, un sistema BI específico tiene potencial de generar mejoras significativas en áreas críticas como la reducción y control de pérdidas de energía. Un BI optimizado permite monitorear métricas clave en la recuperación de energía y establecer planes operativos basados en la evolución de estos indicadores. Esto se traduce en una mejor planificación de la actividad operativa y una reducción de costos mediante la gestión eficiente de datos históricos y en tiempo real. Herramientas como Power BI y plataformas de análisis predictivo pueden facilitar la identificación de patrones de

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

consumo, permitiendo a ESSA optimizar la confiabilidad del servicio y mejorar su eficiencia operativa.

### **4. Metodología**

La metodología aplicada se basó en el enfoque en cascada, permitiendo abordar de forma ordenada cada fase del proceso. No obstante, algunas actividades —en especial las relacionadas con el desarrollo y actualización de scripts en Python— se ejecutaron de forma paralela, a desarrollos de la arquitectura del sistema según las necesidades que surgieron durante el desarrollo de la práctica. A continuación, se describen las fases principales del proyecto:

#### **4.1 Diseño e implementación del sistema**

Este grupo reúne las fases orientadas al levantamiento de información, diseño de soluciones, implementación de base de datos, desarrollo de herramientas y visualización de resultados.

##### **Fase 1: Recolección de requerimientos informativos**

Actividades realizadas:

- Reuniones con actores clave del proceso de facturación y control presupuestal.
- Identificación de variables clave requeridas en los reportes.
- Definición de esquemas de almacenamiento y organización de la información.
- Identificación de oportunidades de automatización basadas en los hallazgos.

##### **Fase 2: Modelado e integración de datos**

Actividades realizadas:

- Diseño de un modelo de datos integrado y normalizado.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

- Modificación de los scripts de generación de anexos para incluir una hoja resumen ("Consolidado").
- Análisis detallado de la información técnica de transformadores intervenidos.
- Definición de una estructura que permitiera integrar datos técnicos y de facturación.
- Ejecución de pruebas de normalización para mejorar la calidad y consistencia de los datos.

### **Fase 3: Implementación de la base de datos**

Actividades realizadas:

- Solicitud y gestión de accesos al servidor de bases de datos.
- Creación de tablas y relaciones en SQL Server.
- Limpieza de datos y ajuste de tipos antes de la carga.
- Carga por etapas: primero datos de facturación (revisiones y materiales), luego datos de transformadores intervenidos (transformadores y consumos).

### **Fase 4: Desarrollo de una interfaz web para carga de datos**

Actividades realizadas:

- Diseño e implementación de una interfaz web funcional con Django.
- Integración con la base de datos SQL Server.
- Incorporación de validaciones de autenticación y tipo de archivo.
- Automatización del procesamiento de archivos Excel para su posterior carga.

### **Fase 5: Desarrollo de reportes visuales**

Actividades realizadas:

- Diseño de *dashboards* según los requerimientos de usuarios administrativos.
- Implementación de visualizaciones que respetan la identidad gráfica institucional.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

- Validación del contenido e interpretación de los reportes con los usuarios finales.

### 4.2 Modificación y automatización mediante código en Python

Este grupo agrupa las fases en las que se requirió intervención directa en código Python para ajustes funcionales y automatización de tareas clave.

#### **Fase 1: Modificación y validación de reglas**

Actividades realizadas:

- Revisión inicial del código existente en Python.
- Identificación de reglas obsoletas o ausentes relacionadas con los nuevos contratos.
- Modificación de scripts de validación en conjunto con administradores.
- Ejecución de pruebas manuales para verificar el correcto funcionamiento de las nuevas reglas.
- Soporte y mantenimiento continuo a medida que surgieron nuevos requerimientos.

#### **Fase 2: Automatización de documentos**

Actividades realizadas:

Actualización de algoritmos en Python para la generación automática de actas.

Inclusión de estilo, diseño y estructura institucional en los documentos generados.

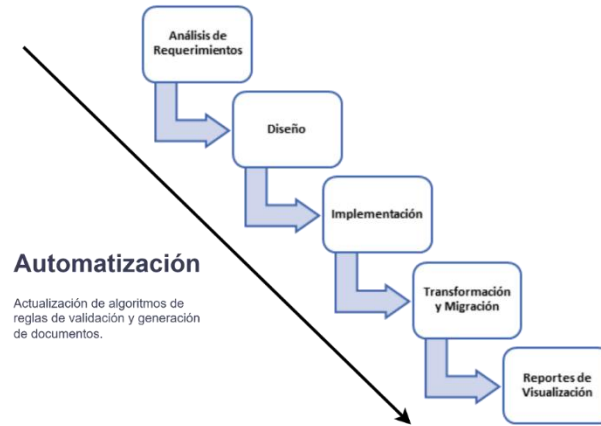
Validación continua de los resultados con el área encargada del proceso.

Aunque se adoptó una estructura en cascada para guiar el desarrollo del proyecto, varias actividades se llevaron a cabo de forma transversal y paralela, especialmente las relacionadas con la actualización y mejora de scripts en Python. Estas acciones acompañaron tanto la migración progresiva de datos como la creación y ajuste de reportes visuales, garantizando así una evolución continua del sistema a medida que avanzaba cada fase.

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

## Figura 4

*Metodología en Cascada aplicada en el desarrollo de este proyecto*



*Nota.* La automatización incluye la actualización de características existentes y el desarrollo de nuevas características que automatizan tareas repetitivas.

## **5. Análisis y Diseño del Sistema**

En la metodología se describen las actividades realizadas en el marco de este proyecto, las cuales permitieron abordar las necesidades identificadas. En particular, el primer grupo de actividades, denominado "Diseño e implementación de sistemas", se centra en resolver la problemática relacionada con la gestión de la información necesaria para el seguimiento presupuestal. Este conjunto de actividades facilita la creación de una solución capaz de atender la necesidad desde una perspectiva tanto técnica como de negocio. Además, este primer grupo de actividades está vinculado con los objetivos específicos 1 y 2, los cuales hacen referencia a la integración de la información y a la generación de reportes de visualización.

### **5.1 Diseño de la Arquitectura**

La construcción de esta solución requiere una arquitectura que no solo responda eficazmente a las necesidades de seguimiento presupuestal, sino que también cumpla con las tecnologías adoptadas, políticas de seguridad y estándares empresariales establecidos.

En primer lugar, la arquitectura propuesta Figura 5 incluye una base de datos diseñada para almacenar el creciente volumen de datos relacionados con la facturación y los transformadores intervenidos. Este volumen, en constante aumento mensual, proviene de otros sistemas con una estructura previamente definida. Por ello, se optó por una base de datos SQL, específicamente SQL Server, tal como fue recomendado por la empresa en respuesta a las necesidades identificadas.

Adicionalmente, para la carga y transformación de datos, inicialmente se consideró el uso de Python, dado que es un lenguaje ya adoptado por la empresa y empleado por el área encargada de procesos de facturación. Sin embargo, siguiendo las recomendaciones del departamento de TI, se decidió implementar un mecanismo de carga de datos mediante una API. Este enfoque permite

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

que los usuarios se conecten a través de un medio intermediario, en lugar de establecer conexiones directas desde sus equipos locales a la base de datos.

Tras evaluar diversas tecnologías, se seleccionó el framework Django debido a sus características preconstruidas, que incluyen autenticación, conexión a bases de datos SQL Lite para usuarios y capacidades de integración de API con bases de datos externas. Además, Django ofrece la posibilidad de integrar tanto el *Frontend* como el *Backend* en un único proyecto. Finalmente, se analizaron tres alternativas viables para la construcción de la API, priorizando el uso de Python, conforme a lo aprobado por el departamento de TI de la empresa. La Tabla 1 muestra la comparación de 3 opciones para el desarrollo un API que permitiera conectar la base de datos con el usuario y cargar la información.

**Tabla 1** *Frameworks evaluados para el desarrollo del API*

<b>Framework</b>	<b>Características preconstruidas</b>	<b>Soporte</b>	<b>Escalabilidad</b>	<b>Agilidad de Implementación</b>
<b>Django</b>	Incluye ORM, panel de administración, autenticación, enrutamiento de URL, motor de plantillas	Amplia comunidad, documentación detallada	Alta, ideal para proyectos grandes y complejos	Alta, gracias a su enfoque integral y funcionalidades preconstruidas
<b>Flask</b>	Minimalista, extensible mediante bibliotecas externas	Comunidad activa, documentación clara	Moderada, depende de las extensiones utilizadas	Media, requiere más configuraciones y bibliotecas externas
<b>FastAPI</b>	Soporte para OpenAPI, validación automática, documentación interactiva	Comunidad en crecimiento, soporte técnico enfocado en APIs	Alta, optimizado para rendimiento y escalabilidad	Alta, facilita la creación rápida de APIs con validación automática y documentación interactiva

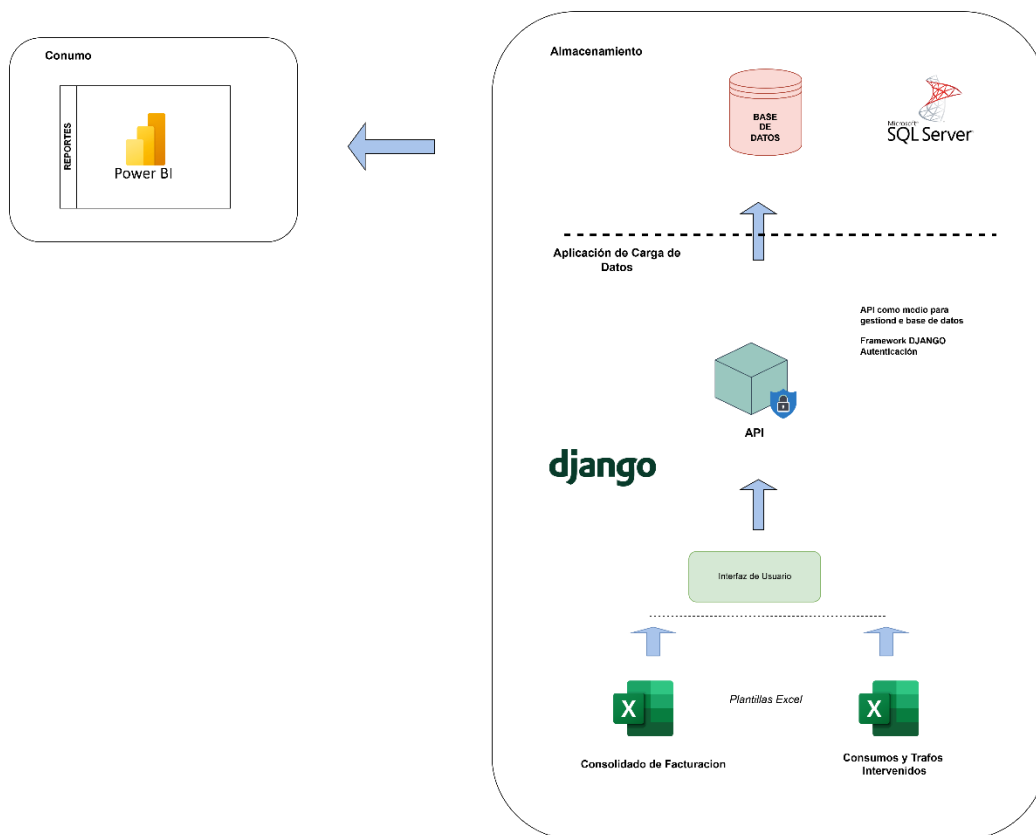
*Nota.* Django fue el framework elegido principalmente por sus características preconstruidas.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

Finalmente, para la selección de la herramienta de reporte, se optó por aquella comúnmente utilizada dentro del área y la empresa: Power BI. Este visualizador ya ha sido empleado para la generación de reportes relacionados con el seguimiento de indicadores energéticos. Además, permite realizar cálculos de métricas y transformaciones de datos directamente en el modelo del reporte, lo que ofrece una gran versatilidad para los cálculos presupuestales.

**Figura 5**

*Arquitectura de la solución*



*Nota.* El diagrama muestra la arquitectura de la solución que permitirá almacenar y visualizar la información de la facturación.

## 5.2 Procesos Rutinarios

Como se mencionó, la necesidad fue claramente definida desde el inicio en relación con las reglas de validación requeridas para que la empresa pudiera comenzar el proceso de facturación. Dado que la empresa ya utilizaba código *legacy*, el diseño de la nueva solución incluyó un análisis detallado de estos códigos para comprender su funcionamiento. Durante este análisis, se identificó que los códigos eran considerablemente densos y estaban basados en versiones antiguas con poco soporte a futuro.

Como parte del proceso, se actualizó el código *legacy* integrando nuevas funciones compatibles con versiones más recientes de Python (versión 3.13.0). Asimismo, las reglas de validación necesarias fueron implementadas con el apoyo del personal responsable de este proceso, asegurando que la solución cumpliera con los estándares y requerimientos establecidos.

Finalmente, para la generación de anexos, se diseñó una plantilla específica en Word Figura 18, la cual puede ser modificada directamente desde el código en Python. En el diseño de esta plantilla, no se contó con la información proveniente de actas anteriores, lo que implicó que el proceso se enfocará en crear un modelo adaptable y funcional desde cero, optimizado para las necesidades del proyecto. A partir de la siguiente sección se dará inicio al desarrollo de cada uno de los componentes principales del proyecto que incluye almacenamiento, reportes de visualización y algoritmos de automatización.

## **6. Integración y Migración de la Información**

En esta sección mostraremos el trabajo realizado para la migración de datos a la base de datos y los desarrollos subyacentes de este proceso. La integración y migración de datos fue un proceso que implicó constante comunicación y validación con los interesados del área. Este enfoque colaborativo permitió garantizar que las necesidades y requisitos de las partes involucradas fueran atendidos de manera adecuada, asegurando la calidad y consistencia de los datos en el nuevo sistema.

Primero, se llevaron a cabo reuniones para definir detalladamente las necesidades relacionadas con el almacenamiento de información, con especial énfasis en la información de facturación. Posteriormente se llevó a cabo la identificación y transformación de consumos de transformadores para su respectiva migración a base de datos.

### **6.1 Análisis y Diseño**

En esta sección presentaremos un análisis detallado de la información, el estado, los requisitos y el modelado de la solución relacionada con la migración de datos.

#### **6.1.1 Requerimientos**

##### **Funcionales**

**RF-01:** El sistema debe almacenar información detallada sobre revisiones facturadas y materiales utilizados, de forma estructurada y asociada a los contratos vigentes o futuros.

**RF-02:** La base de datos debe almacenar información detallada de los transformadores intervenidos, incluyendo características propias y datos de consumo energético.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

### **No Funcionales**

**RNF-01:** La interfaz para la carga de datos debe ser intuitiva y fácil de usar, con una disposición clara de los elementos y retroalimentación adecuada, facilitando la interacción de los usuarios sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.

**RNF-02:** Todos los datos almacenados en la base de datos deben estar completos (sin valores nulos en campos obligatorios), validados según reglas definidas (tipos de dato, rangos, formatos, unicidad), y normalizados siguiendo el modelo relacional establecido. Este proceso de limpieza y control debe aplicarse antes de su incorporación definitiva al sistema, con el fin de garantizar la consistencia y confiabilidad de los reportes generados

Los requisitos presentados anteriormente están alineados con la información disponible. Aunque se manejan dos tipos de datos, revisiones ejecutadas y recuperación de transformadores, es importante recordar que el enfoque principal del proyecto está en la facturación.

### ***6.1.2 Estado de la Información a Migrar***

La información sobre facturación y transformadores intervenidos se encontraba dispersa en diferentes archivos de Excel, guardados en recursos de la empresa tanto como carpetas compartidas y almacenamiento local de los computadores de los empleados. Inicialmente, los archivos sobre transformadores intervenidos se encuentran almacenados en computadores locales de los encargados del monitoreo de consumos. Se tiene información de transformadores desde el año 2015 hasta el año 2024, distribuida en 5 archivos Excel. Los archivos internamente estaban estructurados de la siguiente manera: Información del transformador en las primeras columnas y

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

después información en grupos de columnas mes a mes con información del consumo, se mostrará más detalles en la siguiente sección de este capítulo.

Con relación a la información de transformadores intervenidos, los principales hallazgos encontrados son los siguientes:

- **Información Faltante:** Algunas columnas de consumo presentan información vacía, según el archivo original.
- **Inconsistencia de Datos:** Algunos datos encontrados no corresponden al tipo de dato de la columna o estaban desplazados. Por ejemplo, si el campo debía contener kWh, la columna tenía el valor de la columna anterior, que era la cantidad de clientes.
- **Errores Tipográficos:** Especialmente en los nombres de los municipios, se encontraron errores ortográficos, contracciones y otros problemas. Esto dificulta la vinculación con un modelo de datos estructurado, ya que podría generar errores en las relaciones. La Figura 6 muestra de forma parcial la tabla de transformadores del año 2019, segmentando la función de consumos en el mes de noviembre para un transformador determinado.

**Figura 6** Ejemplo de información de consumos

NOVIEMBRE							
CLIENTES MES 11	kWh MACRO 11	kWh CLIENTES 11	kWh AP 11	INCIDENTA LES 11	ADICIONAL ES 11		V M
65	20760	17290	590	1004	0		

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

Las actividades facturadas por otra parte se encontraban almacenadas en carpetas de OneDrive. Inicialmente se deseaba migrar todos los anexos desde 3 años anteriores, pero en acuerdo con los involucrados en el proceso de facturación se determinó que sería necesario solamente migrar la información de los contratos vigentes que comprendía cerca de 25 anexos de revisiones y 5 de materiales. Dentro de cada anexo de facturación se puede encontrar un *sheet* llamado “Consolidado” el cual desde el código de anexos se configuró para que exportara información relevante conforme se iba a guardar en la base de datos.

### ***6.1.3 Volumen de la Información***

Desde el año 2015, se han almacenado en archivos Excel los registros de transformadores intervenidos, con el objetivo de monitorear la evolución de las pérdidas. Actualmente, se cuenta con aproximadamente 10.200 transformadores registrados en el periodo 2015-2024. Además, se lleva un registro mensual de los consumos de estos transformadores, alcanzando un total de 174.000 registros de consumos.

Inicialmente, tanto los datos de transformadores como los consumos se registraban en una misma tabla, agregando nuevas columnas con cada mes adicional. Sin embargo, este formato resultó difícil de manejar cuando el volumen de información crece más allá de un año, adicionalmente para hacer análisis por medios computarizados este archivo era difícil de leer.

En el momento de la evaluación del crecimiento del volumen de datos de revisiones, se determinó que el volumen en el momento era de 22,641 revisiones y 412 materiales. Con esta información, se estimó alrededor de 3,850 ítems facturados cada mes. Tomando la cantidad de revisiones facturadas y divididas por la cantidad de meses que han transcurrido desde el inicio del

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

contrato. La Ecuación 1 muestra el cálculo que se utilizó para determinar la tasa de crecimiento mensual teniendo en cuenta que los contratos a la fecha del cálculo llevaban un tiempo de 6 meses.

### Ecuación 1

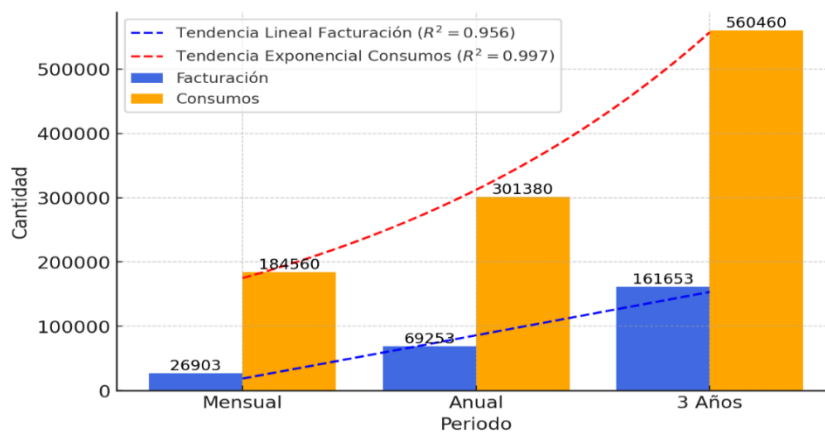
*Cálculo de promedio de ítems facturados mensualmente*

$$\frac{23,053 \text{ ítems facturados}}{6 \text{ meses}} = 3842.17 \text{ ítems/mes}$$

Por otra parte, en caso de los consumos y transformadores, a partir de charlas con los involucrados de manejar esta información mes a mes, se determinó que cada mes se suman 10 nuevos transformadores, lo que impacta directamente en el volumen de datos de consumo registrado en 10 consumos a registrar cada mes. Con estas cifras, se han realizado proyecciones a uno y tres años para evaluar la evolución de la facturación y los consumos. La Figura 7 muestra la gráfica que representa el crecimiento de la información.

### Figura 7

*Crecimiento de Datos para Facturación y Consumos*



*Nota.* Consumos hace referencia a los consumos de los transformadores intervenidos por altas pérdidas, se hace una estimación de 10 nuevos registros cada mes.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

### **6.1.4 Modelo de Datos**

El modelo de datos se propuso teniendo en cuenta las necesidades tanto presupuestales como de seguimiento de transformadores intervenidos. La base de datos se compone de cinco entidades principales, también conocidas como tablas de hechos en el contexto de Business Intelligence (BI).

#### **Revisiones y Materiales**

Estas tablas están conectadas entre sí a través del número de revisión. Su relación es la siguiente:

- Una revisión puede tener cero o muchos materiales asociados.
- Un material puede estar asociado a una sola revisión o a ninguna.

**Transformadores, Intervenciones y Consumos:** Estas tres tablas están relacionadas entre sí a través del número de transformador. Además, la entidad principal (Trafo) está conectada con la tabla de Revisiones, lo que permite establecer un vínculo entre el presupuesto y la recuperación energética.

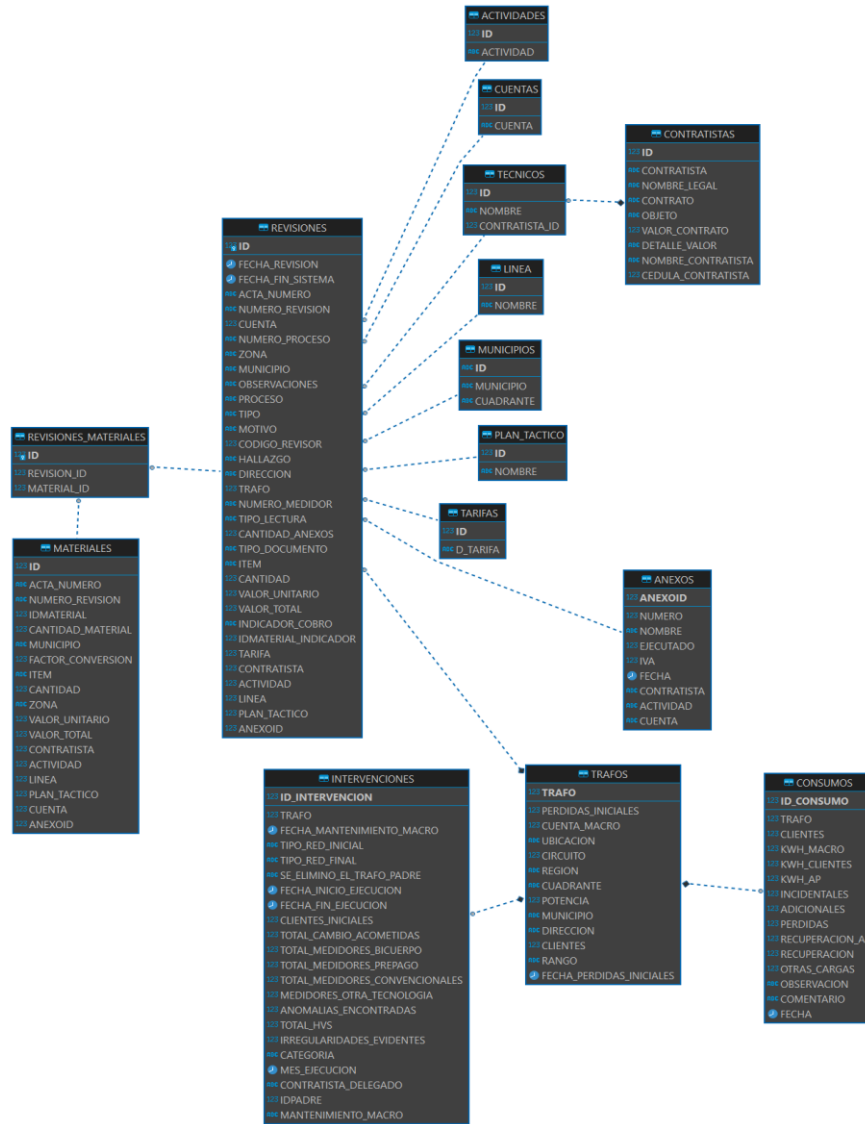
**Tablas de Normalización** Para optimizar la base de datos, se crearon tablas adicionales que permiten mejorar la organización y reducir redundancias:

- Municipios: Permite obtener el cuadrante correspondiente.
- Líneas de Plan Táctico: Relacionadas con la planificación de actividades.
- Contratistas y Técnicos: Información de los responsables de las intervenciones.
- Tarifas y Actividades: Detalles sobre los costos y labores realizadas.

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

**Figura 8**

*Modelo de Datos Entidad Relación*



*Nota.* El modelo se integra de cinco entidades principales REVISIONES, MATERIALES, TRAFOS, INTERVENCIONES y CONSUMOS

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

Este modelo garantiza una conexión entre los datos de presupuesto y recuperación energética. Además, permite una estructura optimizada para consultas y proporciona un modelo normalizado listo para consumir en Power BI.

### **6.2 Implementación**

En esta etapa de la implementación, se expondrá el desarrollo de los productos, con especial atención en la base de datos y la interfaz de carga de datos. Asimismo, se abordará el proceso de transformación requerido para la integración de los datos, el cual implicó la implementación de scripts destinados a la limpieza y transformación de la información.

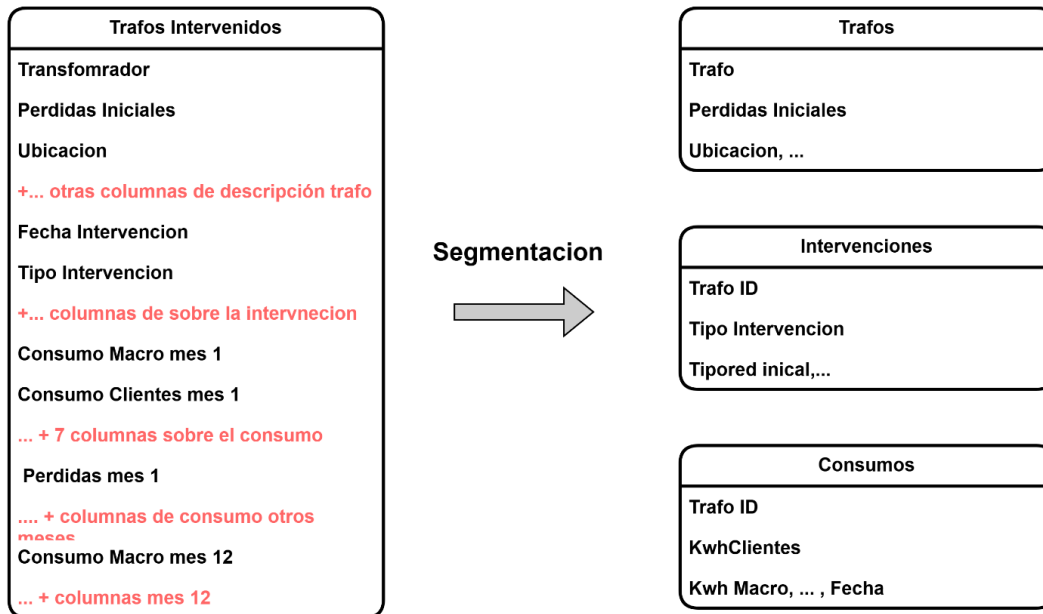
#### ***6.2.1 Transformación***

Con base a los hallazgos de información y con respecto al modelo de datos diseñado, se ha aplicado una transformación significativa a las tablas de transformadores, comúnmente conocidos como "Trafos". El principal reto fue la consolidación de esta información en un solo archivo, debido a que la información estaba distribuida en cinco archivos distintos, con los transformadores registrados por año, los cuales se iban actualizando progresivamente.

Como se puede apreciar en la Figura 9 la forma en que se almacenaba la información no tiene una estructura pensada para almacenamiento estructurado. Con base en la información de estos datos se realizan cálculos para obtener métricas de sostenibilidad por medio de tablas dinámicas. La segmentación realizada facilita el almacenamiento de información de manera organizada, y facilita aplicar filtros específicos. Además, esta estructura mejora la compatibilidad con bases de datos relacionales.

**Figura 9**

*Proceso de segmentación de la información de la tabla Trafos Intervenidos*



Nota. A la izquierda, diagrama de la tabla de seguimiento de transformadores con cerca de 77 columnas (para el caso) con información del Trafo y de la intervención, y adicionalmente las columnas de consumos.

Adicionalmente, se desarrollaron algoritmos en Python para la segmentación y unión de los archivos. El algoritmo de segmentación se encarga de tomar un archivo Excel y dividirlo en tres tablas, guardándose en un archivo. Seguidamente, el algoritmo de unión se encarga de combinar todos los archivos en uno solo, con tres hojas: una para transformadores, otra para consumos y otra para intervenciones. Además, el código de unión corrige inconsistencias como errores tipográficos en los nombres de los municipios.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

En relación con la información de facturación, se generaron reportes consolidados (anexos) los cuales muestran la información relevante de cada actividad a facturar.

Es importante destacar que, dentro de facturación, existen dos entidades principales:

- Revisiones: Representan las actividades ejecutadas.
- Materiales: Corresponden a los materiales utilizados en las revisiones, los cuales también deben ser facturados.

Para las revisiones, se incluyeron todas las columnas relevantes, como precio de pago, cuenta de pago, ítem, hallazgos y otros datos clave. En el caso de los materiales, se registró el número de revisión junto con otros campos, como valor del material, cantidad de material y otros detalles de acuerdo con el modelo de datos. Esta estructura permite que, en base de datos, los materiales puedan estar vinculados a las revisiones a través de una relación, garantizando una conexión directa entre ambas entidades.

### ***6.2.2 Implementación de la Base de Datos***

La implementación de la base de datos se realizó en SQL Server, para lo cual se gestionaron los permisos correspondientes con el departamento de TI. Lo cual incluyó llenar un acta de requerimientos con la arquitectura del sistema y algunas reuniones con interesados. Muy importante, se tuvo que presentar un modelo entidad relación.

La generación de scripts se llevó a cabo utilizando el modelo de datos previamente diseñado, apoyándonos en herramientas de inteligencia artificial, para la creación automatizada de los scripts. Para la ejecución de los scripts SQL orientados a la creación de tablas y la definición

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

de relaciones, se utilizó la herramienta HeidiSQL, lo que permitió una gestión eficiente y una adecuada prueba de la estructura de la base de datos.

Además, en SQL Server se implementaron restricciones (*constraints*) específicas con el objetivo de garantizar la integridad de los datos y prevenir la duplicidad en ciertas tuplas consideradas críticas. Estas restricciones se aplicaron a los campos *REVISION*, *FECHA REVISION*, *ITEM*, *ANEXOID* y *UNIDAD*, los cuales están relacionados con los registros de las revisiones. Esto fue necesario debido a la posibilidad de que las revisiones incluyan registros repetidos, un problema que puede surgir por diversos factores inherentes al proceso de gestión y almacenamiento de datos. La implementación de estas *constraints* asegura que cada registro cumpla con los criterios de unicidad establecidos, contribuyendo así a la confiabilidad y consistencia de la base de datos.

### ***6.2.3 Población de la Base de Datos***

Para poblar las tablas, se utilizaron scripts en Python, organizados en dos procesos principales:

- Script Unificación y procesamiento de anexos
- Se desarrolló un primer script en Python para consolidar todos los anexos generados hasta la fecha.
- Este proceso agregó campos clave como la cuenta y el identificador del anexo a cada uno de los registros, tanto de actividades como de materiales facturados.
- Script de Carga de datos en SQL Server.
- Estandarización de tipos de datos: Se aseguraba de asignar el tipo de dato correcto a cada campo, garantizando su coherencia con la base de datos. Además, se definieron valores predeterminados para los campos nulos. En el caso de los valores

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

tipo *string*, se estableció "NA" en lugar de dejarlos en blanco, mejorando la comprensión de los datos.

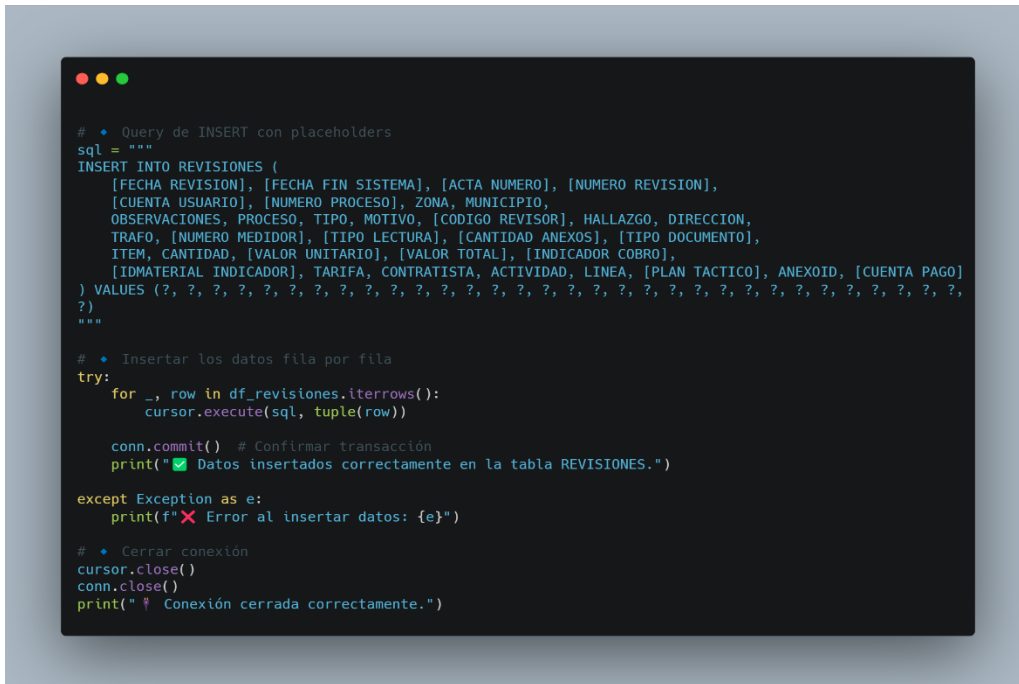
- Inserción en la base de datos: Se utilizó la librería *panda* para leer los archivos Excel generados en el proceso anterior y la librería *pyodbc* para establecer la conexión e insertar los datos en SQL Server.

Para la implementación de los algoritmos de inserción, se emplearon las bibliotecas *Pandas* y *Pydoc*, que facilitaron la manipulación y documentación de los datos. Además, fue necesario contar con los controladores adecuados de SQL Server instalados para garantizar la correcta conexión y ejecución de las operaciones en la base de datos. La Figura 10 muestra parte del código usado para la carga de datos.

De manera general, se llevó a cabo la creación del script de carga para procesar los datos relacionados con Materiales, Revisiones, Transformadores y Consumos. Cada proceso tuvo un tiempo específico de ejecución, siendo las Revisiones las que requirieron aproximadamente 30 minutos, mientras que el procesamiento de los Consumos tomó alrededor de 2 horas, destacándose como el procedimiento más extenso.

**Figura 10**

*Segmento de código usado para la inserción de Revisiones*



```
# * Query de INSERT con placeholders
sql = """
INSERT INTO REVISIONES (
    [FECHA REVISION], [FECHA FIN SISTEMA], [ACTA NUMERO], [NUMERO REVISION],
    [CUENTA USUARIO], [NUMERO PROCESO], ZONA, MUNICIPIO,
    OBSERVACIONES, PROCESO, TIPO, MOTIVO, [CODIGO REVISOR], HALLAZGO, DIRECCION,
    TRAF0, [NUMERO MEDIDOR], [TIPO LECTURA], [CANTIDAD ANEXOS], [TIPO DOCUMENTO],
    ITEM, CANTIDAD, [VALOR UNITARIO], [VALOR TOTAL], [INDICADOR COBRO],
    [IDMATERIAL INDICADOR], TARIFA, CONTRATISTA, ACTIVIDAD, LINEA, [PLAN TACTICO], ANEXOID, [CUENTA PAGO]
) VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)
"""

# * Insertar los datos fila por fila
try:
    for _, row in df_revisiones.iterrows():
        cursor.execute(sql, tuple(row))

    conn.commit() # Confirmar transacción
    print("✅ Datos insertados correctamente en la tabla REVISIONES.")

except Exception as e:
    print(f"❌ Error al insertar datos: {e}")

# * Cerrar conexión
cursor.close()
conn.close()
print("✂️ Conexión cerrada correctamente.")
```

*Nota.* En el código mostrado se puede ver las diferentes columnas de revisiones con un total de 32 columnas por cada registro, en total la carga en lote tomó un tiempo de alrededor de 30 minutos

## 6.2.4 Interfaz para Carga de Datos

Para la carga de datos en la base de datos por parte del usuario, se implementó una interfaz desarrollada en Django, la cual permite a los usuarios gestionar la información de manera eficiente. La interfaz cuenta con un sistema de autenticación mediante un inicio de sesión, seguido de un panel central donde el usuario puede seleccionar el tipo de datos a subir. Existen dos opciones principales:

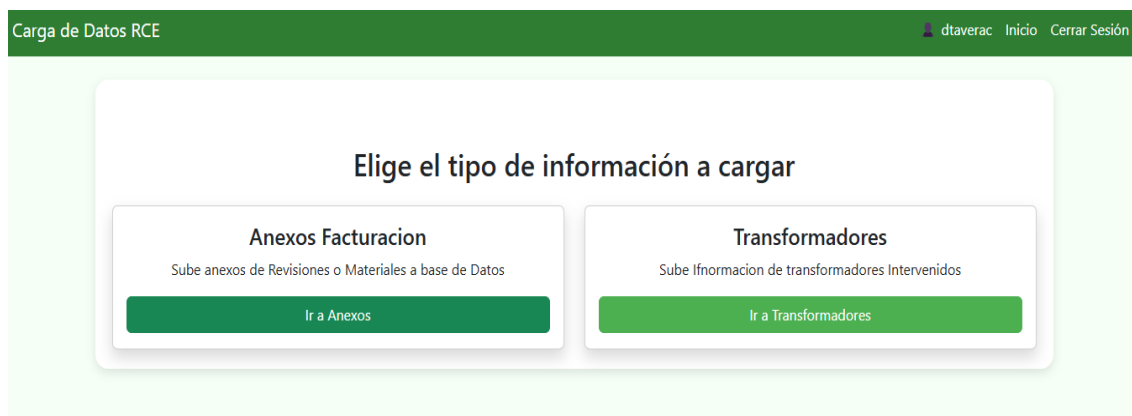
## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

- **Anexos de Facturación** El usuario puede adjuntar archivos en formato Excel sin importar si corresponden a materiales o revisiones. Esto es posible dado que el sistema identifica automáticamente el tipo de archivo a partir del nombre del *sheet*, dado que este formato ya ha sido estandarizado en procesos previos de automatización.
- **Transformadores Intervenidos:** Para la carga de datos de transformadores, el usuario debe seleccionar si desea subir información de nuevos transformadores o registros de consumo mensual. Esta selección se realiza mediante un menú desplegable (*select*), asegurando que los datos se almacenen correctamente en la estructura de la base de datos.

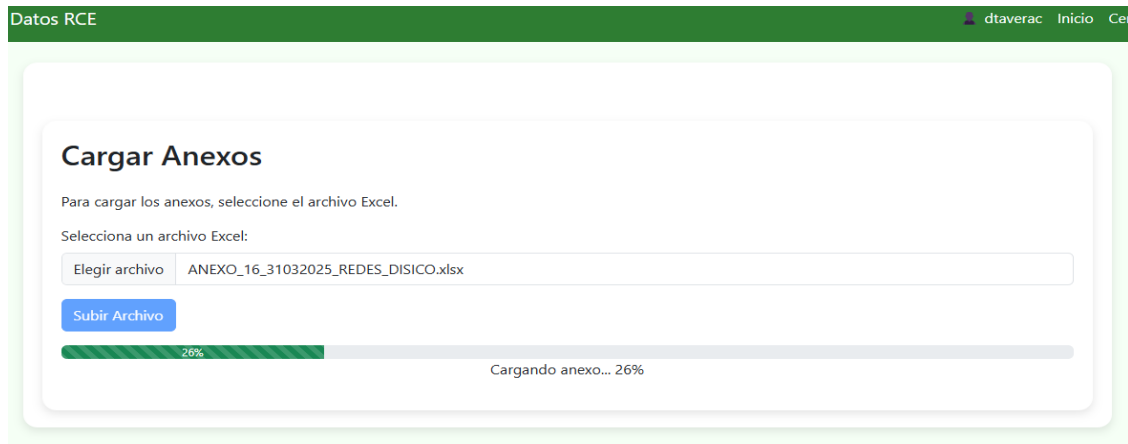
Esta interfaz incluye un sistema de inicio de sesión y un menú principal que permite seleccionar el tipo de información a cargar. Se pueden subir cuatro tipos de archivos: revisiones, materiales, transformadores nuevos intervenidos y consumos de transformadores.

### Figura 11

*Aplicación para la carga de datos a Base de Datos*



## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA



*Nota.* muestra las vistas disponibles en la interfaz de carga de datos desarrollada con el framework Django.

Actualmente, la carga de nueva información se realiza de manera local en los equipos de los encargados, utilizando la aplicación de carga de datos. Sin embargo, está previsto que esta aplicación se ejecute en un servidor de forma permanente, optimizando el proceso y asegurando una actualización continua de la información en la base de datos.

### 6.3 Pruebas y Resultados

Se diseñó y ejecutó un esquema de pruebas funcionales para evaluar exhaustivamente cada componente del sistema de migración de datos. A continuación, la Tabla 2 muestra un resumen de las pruebas realizadas, incluye pruebas de validación, calidad y carga de datos.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

**Tabla 2**

*Resumen de Esquema de Pruebas Para base de Datos e Interfaz de Carga*

#	Tipo de prueba	Objetivo general
1	Inserción de revisiones	Validar restricciones de unicidad
2	Carga masiva vía interfaz	Evaluar eficiencia en el ingreso de datos
3	Transformación de datos	Verificar adecuación de datos y limpieza automática
4	Consultas SQL	Detectar duplicados e inconsistencias

A continuación, se muestra a detalle las pruebas realizadas y los resultados obtenidos en el esquema de pruebas, estas pruebas se realizaron en ambiente de desarrollo.

### **Prueba de inserción de revisiones**

**Objetivo:** Verificar la correcta implementación de restricciones (constraints) en la base de datos.

**Descripción:** Se intentó insertar una revisión utilizando como clave los campos *NUMERO REVISION*, *FECHA REVISION*, *ITEM*, *ANEXOID* y *UNIDAD*.

**Resultado esperado:** Prevenir la duplicidad de registros en las tuplas críticas.

**Resultado obtenido:** Las restricciones funcionaron correctamente, asegurando la unicidad de los datos.

### **Prueba de carga masiva mediante la interfaz**

**Objetivo:** Evaluar la eficiencia y funcionalidad de la interfaz en la carga de grandes volúmenes de datos.

**Descripción:** Se cargó un anexo con aproximadamente 200 revisiones a través de la interfaz.

**Tiempo de ejecución:** 50 segundos.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

**Resultado esperado:** Carga exitosa sin errores y con validación adecuada.

**Resultado obtenido:** La interfaz operó de manera óptima, cumpliendo con los tiempos estimados y sin presentar fallas.

### Pruebas internas de transformación de datos

**Objetivo:** Validar la correcta ejecución de los scripts de transformación y limpieza de datos.

**Descripción:** Se probaron algoritmos de transformación y reconocimiento automático de revisiones y materiales.

**Resultado esperado:** Adecuación de los datos al formato requerido y eliminación de inconsistencias.

**Resultado obtenido:** Los scripts ejecutaron las operaciones correctamente, garantizando la calidad de los datos procesados.

### Pruebas de consultas SQL

**Objetivo:** Evaluar la integridad y calidad de los datos almacenados mediante consultas específicas.

**Descripción:** Se realizaron conteos para identificar revisiones repetidas y otras operaciones de análisis.

**Resultado esperado:** Detección de inconsistencias para su auditoría.

**Resultado obtenido:** Se identificaron revisiones duplicadas, las cuales fueron enviadas a auditoría para su análisis. Esto permitió descubrir registros facturados dos veces, y la empresa tomará las decisiones necesarias para subsanarlos.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

En general, se logró la migración completa y consistente de los datos. La interfaz de carga demostró una funcionalidad óptima, permitiendo el procesamiento eficiente de revisiones, materiales y transformadores, con tiempos adecuados incluso para cargas habituales. Asimismo, se verificó la capacidad del sistema para ejecutar consultas SQL sin inconvenientes, facilitando la validación de datos y el análisis, lo que permitió identificar revisiones duplicadas. Estas revisiones se enviaron a auditoría para su revisión y corrección por parte de la empresa. Los resultados resaltan la funcionalidad y rendimiento óptimo del sistema implementado. Asimismo, a través de los resultados de las pruebas se dio cumplimiento a los requerimientos funcionales.

Con la migración a una base de datos estructurada ya se cuenta con el insumo fundamental para el análisis, ahora en la siguiente sección se mostrará la implementación de los reportes visuales para el análisis de presupuesto.

## 7. Reporte de Seguimiento Presupuestal

El desarrollo del presente capítulo está orientado a detallar la planificación e implementación de los reportes de visualización, abordando de manera sistemática las diversas tareas realizadas para su construcción. En esta etapa, se presenta el conjunto de actividades llevadas a cabo para generar los reportes, teniendo como fuente principal de datos la base de datos que integra la información migrada relacionada con la facturación y los transformadores.

### 7.1 Análisis y Diseño

Durante el análisis y diseño del reporte de visualización se consideraron principalmente tres aspectos fundamentales: la necesidad específica de visualización, los datos disponibles en la base de datos migrada y las métricas necesarias para la elaboración de los reportes. Empezaremos primeramente por definir los requerimientos por parte del usuario.

#### 7.1.1 Fuente de Datos

El reporte de visualización se alimenta de dos fuentes principales, la información de facturación y transformadores intervenidos migrada en la sección anterior y un archivo consolidado de anexos.

- **Base de Datos:** Proporciona datos detallados relacionados con la facturación, las proyecciones presupuestales y la recuperación de energía. Esta fuente constituye el núcleo de las operaciones del sistema y permite consolidar información crítica para los análisis.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

- **Consolidado de Anexos:** Actúa como una fuente externa a la base de datos principal, aportando datos específicos sobre facturación por cuentas. Su incorporación fue esencial debido a que la facturación no siempre sigue estrictamente los presupuestos de cada año fiscal. En ocasiones, actividades realizadas en un año son facturadas utilizando el presupuesto del año anterior, lo cual hace necesario considerar estos desajustes en la segmentación y análisis del presupuesto.

### **7.1.2 Requerimientos**

Los requerimientos funcionales de esta sección del sistema de visualización están enfocados en la información destinada a los reportes. Estos requerimientos se orientan a proporcionar datos relevantes y útiles que faciliten el seguimiento presupuestal y respalden la toma de decisiones en el ámbito operativo.

#### **Funcionales**

- **RF-01 Ejecución Presupuestal por Contratista y Cuenta de Pago**

**Descripción:** Visualizar el valor ejecutado en las actividades realizadas por cada contratista, realizar una comparación entre la ejecución real y los valores proyectados, y permitir la comparación según cada cuenta de pago.

- **RF-02 Seguimiento por Línea del Plan Táctico e Ítems de Pago**

**Descripción:** Presentar el valor ejecutado correspondiente a cada línea del plan táctico, además de mostrar la frecuencia con la que se ejecuta cada línea del plan. Asimismo,

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

se requiere visualizar el valor ejecutado por cada ítem de pago, identificando aquellos que son más utilizados y diferenciándolos entre revisiones y materiales.

- **RF-03 Ejecución de Presupuesto por Cuadrante Geográfico**

**Descripción:** Visualizar la facturación por cuadrante, considerando que cada uno agrupa varios municipios y facilita la distribución operativa entre contratistas.

- **RF-04 Costo de Recuperación por kWh**

**Descripción:** Calcular y representar gráficamente el costo de recuperación por kilovatio-hora (kWh). Presentar este cálculo desglosado tanto por línea del plan táctico como por cuadrante geográfico.

### No Funcionales

#### **RNF1 - Uso de Plantillas Corporativas**

**Descripción:** El sistema debe emplear las plantillas oficiales de la empresa para garantizar la uniformidad visual y el cumplimiento de las directrices corporativas.

#### **RNF2 - Resultado de Información Clave**

**Descripción:** La interfaz debe facilitar la navegación al destacar números y datos importantes, asegurando que los usuarios identifiquen rápidamente la información crítica.

### **7.1.3 Cálculo de Métricas**

Las métricas son fundamentales como referencia para evaluar indicadores de cumplimiento, ya que proporcionan datos clave para determinar el estado real de los aspectos

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

analizados. Además, su interpretación puede ser decisiva para desencadenar acciones estratégicas orientadas a la mejora o resolución de problemas. A continuación, se presentan las principales métricas definidas en el diseño del reporte.

### **Valor Ejecutado:**

$$\text{Valor Ejecutado} = \text{Total de Revisiones} + \text{Total de Materiales}$$

### **Valor Proyectado Mensual:**

$$\text{Valor Proyectado Mensual} = \text{Valor Proyectado Anual} \div \text{Número de Meses}$$

Para 2025 y 2026: 12 meses

Para 2024: 3 meses

Para 2027: 6 meses

### **Porcentaje de Ejecución:**

$$\text{Porcentaje de Ejecución} = (\text{Valor Ejecutado} \div \text{Valor Proyectado}) \times 100$$

### **Costo de Recuperación por kWh:**

$$\text{Costo por kWh} = \text{Total de Facturación de Revisiones} \div \text{Total de kWh Recuperados}$$

## **7.2 Implementación**

En la fase de implementación, el diseño del *dashboard* de seguimiento presupuestal se fundamentó en las plantillas de Power BI previamente definidas por la empresa, respetando tanto la navegación como los colores corporativos establecidos. El objetivo principal del diseño fue combinar estas plantillas con gráficos que fueran visualmente atractivos y fáciles de interpretar para los usuarios interesados.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

Además de las tablas principales de hechos y las tablas de normalización, se incorporaron tablas intermedias diseñadas específicamente para optimizar el filtrado y mejorar la calidad de las visualizaciones en Power BI:

La **tabla calendario** es una tabla de dimensiones que facilita la gestión y análisis de datos temporales al permitir la relación de fechas entre distintas tablas. Su principal función es servir como referencia para filtrar y organizar los datos de las tablas de hechos, que en este caso incluyen revisiones, materiales, transformadores y consumos.

Esta tabla se genera estableciendo un rango de fechas desde la más antigua registrada en las revisiones hasta la más reciente. De esta manera, proporciona una estructura temporal uniforme que permite realizar análisis históricos, comparaciones y segmentaciones de datos de manera eficiente

La **Tabla de Proyecciones** almacena las proyecciones de presupuesto desde la base de datos y permite compararlas con el presupuesto ejecutado. Su objetivo es facilitar el análisis financiero y comparar con el gasto.

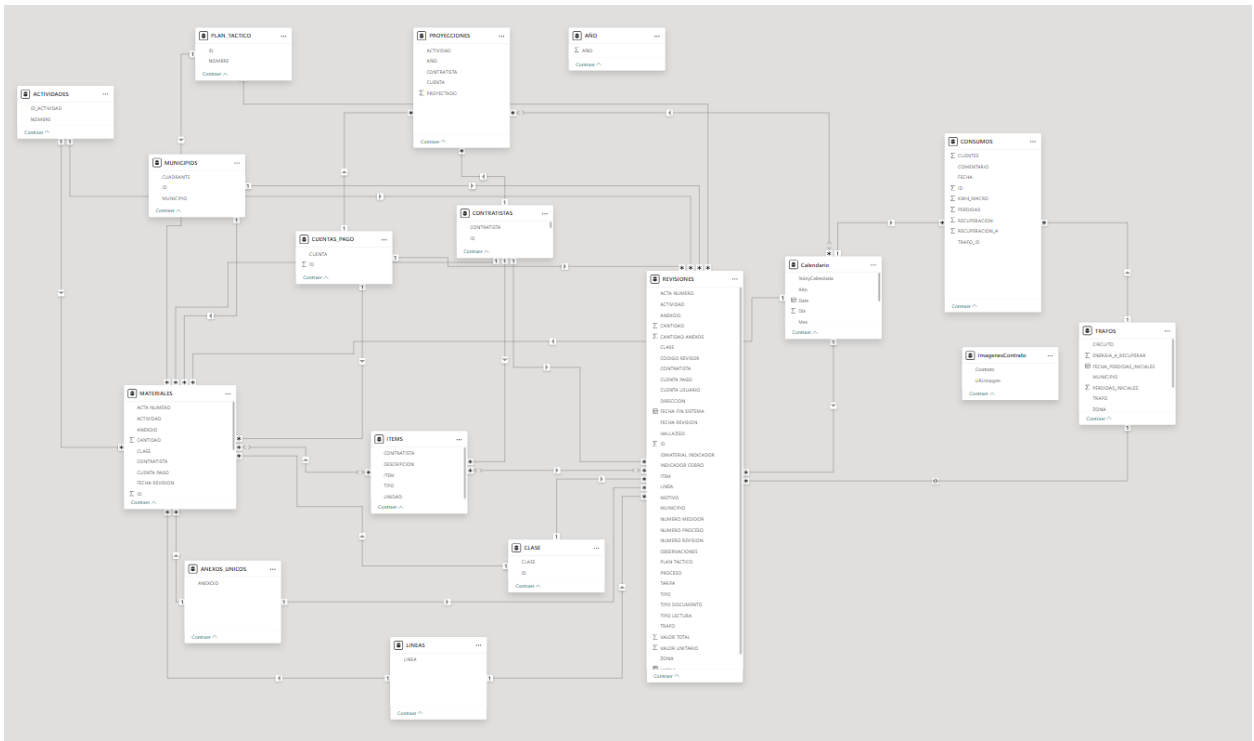
La **Tabla Clase** clasifica los registros como revisiones o actividades, diferenciando entre materiales y revisiones. Esto permite una visualización más clara de los datos.

Considerando las tablas de hechos, las tablas de dimensiones y las tablas intermedias de apoyo, se llevó a cabo un proceso de refinamiento del modelo de datos dentro de la interfaz de Power BI. Este ajuste permitió optimizar la estructura del modelo, asegurando una integración eficiente entre los distintos elementos para mejorar la visualización y el análisis de la información.

La Figura 12 muestra el modelo de datos integrado.

**Figura 12**

*Modelo de Datos del Reporte de PowerBI*



*Nota.* El modelo completo interviene algunas tablas específicas como clases que están destinadas a ayudar con la visualización.

### 7.2.1 Estructura del Reporte

El reporte de seguimiento presupuestal cuenta con cuatro vistas principales para el análisis de presupuesto y una vista adicional para datos de recuperación. Todas se presentan en páginas separadas, manteniendo una navegación uniforme en el reporte para facilitar el acceso a la información de manera clara y estructurada.

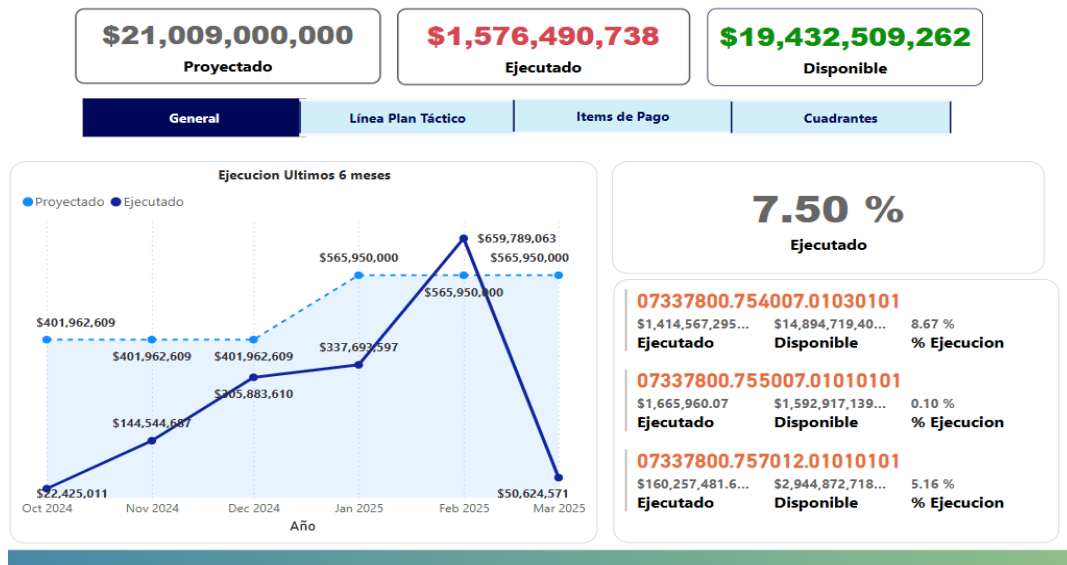
La Vista General muestra la ejecución presupuestal de los últimos seis meses en comparación con el presupuesto proyectado. Además, presenta la ejecución mensual basada en la

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

fecha de revisión e incluye un porcentaje de ejecución general, tanto por contrato como por cuenta de pago.

**Figura 13**

*Vista General de Presupuesto Ejecutado y distinción por Cuenta*



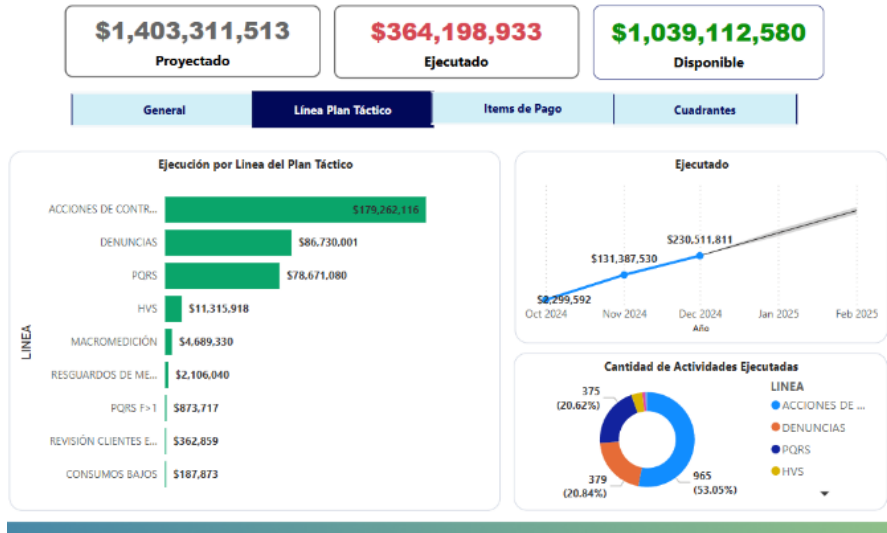
Esta vista es clave, ya que permite al administrador del contrato acceder a información crucial. Por ejemplo, facilita identificar casos como el de un contratista que ha ejecutado por debajo del presupuesto estimado durante los últimos seis meses, considerando los presupuestos asignados para 2024 y 2025. Esto brinda una herramienta práctica para analizar el desempeño y tomar decisiones informadas.

En la vista **Ejecución por Línea del Plan Táctico** se muestran las estrategias de operación divididas según el plan estratégico, ya sea en Reducción o Control. Permite evaluar cómo se ejecuta el presupuesto en cada línea del plan táctico, proporcionando una visión clara de la contribución de estas líneas a los objetivos estratégicos.

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

**Figura 14**

*Vista de la ejecución por la línea de plan táctico*



También se desarrolló la vista de **Ejecución de presupuesto por Ítem de Pago**. Esta vista detalla las actividades específicas realizadas dentro de cada línea del plan táctico. Es especialmente útil para analizar la ejecución a nivel de objetivos estratégicos y, al mismo tiempo, identificar las actividades más frecuentes y con mayor impacto en la facturación.

**Figura 15**

*Vista presupuesto Ejecutado por Item de Pago*

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA



Por último, la sección de **Ejecución por Cuadrante** organiza el presupuesto ejecutado por zonas geográficas, facilitando un análisis preciso del desempeño en cada región. Además, la gráfica de **Costo de Recuperación** se construyó con base en las métricas previamente calculadas, asegurando una representación clara y estructurada de los datos.

Este diseño estructurado facilita un monitoreo eficiente del presupuesto, garantizando una presentación clara y ordenada de la información. Las cuatro partes del resultado se han desarrollado en función de las necesidades específicas planteadas por el cliente.

## 7.3 Pruebas y Resultados

Se llevaron a cabo diversas pruebas para evaluar tanto la operatividad del sistema como la consistencia de los datos presentados. Tras la implementación del reporte, se verificó que los filtros y botones funcionen correctamente y cumplieran con las especificaciones indicadas en los requerimientos. Además, se realizaron pruebas adicionales de integración y operación para garantizar el óptimo desempeño del sistema.

**Tabla 3**

*Resumen de esquema de pruebas para reporte de visualización*

#	Tipo de Prueba	Objetivo
1	Pruebas de Conexión	Verificar la integración correcta de las fuentes de datos con Power BI.
2	Pruebas de Consistencia de Datos	Evaluar la integridad y coherencia de los datos importados.
3	Pruebas de Actualización de Datos	Verificar la actualización automática y periódica de los datos en el reporte.

### 1. Pruebas de Conexión

- **Objetivo:** Verificar que las fuentes de datos se carguen correctamente con PowerBI.
- **Descripción:** Se llevaron a cabo pruebas para establecer la conexión tanto de la base de datos como del archivo Excel del consolidado de anexos.
- **Resultados:**
  1. La conexión de la base de datos fue exitosa, permitiendo acceder a la información sobre facturación, proyecciones y recuperación.
  2. Se logró integrar el archivo Excel de consolidado de anexos, que contiene información sobre pagos del año fiscal. Esto asegura que todos los datos necesarios para el análisis presupuestal estén disponibles en el sistema.

### 2. Pruebas de Consistencia de Datos

- **Objetivo:** Evaluar la integridad y coherencia de los datos importados desde las fuentes de información.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

- **Descripción:** Se compararon los valores facturados consolidado de anexos, que resume lo facturado, con los datos provenientes de base datos, la prueba requirió aplicar filtros y métricas de suma entre revisiones y materiales.
- **Resultados:** Al realizar una suma de los datos ejecutados en el archivo Excel y aplicando filtros por anexo en Power BI, se observó que ambos resultados coincidían perfectamente. Esto valida que los datos importados son consistentes y se pueden utilizar para análisis precisos.

### 3. Pruebas de Actualización de Datos

- **Objetivo:** Comprobar que el reporte actualice los datos de manera automatizada y periódica.
- **Descripción:** Por medio de un Gateway, se configuró el reporte en Power BI para que los datos provenientes de la base de datos y del archivo Excel se actualicen diariamente, se agregó información a la base de datos durante una semana.
- **Resultados:** La actualización se realizó correctamente, al hacer revisiones manuales cada día, el valor total de ejecutado se actualizaba teniendo en cuenta los últimos datos agregados. Esta funcionalidad asegura que el reporte siempre presente información actualizada.

Además, se llevaron a cabo pruebas de usabilidad con los usuarios, quienes interactuaron con el informe sin recibir ningún tipo de instrucción. Los resultados fueron positivos, ya que lograron navegar entre las diferentes páginas y aplicar los filtros deseados sin dificultad.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

En términos generales, se concluye que el reporte cumple con la presentación de la información solicitada por los interesados. Además, el reporte se encuentra en línea y es accesible por los interesados. Los datos se sincronizan automáticamente con los valores almacenados en la base de datos, garantizando su actualización constante. Según las pruebas realizadas con los usuarios, el reporte resulta intuitivo y fácil de utilizar.

## **8. Procesos de Facturación y Validación**

La automatización de procesos intermedios resultó fundamental para optimizar el flujo del trabajo, abordando problemas como las tareas repetitivas y las necesidades específicas del negocio, entre ellas la desactualización de las reglas de validación frente a la entrada de nuevos contratistas. En este capítulo se abordará cómo fue el proceso para desarrollar soluciones para ambos casos, describiendo el método utilizado, las pruebas realizadas y las conclusiones obtenidas a partir de los resultados.

### **8.1 Análisis y Diseño**

Para el análisis y diseño de las automatizaciones, fue indispensable revisar el proceso junto con los involucrados para identificar las tareas más viables de optimizar. A continuación, se presenta el análisis del proceso. En el caso de las reglas, se siguieron las directrices establecidas por la administración, enfocándose principalmente en trasladar la lógica del negocio a la programación y realizar las pruebas correspondientes.

En esta sección se presentarán los requerimientos funcionales y no funcionales identificados para la solución.

#### ***8.1.1 Requerimientos Funcionales***

##### **RF01 - Actualización de reglas de validación de actividades**

**Descripción:** Se deben actualizar las reglas de validación del algoritmo existente de forma que se ajusten a los criterios de los contratos vigentes.

**Criterios de Aceptación:**

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

- El algoritmo de validación debe validar actividades aplicando las reglas de facturación definidas para pertinentes a los contratos vigentes.
- Se debe validar que las nuevas reglas no generen errores en la ejecución del código.

### **RF02 – Automatización de estilos en los anexos**

#### **Descripción:**

El algoritmo de generación de anexos debe aplicar estilos definidos por el usuario a los anexos generados.

#### **Criterios de Aceptación:**

- El algoritmo de anexos debe generar los nuevos anexos con las actividades validadas y con el formato de estilos deseados como colores, fuentes y formatos de tabla.
- El sistema debe generar actas resumen para los anexos con las actividades aprobadas.

### **RF03 – Generación automática del acta**

#### **Descripción:**

El algoritmo de generación de anexos debe generar de forma automática el acta del anexo en formato Word. El acta debe ser lo más parecido al formato actual que se usa actualmente.

#### **Criterios de Aceptación:**

- El sistema genera el acta relacionada al anexo de Excel en formato Word.
- El acta contiene la misma información y estilos de las actas que se hacen manuales.

## ***8.1.2 Requerimientos No Funcionales***

### **RNF 01 - Estructura unificada de scripts**

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

### **Descripción:**

Se debe mantener la misma cantidad de archivos de scripts actualmente utilizados, evitando la fragmentación del código para facilitar su uso. Esto permitirá a los usuarios acceder a las funciones necesarias sin necesidad de buscar en múltiples archivos, especialmente en el proceso de generación de actas. Actualmente hay un script para validación y uno para generación de anexos.

### **Criterios de Aceptación:**

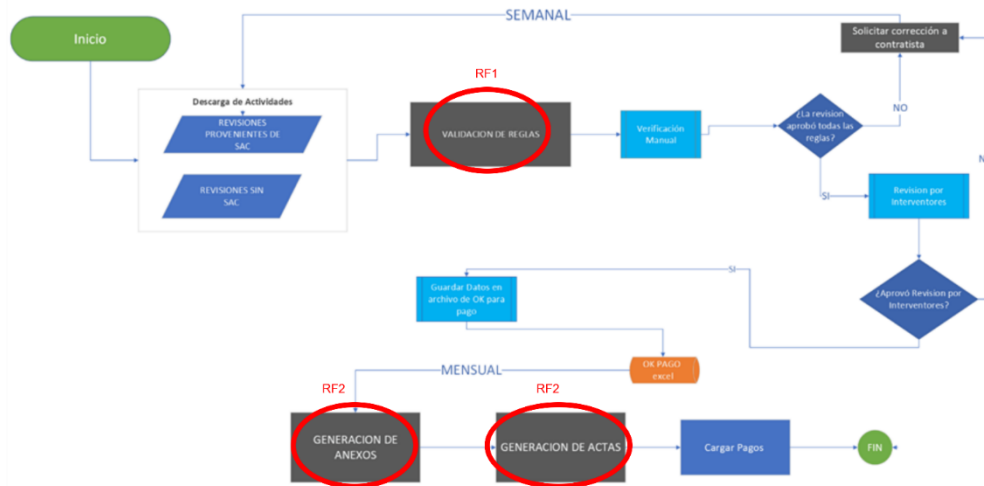
- La validación de reglas se efectúa mediante un único script.
- La generación de anexos y actas se realiza mediante un solo script con entradas y salidas necesarias.

Las reglas anteriores nos permiten definir de forma clara y medible cuál debe ser el alcance de la actualización y nuevas funcionalidades. Ahora es necesario identificar qué partes del proceso de facturación se debe intervenir para dar cumplimiento a los requerimientos.

En la Figura 16, se observa el proceso general de facturación, destacando en círculo rojo las partes del flujo que corresponden a los requerimientos funcionales identificados. Esto permite visualizar claramente cómo se relacionan las necesidades con las etapas específicas del proceso.

**Figura 16**

*Flujo del Proceso de Facturación referenciando las partes intervenidas*



Este análisis permitió sentar las bases para la implementación de los algoritmos de automatización. Aunque es posible que existan otros procesos intermedios susceptibles de automatización, el alcance de este proyecto se centró específicamente en tres áreas clave: la validación de reglas, la creación de formatos de anexos y la generación de actas. Estas fases fueron priorizadas para maximizar el impacto y cumplir con los objetivos establecidos.

## 8.2 Implementación

La implementación se dividió en dos partes principales para garantizar un desarrollo eficiente y organizado: la validación de reglas, enfocada en verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos para las actividades de los contratistas, y la generación de anexos y actas, que automatizó el proceso de creación de documentos, optimizando el tiempo de preparación y reduciendo significativamente las tareas manuales.

### ***8.2.1 Validación de Reglas***

En la implementación de las reglas de validación, se incluyó la configuración de un nuevo contratista dentro de los scripts. Se definieron un total de 21 reglas de validación, algunas de ellas con casos especiales. Entre las principales validaciones incorporadas en los scripts, se encuentran:

- **Control de jornada laboral:** Se verifica que la cantidad de horas diarias trabajadas por técnico revisor no supere las 9 horas establecidas.
- **Validación de calidad de datos:** Se asegura que los campos numéricos contienen valores válidos y que los datos ingresados cumplan con los formatos requeridos.
- **Generación de reportes de alertas:** Se identifican técnicos que están ejecutando actividades entre 7 y 8 horas diarias, además de revisar actividades adicionales registradas.
- **Reglas específicas del negocio:** Se han incorporado validaciones adicionales que, por motivos de confidencialidad, no se detallan en este documento.

### ***8.2.2 Anexos y Actas***

Se implementaron varias mejoras en la generación de anexos Figura 17 con el objetivo de optimizar su presentación y reducir la necesidad de ajustes manuales. Entre las modificaciones realizadas, se incluyen:

- **Incorporación de colores y formatos:** Se aplicaron estilos visuales para resaltar información clave, facilitando su interpretación.
- **Adición de firmas:** Se incluyeron los espacios y formatos necesarios para la firma de los responsables, asegurando que el documento cumpla con los requisitos oficiales.
- **Columnas adicionales:** Se añadieron campos solicitados por el área financiera para mejorar el detalle de la información presentada.

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

**Figura 17**

*Generación de Anexos con Estilos e Información Adicional*

The diagram illustrates the transformation of an Excel spreadsheet into a structured report format. A green arrow points from the original spreadsheet on the left to the updated report on the right.

**Original Spreadsheet (Left):**

		USUARIO	430
		USUARIO	100
		USUARIO	1400
		USUARIO	100
		USUARIO	430
		USUARIO	3000
Valor ejecutado (\$)		\$	164.157.505,13
MIS IVA		\$	31.189.394
TOTAL		\$	195.347.431
<b>MUNICIPIOS DE ACCION</b>		<b>EJECUTADO</b>	
BOYACÁ		\$	10.174,18
CANTÓN		\$	1.000,00
EL CAJÓN		\$	10.707,00
LA GUAZACA		\$	1.000,00
PUERTO PARÍS		\$	474.126,00
PUERTO VALCABON		\$	3.000,00
SANTAFÉ		\$	110.000,00
SANTANDER		\$	4.000,00
Total general		\$	164.157.505,13

**Updated Report (Right):**

1

Valor ejecutado (\$)		\$	164.157.505,13
MIS IVA		\$	31.189.394,00
TOTAL		\$	195.347.431,00

2

MUNICIPIOS DE ACCION	BASE	REAJUSTE	TOTAL
BOYACÁ	\$ 10.174,18	\$ 0,00	\$ 10.174,18
CANTÓN	\$ 1.000,00	\$ 0,00	\$ 1.000,00
EL CAJÓN	\$ 10.707,00	\$ 0,00	\$ 10.707,00
LA GUAZACA	\$ 1.000,00	\$ 0,00	\$ 1.000,00
PUERTO PARÍS	\$ 474.126,00	\$ 0,00	\$ 474.126,00
PUERTO VALCABON	\$ 3.000,00	\$ 0,00	\$ 3.000,00
SANTAFÉ	\$ 110.000,00	\$ 0,00	\$ 110.000,00
SANTANDER	\$ 4.000,00	\$ 0,00	\$ 4.000,00
<b>Total general</b>	<b>\$ 164.157.505,13</b>	<b>\$ 0,00</b>	<b>\$ 164.157.505,13</b>

3

ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.	ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.	ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.
NOMBRE APELLIDO APELLIDO	NOMBRE APELLIDO APELLIDO	NOMBRE APELLIDO APELLIDO
Profesional 2 SCDN	Profesional 4 SCDN	Profesional 4 SCDN

*Nota.* A la izquierda se muestra el formato anterior de los anexos generados con el código antiguo, mientras que a la derecha se presenta el formato actualizado con las mejoras en el código de anexos.

Para la modificación de los archivos Excel, la aplicación de formatos y la inclusión de firmas, se utilizaron las librerías de Python *openpyxl*, que permite interactuar con las hojas de cálculo y aplicar estilos similares a los de Microsoft Excel. Para la generación de actas, se empleó una plantilla base, y la estructuración del documento se realizó con la librería *python-docx*.

El proceso de generación de actas y anexos se realiza mediante la modificación de una plantilla existente. En el caso de los anexos, se parte de una plantilla en Excel que requiere el llenado de tres hojas: Datos generales del anexo, actividades en formato específico definido por la empresa, Consolidado (formato de actividades facturadas listo para su carga en la base de datos).

**Figura 18**

*Plantilla para la generación de actas de pago*



**ACTA DE EJECUCIÓN MENSUAL, AVANCE, RECIBO PARCIAL**

ACTA NÚMERO : var\_acta\_numero  
CONTRATO -CW : var\_contrato\_cw  
OBJETO : var\_objeto  
  
CONTRATISTA : var\_contratista  
VALOR CONTRATO : var\_valor\_contrato  
PRESUPUESTO EJECUTADO : var\_presupuesto\_ejecutado  
VALOR DEL PAGO : var\_valor\_pago

El día var\_fecha, en las oficinas de Electrificadora de Santander S.A. ESP, Bucaramanga, se reunieron en su calidad de Gestor Administrativo del contrato y var\_nombre\_contratista en representación de la firma var\_contratista con el fin de liquidar los siguientes conceptos, así como sus lugares de desarrollo:

XX\_TABLE1

XX\_TABLE2

*Nota.* La imagen es una parte del acta, se parametrizaron los campos definidos para ser llenados en la ejecución de los algoritmos de generación de anexos. Este es un documento se genera con cada anexo.

Por otro lado, la generación del acta se realizó utilizando la plantilla mostrada en la Figura 18 que es la misma plantilla que se usa para hacer las actas manuales. Se empleó la librería *python-docx*, que permitió actualizar los textos parametrizados dentro del documento como se muestra en la figura. Como se puede apreciar en la imagen, con el uso nombres que inician con el patrón **var\_** se parametrizan los valores dentro de la plantilla para el acta. Los valores se modifican directamente desde el algoritmo. Los tipos de valores a parametrizados de

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

distintos tipos incluyen valores monetarios, nombres, fechas, e incluso tablas completas. Esta estrategia ayuda a que futuros soportes entiendan fácilmente el funcionamiento y relación entre la plantilla y el algoritmo.

### 8.3 Pruebas y Resultados

En esta sección se describe una serie de pruebas realizadas a los algoritmos de automatización, cuyo propósito fue evaluar su funcionamiento y desempeño. Se analizarán los resultados obtenidos durante estas pruebas, destacando los aspectos clave relacionados con su efectividad y los ajustes necesarios para optimizar su operación.

**Tabla 4**

*Resumen de esquema de pruebas para algoritmos de automatización*

#	Tipo de Prueba	Objetivo
1	Validación de Reglas de Carga Laboral	Verificar que el algoritmo identifique correctamente excesos en horas trabajadas por técnicos.
2	Generación de Actas Únicas y Múltiples	Evaluar la generación automática de anexos por contratista.
3	Pruebas con Archivos de Revisiones y Materiales	Evaluar que el algoritmo genere anexos y actas correctamente tanto para entradas de revisiones como para materiales.

#### 8.3.1 Pruebas para la Validación de Reglas

##### 1. Reglas de Carga Laboral

###### **Descripción:**

Se utilizó un archivo Excel con un subconjunto de datos de producción, previamente analizado con los resultados esperados según ciertas reglas. La validación se centró en las

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

reglas relacionadas con la cantidad de horas diarias trabajadas por los técnicos revisores, incluyendo una combinación de ítems de horas y actividades.

### **Resultados:**

1. El código realizó correctamente la validación, rechazando aquellas reglas que excedían la carga laboral permitida  $> 8$ .
2. Se generó un reporte con los técnicos que presentan posibles irregularidades en el registro de horas, específicamente aquellos con actividad entre 7 y 8 horas diarias, además de otras tareas adicionales.

Este proceso de validación garantiza la integridad y precisión de los datos utilizados en el análisis, contribuyendo a una gestión eficiente y confiable. Después de haber hecho una prueba individual de una regla particular, se ejecutó el algoritmo de validación con un grupo de datos reales y se obtuvieron los resultados con respecto a la ejecución. En resumen, el código de validación de reglas entrega varios archivos Excel con la siguiente información cada uno: Excel con las reglas aprobadas por contrato, Excel con reglas rechazadas por contratos, Excel con reporte de sobrecarga laboral diaria, imagen resumen de reglas aprobadas vs rechazadas Figura 19. A continuación, la Tabla 5 *Resultados de la Ejecución del Algoritmo de validación de Reglas* muestra el resumen de una ejecución de reglas de validación con los resultados obtenidos en sobre el desempeño del algoritmo.

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

**Tabla 5**

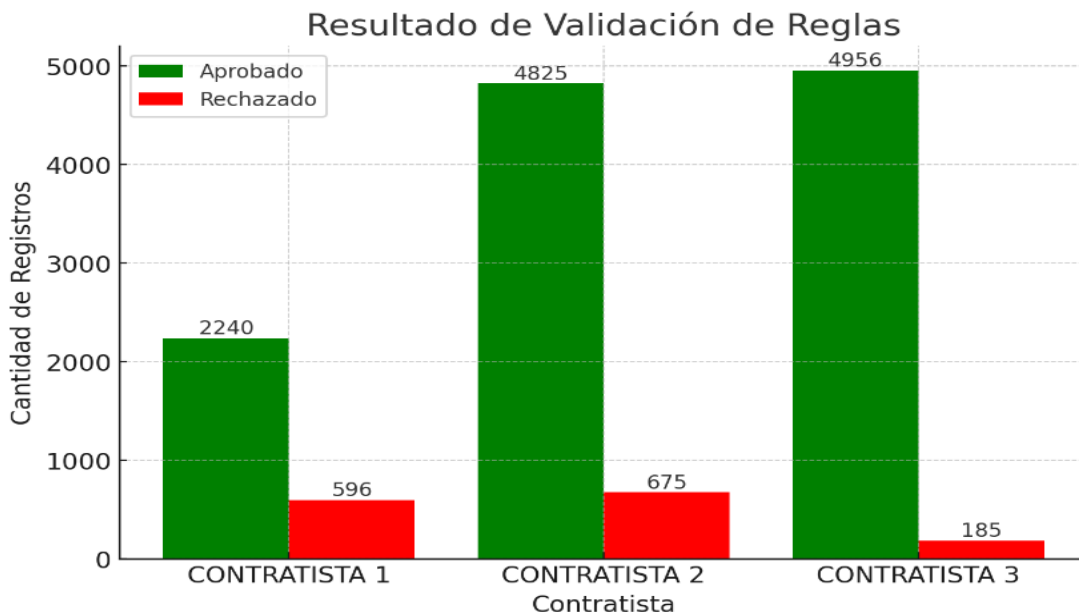
*Resultados de la Ejecución del Algoritmo de validación de Reglas*

Métrica	Valor
Tiempo de ejecución Total	13.38 minutos
Cantidad de registros procesados	13,677 filas
Cantidad de columnas	70 columnas

*Nota.* El tiempo total incluye la lectura del archivo descargado de revisiones que fueron 3 minutos 18 segundos, más la lectura de otros archivos adicionales 4 segundos

**Figura 19**

*Ejemplo de imagen resumen de la validación de reglas*



Como se observa en la Figura 19, el algoritmo genera un resumen visual de la validación, esto muestra una un resultado global de la validación de forma visual, esto puede ayudar a detectar

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

problemas comunes cuando algún contratista tiene más rechazos de lo normal. En general el algoritmo de validación presentó un rendimiento favorable con respecto a la ejecución, con tiempo alrededor de los 13 minutos para cantidades de actividades promedio. Asimismo, el algoritmo de validación mostró efectividad en la validación de las reglas probadas y en general de las reglas por validaciones propias del responsable de validación, en este sentido se puede afirmar el cumplimiento de los requerimientos.

### ***8.3.2 Esquema para la Generación de Anexos y Actas***

Este esquema se centra en un segundo algoritmo: el de generación de anexos, el cual ya se encontraba en funcionamiento. No obstante, similar a el código de validación de reglas, no tenía suficiente alcance a las necesidades recientes. A continuación, se muestran los requerimientos para este algoritmo.

#### **1. Generación de Actas Únicas y Múltiples**

##### **Descripción:**

Se utilizó una sábana de actividades que incluía todas las tareas realizadas por cada contratista, abarcando varias actividades por contratista.

##### **Resultados:**

1. El algoritmo generó los anexos correspondientes en formato Excel, respetando el estilo esperado.
2. Las actas se produjeron con la información específica para cada contratista y actividad registrada.

**Corrección de Errores:**

Durante la generación de las actas, se identificó un error en el cálculo del valor ejecutado, ya que incluía el anexo que se estaba generando. Para corregirlo:

- Se ajustó el algoritmo, reubicando el cálculo del valor ejecutado para evitar que el cálculo de presupuesto ejecutado incluyera el anexo que se estaba generando.

**2. Pruebas con Archivos de Revisiones y Materiales**

**Descripción:**

Se realizó la prueba de pasar al algoritmo archivos tanto de revisiones y materiales. En este caso el algoritmo debía reconocer el tipo de información ingresado y generar el respectivo anexo y acta.

**Resultados:**

1. El algoritmo generó correctamente los anexos y actas para cada tipo de archivo, cumpliendo con las expectativas.

**8.3.3 Resultados generales**

En cuanto a la validación de reglas, el código se desempeñó correctamente con los diferentes tipos de entradas revisiones y materiales. Con respecto a la documentación de los algoritmos, están debidamente documentados mediante comentarios y apoyado con imágenes que se comparten con los contratistas, permitiéndoles comprender las reglas aplicables a las actividades que envían. El algoritmo de validación de reglas se ejecuta sin errores y es efectivo a las reglas de validación. Estas reglas funcionan para todos los contratos actuales, aunque deben ajustarse

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

parámetros si se desea incluir nuevos contratos. Sin embargo, dado que los cambios de contratistas están previstos hasta la finalización de los contratos, que será en 2027, el sistema se mantiene funcional en su estado actual.

Por otro lado, tras conversar con la persona encargada de generar anexos y actas, se concluyó que el tiempo promedio de elaboración era de 25 a 30 minutos por cada anexo y su correspondiente acta. Con la implementación de las nuevas características, se ha reducido significativamente el tiempo requerido en procesos repetitivos. El usuario solo necesita abrir el acta en Word y realizar ajustes menores, como incluir espacios o formatos adicionales.

La generación automatizada de anexos también permitió un ahorro aproximado de 10 minutos en tareas mecánicas, como la colocación de formatos para firmas y ajustes de estilos. En general, esta automatización ha reducido en un 90% el tiempo necesario para preparar estos documentos, dejando únicamente modificaciones menores en la mayoría de los casos.

## 9. Conclusiones

Este trabajo ha representado un avance significativo en la gestión del área de Reducción y Control, proporcionando un sistema de visualización para el análisis de la información operativa y presupuestal y optimizando procesos intermedios.

Uno de los logros ha sido la automatización de procesos manuales y demandaban una gran cantidad de tiempo y esfuerzo. Con un ahorro de cerca de 30 minutos por anexo, se ha liberado de carga mecánica al trabajador responsable de la generación de actas y anexos. Ahora este puede emplear ese tiempo en temas de revisión. De igual forma, la generación automatizada de anexos y actas ha optimizado la gestión documental, manteniendo una estandarización para la información de facturación y facilitando recursos de soporte para auditorías.

Por otra parte, la validación de actividades mediante algoritmos ha aumentado el grado de rigor en la facturación gracias a la actualización e implementación de nuevas reglas. Estos cambios reducen errores humanos y mejoran la confiabilidad de la validación.

Desde una perspectiva estratégica, este desarrollo ha fortalecido la capacidad del área para tomar decisiones sobre la proyección presupuestal y cambios en la gestión operativa. Al contar con información consolidada accesible y actualizada, los responsables de la planificación pueden tomar decisiones fundamentadas en hechos, asignando los recursos en base a patrones identificados y priorizando aquellas acciones que generan mayor valor para la empresa.

Además, este sistema ha sentado un precedente en el uso de frameworks como Django, con la interfaz de carga de datos. Esto no es común dentro del desarrollo de tecnologías en la empresa dado que usualmente todo se genera con herramientas de la suite de Microsoft. Finalmente, la centralización de datos de facturación en un formato estándar ha permitido no solo llevar a cabo

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

análisis con herramientas de visualización, sino que ha facilitado el acceso a los datos desde otros proyectos del área.

### **10. Recomendaciones**

A partir del desarrollo de este trabajo, se identifican varias oportunidades de mejora que permitirían escalar y optimizar aún más el proceso. Una de las principales mejoras a implementar es la automatización de la validación de reglas en el ámbito de la interventoría. Actualmente, muchas verificaciones se realizan de forma manual, a pesar de que siguen patrones lógicos que podrían ser replicados mediante programación. Implementar un sistema de validación automática no solo reduciría la carga operativa, sino que también minimizaría errores humanos y mejoraría la trazabilidad de la información. Además, si se cuenta con acceso a otros sistemas de verificación, se podrían realizar comparaciones automáticas para asegurar la consistencia de los datos.

Otra área clave de mejora es la integración de la interfaz de generación de anexos y actas con la aplicación de carga de datos. Al unificar ambas funciones en una misma plataforma, se lograría agilizar el flujo de trabajo, permitiendo que los documentos que sean generados directamente por los algoritmos de generación de anexos se carguen automáticamente a la base de datos.

Más allá de estas mejoras puntuales, una visión a futuro contempla la creación de una plataforma integral que concentre todas las herramientas en un solo entorno. Esta aplicación funcionaría como un *toolset* de facturación, donde contratistas, validadores, interventores y administrativos tendrían acceso a un sistema unificado para gestionar sus procesos. Un entorno así permitiría no solo monitorear la facturación en sus distintas etapas, sino también dar seguimiento en tiempo real a las actividades en curso, las rechazadas y las aprobadas. Con una solución de este

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

tipo, sería posible mejorar las estimaciones y brindar apoyo más sólido a la toma de decisiones estratégicas dentro de la organización.

### Referencias

- BIMEX Analytics . (14 de Septiembre de 2023). *Business intelligence y visualización de datos: beneficios y herramientas imprescindibles*. Obtenido de BIMEX Analytics: <https://bimexanalytics.com/blog/la-visualizacion-de-datos-es-un-elemento-fundamental-del-business-intelligence-bi-se-trata-de-representar-graficamente-datos-complejos-para-convertirlos-en-informacion-comprensible-y-accesible/>
- Cruañes, H. (22 de 11 de 2024). *Qué es Business Intelligence y cuáles son sus ventajas*. Obtenido de Hiberus blog: <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/business-intelligence/>
- DGCloud. (26 de 01 de 2022). *¿Qué es la Gestión de la Información?* Obtenido de DG Cloud - Tecnología Acessivel: <https://dgcloud.com.br/es/que-es-la-gestion-de-la-informacion/>
- Gartner. (2023). *Gartner.es*. Obtenido de Novedades del Hype Cycle de Gartner para las tecnologías emergentes 2023: <https://www.gartner.es/es/articulos/novedades-del-hype-cycle-de-gartner-para-las-tecnologias-emergentes-2023>
- IBM. (s.f.). *IBM.com*. Obtenido de Data architecture: <https://www.ibm.com/es-es/topics/data-architecture>
- Qubole. (s.f.). *Qubole.com*. Obtenido de Data lakes vs. data warehouses: The co-existence argument: <https://www.qubole.com/data-lakes-vs-data-warehouses-the-co-existence-argument>
- Siemens. (s.f.). *Siemens.com*. Recuperado el 2025, de Distribution Automation Box: <https://www.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/distribution-automation/distribution-automation-box.html>

## SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

Tableau. (s.f.). *Tableau.com*. Obtenido de ¿Qué es el business intelligence? Tu guía para la inteligencia de negocios y por qué es importante.: <https://www.tableau.com/es-mx/learn/articles/business-intelligence>

# SISTEMA DE MONITOREO PRESUPUESTAL Y OPERATIVO EN ESSA

## **Apéndices**

**Apéndice A** Formato de arquitectura de la solución ESSA (Incluidos Con el Documento)

**Apéndice B** Algoritmos para transformación y carga de información de facturación y transformadores (Incluidos Con el Documento)