



**TRABAJO DE GRADO**  
**Opción Seminario-Diplomado.**

Automatización de la Gestión de Lecturas de Energía Eléctrica usando IA

Corporación Universitaria Remington.  
Facultad de Ingenierías  
Ingeniería de sistemas - Ingeniería industrial

Luis Carlos Murillo Lopez  
Brayan Andres Chaparro Chaparro  
Yaritzza Rodriguez Cañizares  
Tutor: Luis Camargo Ortega  
Opción de Trabajo de grado Seminario.  
2025.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis compañeros de equipo, cuyo compromiso, disciplina y sentido de colaboración fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este proyecto. Su dedicación y esfuerzo conjunto reflejan el valor del trabajo en equipo en la construcción del conocimiento

De igual manera, a todas las personas que promueven y confían en el uso responsable de la tecnología como medio de contribuir al progreso y bienestar de la sociedad

## **Agradecimientos**

Agradecemos a la Corporación Universitaria Remington y a la Facultad de Ingenierías por promover el uso de la tecnología como herramienta para la innovación.

El presente proyecto, que consiste en la automatización del proceso de lectura de medidores de energía utilizando inteligencia artificial y su integración con Google Sheets, es evidencia del potencial transformador de la educación tecnológica aplicada.

Extendemos nuestro reconocimiento al docente del seminario de automatización con n8n, por su acompañamiento, experiencia y compromiso con el aprendizaje práctico.

Finalmente, agradecemos a nuestras familias, por su constante apoyo y aliento durante el desarrollo de este proceso académico.

## Tabla de Contenidos

### Contenido

Resumen .....	5
Marco Conceptual y Contextual.....	6
Fase 1: Captura y Clasificación de Imágenes desde Telegram.....	7
Fase 2: Descarga y Conversión de Imágenes a Base64 .....	8
Fase 3: Extracción de Datos mediante Inteligencia Artificial .....	9
Fase 5: Enriquecimiento de Datos y Almacenamiento en Google Sheets .....	10
Conclusiones.....	11
Referencias .....	12

## **Resumen**

El presente proyecto aborda la problemática de la captura manual de datos en campo para la lectura de contadores de energía, un proceso históricamente susceptible a errores de transcripción y demoras operativas.

Se diseñó e implementó un Sistema de Lectura de Medidores Automatizado que integra tecnologías de comunicación y de inteligencia artificial para digitalizar y validar la información en tiempo real.

## Marco Conceptual y Contextual

### Contexto del problema

La lectura manual de medidores eléctricos en empresas e instituciones representa un proceso ineficiente, propenso a errores de transcripción y que consume recursos significativos de personal. En el contexto colombiano, donde la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) promueve la digitalización del sector energético, existe una oportunidad clara para implementar soluciones tecnológicas que automaticen este proceso.

### Conceptos fundamentales

**Automatización de flujos de trabajo:** Uso de plataformas como n8n para ejecutar procesos recurrentes sin intervención manual, mediante la integración visual de servicios y APIs. Permite a usuarios sin conocimientos avanzados de programación crear soluciones empresariales complejas.

**Inteligencia Artificial multimodal:** Modelos de lenguaje como Google Gemini que combinan procesamiento de texto e imágenes. Utilizan arquitecturas de transformadores para extraer información estructurada de fotografías, identificando números, texto y contextos específicos incluso bajo condiciones no ideales (reflejos, ángulos oblicuos).

**Interfaces conversacionales:** Telegram como plataforma de captura de datos en campo. Su API robusta y adopción generalizada la convierte en una interfaz de usuario accesible que elimina barreras de adopción tecnológica, permitiendo a usuarios enviar fotografías desde dispositivos móviles sin aplicaciones especializadas.

**Almacenamiento Cloud:** Google Sheets como repositorio estructurado accesible desde cualquier dispositivo. Su API permite integración programática, facilitando centralización de datos, análisis colaborativo y generación de reportes en tiempo real sin necesidad de infraestructura local.

### Justificación técnica

La convergencia actual de APIs públicas, modelos de IA accesibles y plataformas de automatización no-code ha democratizado el desarrollo de soluciones empresariales. Este proyecto aprovecha esta convergencia para crear un sistema que:

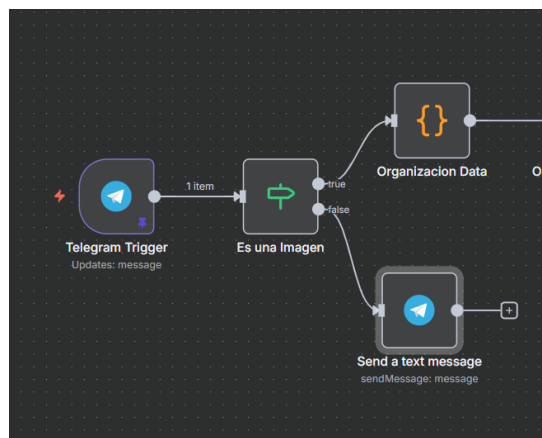
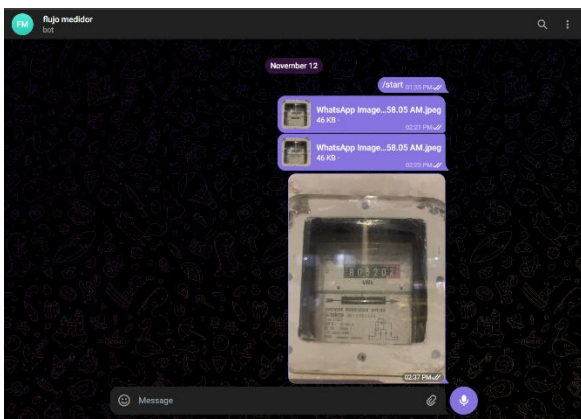
- Reduce errores de transcripción mediante extracción automática de datos
- Proporciona trazabilidad completa (quién, cuándo, qué se registró)
- Centraliza información en tiempo real
- Escala sin incremento proporcional de recursos
- Implementa tecnología accesible sin inversiones significativas

### Alcance del sistema

El sistema abarca la captura de imágenes de medidores eléctricos vía Telegram, procesamiento mediante visión artificial para extraer identificación del medidor, voltaje, consumo en kWh y estado operacional, almacenamiento estructurado con metadatos de auditoría, y notificaciones automáticas de confirmación al usuario.

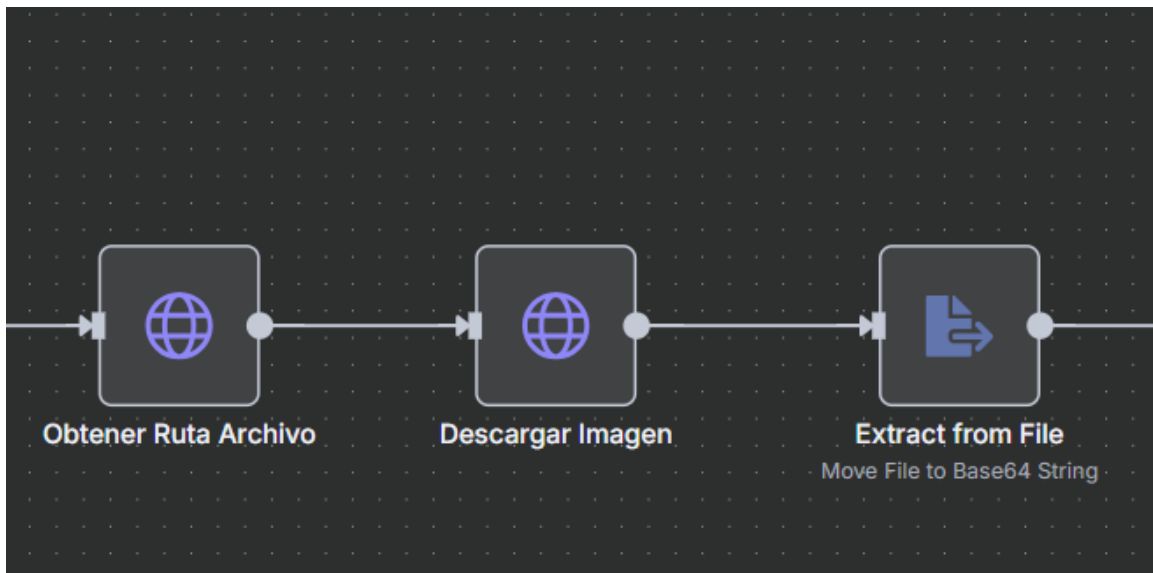
## Fase 1: Captura y Clasificación de Imágenes desde Telegram

En esta etapa se implementó el sistema de captura de datos mediante Telegram. Se configuró un nodo Telegram Trigger que recibe todos los mensajes enviados al bot. Posteriormente, se agregó un nodo IF (condicional) que clasifica si el mensaje recibido es texto plano o contiene una imagen (photo o document). Si el mensaje contiene una imagen, el flujo continúa hacia un nodo Code que organiza y estructura los datos binarios para su posterior procesamiento.



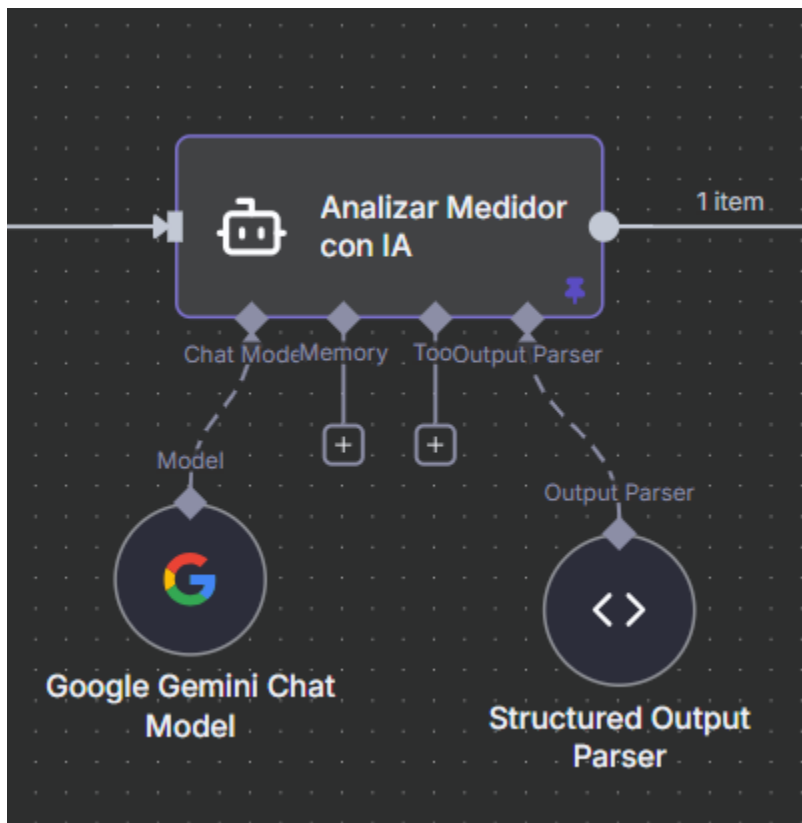
## Fase 2: Descarga y Conversión de Imágenes a Base64

En esta etapa se implementó el proceso de obtención y transformación de las imágenes. Primero, mediante un nodo HTTP Request se consulta la API de Telegram para obtener la ruta del archivo (file\_path) usando el file\_id extraído previamente. Posteriormente, un segundo nodo HTTP Request descarga la imagen completa en formato binario desde los servidores de Telegram. Finalmente, un nodo Code convierte la imagen binaria al formato Base64, preparándola para ser procesada por el modelo de inteligencia artificial Google Gemini, ya que este formato facilita la transmisión de imágenes a través de APIs.



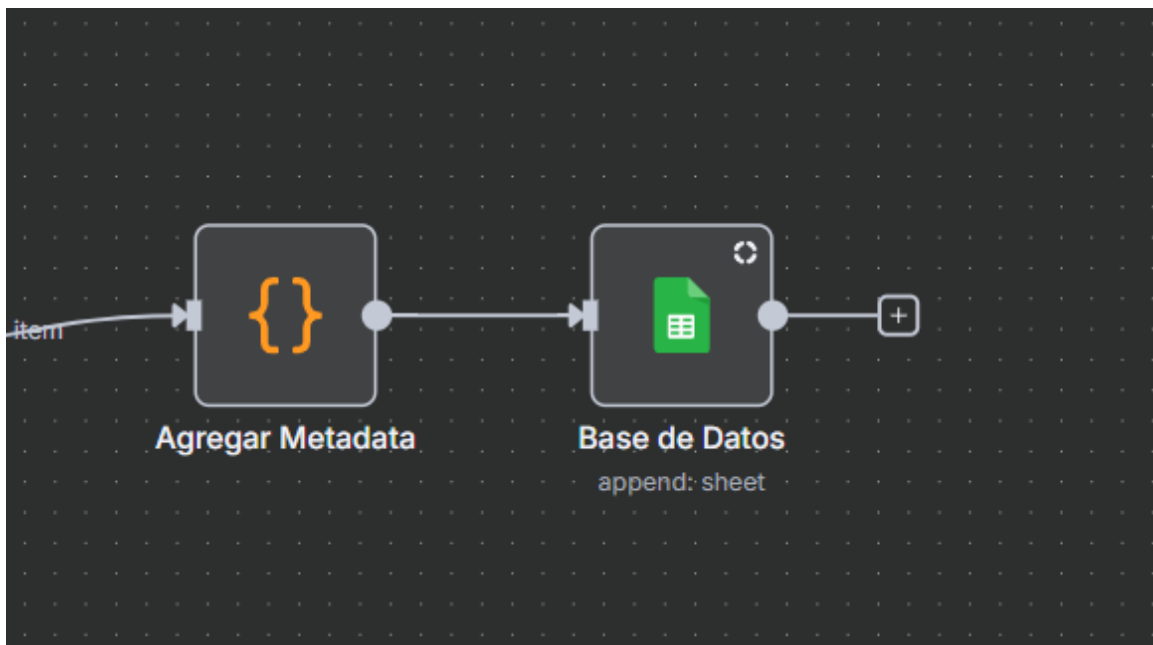
### Fase 3: Extracción de Datos mediante Inteligencia Artificial

En esta etapa se implementó el nodo de análisis con Google Gemini (modelo gemini-2.5-flash) para procesar la imagen del medidor eléctrico. El modelo de IA multimodal recibe la imagen en formato Base64 junto con un prompt específicamente diseñado que instruye al modelo a identificar y extraer cuatro campos críticos: identificación del medidor (id\_medidor), voltaje nominal, consumo acumulado en kWh y descripción del estado operacional. El modelo analiza visualmente la imagen, identifica los números y texto relevantes, y devuelve los datos estructurados en formato JSON, listos para ser almacenados en la hoja de cálculo de Google.



## Fase 5: Enriquecimiento de Datos y Almacenamiento en Google Sheets

En esta etapa se implementó la adición de metadatos críticos para auditoría y trazabilidad. Mediante un nodo Code, se enriquecieron los datos extraídos del medidor con tres campos adicionales: chat\_id (identificador único del usuario en Telegram), usuario\_telegram (nombre del usuario que envió la imagen) y fecha\_registro (timestamp en formato colombiano). Estos metadatos permiten rastrear quién realizó cada lectura y cuándo se registró. Posteriormente, mediante el nodo Google Sheets, toda la información procesada y enriquecida se almacena automáticamente en una hoja de cálculo, creando un registro permanente y centralizado accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet.



## Conclusiones

El desarrollo de este sistema automatizado de lectura de medidores eléctricos mediante n8n y tecnología de visión artificial representa una solución innovadora para la gestión y monitoreo del consumo energético. A través de la implementación de un flujo de trabajo que integra Telegram como interfaz de usuario, Google Gemini como motor de análisis de imágenes y Google Sheets como repositorio de datos, se logró crear una herramienta accesible y eficiente que optimiza el proceso de registro de lecturas de medidores.

## Referencias

1. **n8n**. *Documentación de la herramienta de automatización de flujos de trabajo.*  
<https://docs.n8n.io/>
2. **Telegram**. *Documentación de la API de bots de Telegram.*  
<https://core.telegram.org/bots/api>
3. **Google**. *Documentación de la API de Google Sheets.*  
<https://developers.google.com/sheets/api>