



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

**Optimización y Monitoreo De Procesos Administrativos y Operativos en el Área
HSEQ - O&M Hidro Colombia y Centroamérica del Grupo Enel**

Iván Darío Porras Piñeres

Facultad de Ingeniería Electrónica, Universidad Santo Tomás seccional Tunja

PhD. M.Sc. Esp. Ing. Luis Fredy Sosa Quintero

Tunja, Boyacá, Colombia

20 de septiembre de 2023



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

**Optimización y Monitoreo De Procesos Administrativos y Operativos en el Área
HSEQ - O&M Hidro Colombia y Centroamérica del Grupo Enel**

Desarrollado por:

Iván Darío Porras Piñeres

Dirigido por:

PhD. M.Sc. Esp. Ing. Luis Fredy Sosa Quintero

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Electrónica

Tunja, Boyacá, Colombia

2023

Exoneración de Responsabilidades

Los conceptos, prácticas, análisis, conclusiones y demás desarrollos llevados a cabo en este proyecto y plasmados en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan de alguna manera la opinión de la Universidad Santo Tomás ni de ninguna de sus dependencias.

Iván Darío Porras Piñeres

Notas de Aceptación

Firma del director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Dedicatoria

A ti, querido lector, quien encuentra estos párrafos que no son solo el resultado de seis meses de investigación, trabajo y escritura, sino el producto de años de esfuerzo, dedicación y amor a la respuesta que he encontrado del porqué ser ingeniero: Porque trabajamos por un mundo mejor, porque nuestra labor facilita y salva vidas, porque no somos solo números y cifras, porque somos humanos... Haciendo todo lo posible por ayudar a toda la humanidad.

Iván Darío Porras Piñeres

2023

Agradecimientos

A mi madre, quien siempre ha estado junto a mí a lo largo de mi vida, con quien hemos superado obstáculos, cumplido metas y propuesto nuevos sueños, los cuales el día de hoy nos han llevado hasta este punto, el día en que culmina toda una etapa e inicia una nueva historia, a ti, gracias por confiar plenamente en mí, siempre serás la razón por la cual seguiré avanzando.

A mis hermanas, con quienes he compartido tantos momentos que atesoro con gran cariño, quienes han sido mi soporte cuando he necesitado ayuda y quienes han sido mis mejores guías en este camino, las llevaré siempre en mis acciones, pensamientos y en mi corazón.

A mi pareja, con quien he vivido tantas experiencias, quien me ha visto crecer tanto personal como profesionalmente durante estos años juntos y quien está a mi lado mientras redacto las palabras de este documento el cual solíamos ver tan lejano, hoy más que nunca es una realidad, con quien muy pronto cumpliremos la promesa de graduación que hace años nos hicimos y con quien deseo construir muchos más momentos memorables.

Al Ingeniero Luis Fredy Sosa, quien desde un inicio demostró gran interés en ser director de este proyecto de grado y ha apoyado este proceso de la mejor manera posible.

A Enel Colombia y a Nelson Aponte Núñez, de quien he adquirido tanto conocimiento el cual enmarco en la frase que varias veces me mencionó: “Bienvenido, así se trabaja en el mundo real” y al equipo de HSEQ Hydro de Colombia y Centroamérica, quienes me aceptaron como compañero y apoyaron las ideas que surgieron a lo largo de estos seis meses.

Por último, a mí, quien puede decirle con total orgullo al Iván del pasado: Lo logramos.

Tabla de Contenido

Resumen.....	14
1. Introducción.....	15
2. Planteamiento del Problema	17
2.1. Formulación de Preguntas	17
2.2. Definición del Problema.....	17
2.3. Delimitación del Problema.....	19
3. Justificación	20
4. Objetivos.....	23
4.1. Objetivo General	23
4.2. Objetivos Específicos.....	23
5. Estado del Arte	24
6. Marco Teórico	26
6.1. Enel Green Power: Hydro Technology	26
6.2. HSEQ	27
6.3. Power Platform.....	27
6.4. Gases Tóxicos	27
6.5. Zonas ATEX	28
6.6. Límites de Inflamabilidad o Explosividad	28
6.7. Olfato.....	29

6.8. Olores Ofensivos	30
7. Diseño Metodológico	31
7.1. Optimización de reporte de hechos relevantes	31
7.1.1. Recolección de información.....	31
7.1.2. Despliegue de primer prototipo.....	31
7.1.3. Recolección e implementación de sugerencias de mejora	32
7.1.4. Despliegue final.....	32
7.2. Sistema de monitoreo de Olores Ofensivos y gases explosivos en la central Hidroeléctrica Paraíso	32
7.2.1. Recolección y estudio de información relevante de la situación actual	32
7.2.2. Análisis de la instrumentación del sistema	33
7.2.3. Estructuración de la arquitectura del sistema	33
7.2.4. Presentación de la propuesta	33
8. Desarrollo del proyecto	34
8.1. Optimización de reporte de hechos relevantes	34
8.1.1. Estandarización del reporte	35
8.1.2. Eliminación de reprocesos	36
8.1.3. Reducción del tiempo consumido	37
8.1.4. Despliegue del primer prototipo.....	38
8.1.5. Recolección e implementación de sugerencias de mejora	40

8.1.6. Despliegue final.....	41
8.2. Sistema de monitoreo de Olores Ofensivos y gases explosivos en la central Hidroeléctrica Paraíso	42
8.2.1. Análisis de la instrumentación del sistema	43
8.2.2. Estructuración de la arquitectura del sistema	46
9. Resultados.....	48
9.1. Optimización de reporte de hechos relevantes	48
9.1.1. Power Apps	48
9.1.2. SharePoint	64
9.1.3. Power Automate.....	67
9.1.4. Power BI.....	70
9.1.5. Impacto de la optimización de reporte implementada	76
9.2. Sistema de Monitoreo de Olores Ofensivos y Gases Explosivos en la Central Hidroeléctrica Paraíso	87
9.2.1. Instrumentación del Sistema	87
9.2.2. Arquitectura del Sistema	91
9.2.3. Presentación de la Propuesta	93
10. Conclusiones.....	94
Referencias.....	96

Tabla de Figuras

Fig. 1. Diagrama de flujo del proceso para reportar Hechos Relevantes.....	34
Fig. 2. Ventana de Inicio de Sesión de la Aplicación	39
Fig. 3. Menú Principal de la Aplicación	39
Fig. 4. Esquema de trabajo del reporte de hechos relevantes con las mejoras tecnológicas implementadas.	48
Fig. 5. Menú de acceso denegado con solicitud de acceso a la aplicación.	49
Fig. 6. Flujo en Power Automate para habilitar al usuario en la aplicación.	50
Fig. 7. Desencadenador del Flujo con solicitud de nombre y correo.....	51
Fig. 8. Filtrar en la lista de SharePoint a los usuarios con rol de administrador.....	51
Fig. 9. Tratamiento para concatenar los correos de administradores.....	51
Fig. 10. Correo enviado a los administradores de la aplicación.	52
Fig. 11. Acciones para realizar según se apruebe o rechace la solicitud del usuario.....	52
Fig. 12. Pantalla de acceso denegado.....	53
Fig. 13. Menú principal de la aplicación.....	53
Fig. 14. Menú de administración de la aplicación.	54
Fig. 15. Menú para Reportar Hechos Relevantes Health & Safety.	55
Fig. 16. Menú para Reportar Hechos Relevantes Medio Ambientales.....	57
Fig. 17. Menú para Reportar Hechos Relevantes de Calidad.	58
Fig. 18. Menú para Reportar Trabajos Futuros.....	59
Fig. 19. Menú para Editar Reportes de la Semana.....	60
Fig. 20. Menú de Configuración de la App.	61
Fig. 21. Menú de Configuración de Reportes.	62

Fig. 22. Menú de edición de roles de administrador.....	63
Fig. 23. Menú de Reporte Semanal de Novedades Hydro COL-CA.	64
Fig. 24. Flujo de Power Automate para generar el reporte semanal de relevantes.....	68
Fig. 25. Carpetas y archivos Excel con los extractos semanales para las subgerencias.	69
Fig. 26. Flujo en Power Automate para generar el reporte mensual de relevantes.....	69
Fig. 27. Ciclo Apply to Each para crear el reporte mensual y enviarlo por correo.	70
Fig. 28. Hoja de inicio del reporte en Power BI.	71
Fig. 29. Hoja de Resumen General de Reportes.	72
Fig. 30. Hoja de Resumen Semanal de Reportes.	72
Fig. 31. Hoja de Highlight H&S.	73
Fig. 32. Hoja de Highlights MA & Q.	73
Fig. 33. Hoja de Hechos Relevantes HS de la Central Guavio.....	74
Fig. 34. Hoja de Hechos Relevantes MA & Q de la Central Guavio.	74
Fig. 35. Hoja de Trabajos Futuros.	75
Fig. 36. Respuestas a la pregunta ¿Cuál es su grado de satisfacción con el uso de esta aplicación?	77
Fig. 37. Respuestas a la pregunta ¿Qué tan complejo cree usted que es el uso de esta aplicación?	78
Fig. 38. Respuestas a la pregunta ¿De qué manera considera usted que esta aplicación ha impactado en el tiempo requerido para realizar los reportes?	79
Fig. 39. Respuestas a la pregunta ¿Cuánto considera usted que esta aplicación ha simplificado el proceso de reporte de hechos relevantes?	80

Fig. 40. Respuestas a la pregunta ¿Cuán cómoda considera usted que es la interfaz de usuario de la aplicación?	81
Fig. 41. Respuestas a la pregunta ¿Considera pertinente continuar con el uso de esta aplicación para los reportes del área?.....	82
Fig. 42. Respuestas a la pregunta ¿Qué tan rápido considera usted que es el tiempo de respuesta de la aplicación?	83
Fig. 43. Respuestas a la pregunta: Si esta aplicación dejara de funcionar, considera que su trabajo sería.	84
Fig. 44. Significado de la nomenclatura ATEX del transmisor universal Honeywell XNX.	88
Fig. 45. Arquitectura del sistema de Monitoreo de Olores Ofensivos y Gases Explosivos.	92

Tabla de Tablas

Tabla 1. Efectos de la exposición a Ácido Sulphídrico.	44
Tabla 2. Efectos a la salud por exposición a Amoniac.	44
Tabla 3. Efectos a la salud por exposición a monóxido de carbono.	45
Tabla 4. Estructura de las listas de recolección de información en SharePoint.....	65
Tabla 5. Lista de Países y Centrales.....	66
Tabla 6. Resumen de resultados del impacto de la solución implementada.	85

Resumen

Durante la práctica profesional llevada a cabo en Enel Colombia en el área HSEQ de la tecnología hidroeléctrica en Colombia y Centroamérica, fueron realizados dos proyectos tecnológicos cuyo fin es el de reforzar el cuidado de la salud y la seguridad de los colaboradores de la compañía: la optimización del reporte de hechos relevantes ocurridos en las centrales de generación hidroeléctrica y el diseño de un sistema de monitoreo de olores ofensivos y gases explosivos en la central hidroeléctrica Paraíso, en el presente documento se muestra el proceso con el cual se realizaron estos proyectos, iniciando con la contextualización de las problemáticas por las cuales son planteados, continuando con la teoría requerida para su comprensión para así llegar a la metodología con la cual fueron realizados y a los resultados obtenidos considerando los desarrollos realizados, la percepción de los involucrados y la estructuración de las propuestas para futuras etapas de desarrollo, finalizando con las conclusiones producto de estos resultados y con las cuales se da cierre a este proyecto.

1. Introducción

El Grupo Enel es una empresa multinacional del sector energético fundada en 1962 en Italia, creada con el fin de modernizar y expandir la malla eléctrica de ese país, en el año 2008 abren la línea de negocios Enel Green Power, enfocada a la generación de energía mediante fuentes renovables, tales como: hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica, entre otras (Enel Group, 2023).

En Colombia, el Grupo Enel opera en toda la cadena de energía eléctrica, esto se da luego de la fusión por absorción de las empresas Emgesa S.A. E.S.P., Codensa S.A. E.S.P., Enel Green Power S.A.S. E.S.P. y ESSA2 SpA (Dueña de las operaciones de Panamá, Costa Rica y Guatemala), pasando a llamarse Enel Colombia y operando en cuatro países: Colombia, Panamá, Costa Rica y Guatemala (Enel Colombia, 2022). Por parte de la tecnología hidroeléctrica, se cuenta con un total de 21 centrales de generación distribuidas así: Colombia con doce Centrales, Panamá con una Central, Costa Rica con tres Centrales y Guatemala con cinco Centrales.

Esta línea tecnológica de generación está constituida por varias gerencias que se encargan de garantizar el funcionamiento de esta, entre ellas se encuentran dos principales para el desarrollo de este trabajo: O&M encargada de la correcta operación y mantenimiento de las instalaciones, y HSEQ cuya función es proteger la salud y seguridad de los colaboradores, de mantener un trato correcto con el medio ambiente y de garantizar la calidad en la prestación del servicio energético.

La práctica profesional desarrollada en Enel se encuentra en el área de HSEQ Hydro de Colombia y Centroamérica, en cabeza del Ing. Nelson Andrés Aponte Núñez, quien, además, es el de tutor de la práctica desarrollada en el primer semestre del 2023.

Esta área cuenta con una estructura matricial al ser parte de dos gerencias: HSEQ y O&M esto debido a que se mantiene un constante contacto con personal de las centrales de generación

hidroeléctrica de los cuatro países, lo cual hace necesario el conocimiento de la situación de ambas gerencias.

Ahora bien, durante el desarrollo de la práctica se han determinado ciertas situaciones que se plantean como proyectos de mejora con el fin de alcanzar el objetivo principal de lograr cero accidentes e incidentes en las centrales de generación, siendo en específico dos situaciones: la optimización administrativa a nivel de reportes de situaciones relevantes en las centrales de los cuatro países, como lo son aquellas actividades no rutinarias en las centrales, algunos ejemplos de esto pueden ser: el inicio y finalización de mantenimientos y obras civiles, eventos y visitas con terceras personas, requerimientos de autoridades nacionales, entre otros, y el monitoreo de olores ofensivos y gases explosivos en la central Hidroeléctrica Paraíso, siendo que estos dos proyectos se trabajan como parte del desarrollo de la práctica profesional donde se tiene en cuenta el criterio y desarrollo del practicante en las diferentes etapas de realización de estos.

En este documento se encontrará la información considerada como pública por Enel Colombia referente a los dos proyectos ya mencionados, además de la información requerida para su comprensión, la metodología planteada con la cual se llevan a cabo, su desarrollo, resultados y conclusiones obtenidas, cabe aclarar que, datos como oferentes, marcas, datos comerciales, datos personales, costos y ubicaciones dentro de las diferentes instalaciones de Enel Colombia se encuentran amparados bajo acuerdos de confidencialidad, por lo cual no podrán ser referidos en este trabajo.

2. Planteamiento del Problema

2.1. Formulación de Preguntas

¿Cómo optimizar la recolección de información relevante en las centrales de generación hidroeléctrica en Colombia y Centroamérica haciendo uso de las herramientas tecnológicas dispuestas por la plataforma Microsoft 365?

¿Qué características deben tener los instrumentos para monitorear los Olores Ofensivos y gases explosivos que se producen en la Central Hidroeléctrica Paraíso debido al uso de las aguas negras del Río Bogotá?

2.2. Definición del Problema

Las áreas de HSEQ y O&M en Enel Colombia requieren conocer de manera continua el estado en el cual se encuentran las diferentes plantas de generación hidroeléctrica de los cuatro países operados desde Colombia, este proceso es conocido internamente como Novedades y Hechos Relevantes, los cuales son cargados por el equipo de HSEQ Hidro a un archivo en Word dividido por centrales y categorías (Salud y Seguridad, Medio Ambiente y Calidad), sin embargo, la metodología de recolección de información no ha llegado a ser definida, dando pie principalmente a cuatro problemáticas: saturación de hechos no relevantes, reportes demasiado extensos llegando a ser incluso de varios párrafos, cargue de imágenes repetitivas o que no aportan información relevante y acumulación de reportes.

La falta de una metodología y una herramienta apropiada para reportar los Hechos Relevantes ocurridos en centrales de generación hidroeléctrica afecta principalmente el rendimiento del equipo de HSEQ Hidro Colombia y Centroamérica, siendo que no hay una estructura base bajo la cual reportar, dejando a consideración de cada persona qué y cómo reportar

los hechos relevantes, produciendo reprocesos y correcciones una vez estos son recibidos por el jefe del equipo.

Por otro lado, se tiene la situación presentada en la Central Paraíso ubicada en el Río Bogotá; este río evidencia un grave problema de contaminación debido a vertimientos de desechos industriales y descargas de aguas residuales (Muñoz Escudero, 2019) provenientes de zonas como lo son Villapinzón, que descarga sus residuos directamente en inmediaciones del nacimiento del río, Sibaté, que no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales y las deposita sobre el embalse de Muña, y, siendo la fuente más relevante de contaminación de este río, se tiene a Bogotá, siendo que, esta ciudad vierte, entre otras, las aguas servidas de 8 millones de personas, siendo los mayores aportes contaminantes las curtiembres, aguas domésticas y no domésticas (CAR Cundinamarca, 2020). Teniendo esto en cuenta y considerando lo explicado por (Quintero Romero & Del Toro Hernandez, 2016) el turbinar el agua debido al proceso de generación eléctrica, facilita las condiciones para el tránsito de gases nocivos de su fase acuosa a gaseosa, esto produce emisiones de malos olores y presencia de corrosión a sus alrededores.

Para evitar la emisión de estos olores, la central Paraíso cuenta con un sistema denominado Biofiltro, el cual consiste en varios subsistemas diseñados para controlar los olores debido a los gases que se encuentran posterior al turbinado, sin embargo, según lo reportan en un estudio del año 2007, a la hora de monitorear la atmosfera se encontró que además de los gases contenidos en este biofiltro, existe la presencia de gases como lo son el amoníaco (NH_3), Metano, Gases LEL, Dióxido de Carbono, entre otros (Sutachan Cuevas & Moreno Ocampo, 2007), además, cabe resaltar que en los resultados de este monitoreo, se habla de “concentraciones superiores a” por lo cual, puede considerarse que estas mediciones no llegaron a indicar un valor exacto de concentración debido a saturación en el rango del instrumento de medición.

A partir de esta situación, se considera la existencia de un riesgo para los trabajadores de la central debido al desconocimiento de los gases y las concentraciones que puedan presentarse en las zonas de flujo de personal; si bien en la investigación expuesta por (Sutachan Cuevas & Moreno Ocampo, 2007) se menciona de un monitoreo, actualmente la central no cuenta con un sistema de medición fijo y continuo que garantice la entrega de información a operadores de la central y personal propio o externo que pueda estar en la misma, exponiéndolos a condiciones adversas que pueden afectar sus labores y, sobre todo, su salud y seguridad debido a dicha exposición.

2.3. Delimitación del Problema

El desarrollo del sistema de reporte tendrá lugar en el Edificio Administrativo de Enel Colombia, en el cual, se lleva a cabo la práctica profesional y en las veintiún centrales de generación hidroeléctrica de Enel en Colombia y Centroamérica; para el caso del sistema de medición de gases se plantea en la central Paraíso ubicada en el municipio de El Colegio, Cundinamarca, constando de un total de 28 sensores distribuidos en 7 puntos de medición tanto internos como externos de la central, y teniendo como implicados directos en el proyecto: el personal de la central, el área de HSEQ encargada de la formulación del proyecto y el área de O&M debido a los trabajos que realizan constantemente en las centrales de generación.

De igual manera, se considera una ventana de tiempo para la realización de este proyecto entre los meses de febrero y julio, meses en los cuales, inicia y finaliza la práctica laboral, respectivamente.

3. Justificación

Respecto a la problemática de reporte de hechos relevantes, se considera importante la creación de una herramienta que unifique y simplifique estos reportes, el uso de software para optimizar tareas administrativas mejora las condiciones de trabajo del personal, optimizando tiempo en procesos tediosos e incrementando la seguridad de estos, además de integrar gestión y producción, simplifica procesos (Bedoya Bedoya y otros, 2016).

Considerando los reprocesos que surgen en el área a causa de una falta de estructuración de reportes, se propone la creación de un aplicativo haciendo uso de *Power Platform*, siendo que, esta herramienta se encuentra disponible con la licencia de uso de Microsoft 365 adquirida por Enel para todos sus colaboradores, lo cual evita costos en software adicional para la empresa, además de que al ser herramientas incorporadas con la licencia de Microsoft 365, se garantizan elementos como lo son:

Ciberseguridad: al mantenerse la información dentro de la nube corporativa de Enel mediante el uso de herramientas de gestión documental como lo es SharePoint, también incluido en el paquete de Microsoft 365 (Universidad Politécnica de Madrid, s.f.); evitando así el uso de plataformas de terceros y por ende la circulación de información corporativa por estas.

Evitar costos adicionales: Al hacer uso de las herramientas de Power Platform pueden crearse aplicaciones diseñadas específicamente para la actividad requerida sin necesidad de software de terceros, lo cual supone un ahorro financiero para la compañía (Diagne & Lipsitz, 2021).

Fácil implementación y escalabilidad: Debido a que las herramientas de Power Platform requieren poco o nulo código para su uso, la implementación de soluciones basadas en éstas es

rápida y permite realizar modificaciones en poco tiempo garantizando la funcionalidad y actualización constante de la solución diseñada según las necesidades que sean presentadas (Diagne & Lipsitz, 2021).

Fácil integración: Al hacer parte de la licencia de Microsoft 365, Power Platform permite una alta integración con los demás programas de esta licencia, un ejemplo de esta integración puede ser: enviar datos de Power Apps a SharePoint para ser almacenados, hacer uso de Power Automate para generar archivos Excel y Word recopilando la información y enviarla de manera automática mediante correos electrónicos en Outlook, todo esto haciendo uso de los conectores dispuestos por Microsoft para dicha integración (Murillo Mosquera & Canchila Ayazo, 2018).

Este proceso de optimización de reporte haciendo uso de *Power Platform*, genera un impacto hacia el equipo de HSEQ Hidro de Colombia y Centroamérica, quienes son los responsables de realizar estos reportes, siendo este equipo de un total de 15 personas.

De igual manera, sobre la problemática evidenciada en la central Paraíso, si bien existe el biofiltro el cual, trata la mayor cantidad de olores producidos luego del turbinado de las aguas del Río Bogotá, aún se encuentra presencia de otros gases y vapores altamente nocivos para la salud y seguridad del personal, como bien lo son el Amoniaco (NH_3), gases de bajo nivel de explosividad (LEL) y Vapores Orgánicos (Sutachan Cuevas & Moreno Ocampo, 2007), al no contar con un sistema que monitoree de manera continua e informe mediante alertas de seguridad la presencia de estos compuestos en los espacios confinados y de flujo de personas en la central, si bien el personal cuenta con sistemas de medición portátiles, no es posible llevar a cabo un registro histórico de las condiciones de las zonas y, además, se considera un riesgo el estar cerca de una zona tóxica o explosiva sin conocimiento previo de la posible presencia de estos compuestos.

Dicho esto, se plantea la caracterización de los elementos de medición para un sistema de medición fijo y continuo de Olores Ofensivos y gases explosivos en las áreas de riesgo de la central Paraíso, con el cual, se mantenga un monitoreo de las condiciones de los espacios confinados y de tránsito de personal en esta central, además de estar en capacidad de alertar a las personas sin necesidad de exponerlas a acercarse a zonas con presencia de estos compuestos, esto, haciendo uso de alertas visuales y sonoras, este sistema generará un impacto para el personal que realiza labores en dicha central.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Implementar una aplicación para optimizar la recolección de información en centrales de generación hidroeléctrica de Colombia y Centroamérica, además de caracterizar la instrumentación necesaria de un sistema de detección de Olores Ofensivos y gases explosivos de la central Paraíso en el Río Bogotá del Grupo Enel.

4.2. Objetivos Específicos

Diseñar una herramienta basada en *Power Platform de Microsoft 365* con el propósito de optimizar el reporte de hechos relevantes ocurridos en las centrales de generación hidroeléctrica del Grupo Enel en Colombia y Centroamérica.

Determinar el impacto de la optimización de reporte de hechos relevantes de las centrales de generación hidroeléctrica del Grupo Enel en Colombia y Centroamérica a través de evaluaciones cuantitativas, con el fin de determinar la viabilidad y adaptación del área ante esta optimización.

Definir las características de la instrumentación requerida en la implementación de un sistema de medición fijo y continuo para el monitoreo de Olores Ofensivos y gases explosivos emitidos durante las etapas de uso de las aguas del Río Bogotá en el proceso de generación eléctrica.

5. Estado del Arte

Primeramente, se tiene el proyecto realizado en Schlumberger en el año 2019, en el cual, se diseñó un aplicativo móvil haciendo uso de *Power Apps*, en este, se permite el agendamiento de entrenamientos para personal en temas de Salud, Seguridad y Medio Ambiente en Colombia, Perú y Ecuador (Carvajal Quintero, 2019). Además, se tiene el trabajo realizado en el Banco de Bogotá titulado Desarrollo y soporte a los casos de uso para mejorar la productividad de los colaboradores del banco de Bogotá, realizado en el año 2021, en el cual, se creó un aplicativo mediante *Power Apps* para asignar reservas y consultas de puestos de trabajo mediante códigos QR para todas las áreas del Banco de Bogotá, concluyendo que las herramientas suministradas por *Power Platform* presentan un sistema intuitivo y altamente funcional, lo cual mejora significativamente los tiempos de las actividades realizadas por los colaboradores de esta entidad (Castillo Valbuena, 2021).

Respecto a la detección de Olores Ofensivos y gases explosivos, se tiene a nivel mundial un precedente del año 2019, donde se publicó un artículo referente a un sistema de detección, medición y monitoreo de gases tóxicos y peligrosos para el aseguramiento de la seguridad en aplicaciones domésticas e industriales, en este se hizo uso de un Arduino Uno como unidad microcontroladora, apoyándose de un sensor MQ2 para las mediciones y un módulo transceptor inalámbrico para recopilar la información; en este proyecto se concluyó con la creación de un sistema capaz de medir la cantidad de gases provenientes de estufas de gas y de humo debido a fósforo, pudiendo medirlos en partes por millón y en porcentaje, igualmente, se menciona de la posibilidad de su uso en zonas de riesgo para vidas humanas gracias al uso de transceptores inalámbricos que evitan el acercamiento de personal a dichas zonas (Mahbub, 2019). Sobre esta misma línea se tiene el artículo Detección y monitoreo de gases tóxicos haciendo uso de Internet

of Things realizado en el año 2017, en este se realiza un sistema de medición de gases basado en sensores MQ capaces de entregar la presencia y estado de los compuestos: butano, alcohol, dióxido de carbono y, adicionalmente, la temperatura, estos datos son enviados mediante Wi-Fi a un dispositivo Android con una aplicación diseñada para la visualización de los datos (Srinivas & Kumar.Ch, 2017), Además, respecto a Olores Ofensivos, en el año 2023, se publicó el artículo titulado medición de emisiones de Amoníaco y Sulfuro de Hidrógeno de tres establos lecheros típicos y estimación de las emisiones totales de amoníaco en la industria lechera china de amoníaco en la industria láctea china, en el cual, se realizaron estudios en 11 establos de 3 granjas lecheras de China durante el invierno con el propósito de determinar las emisiones de NH_3 y H_2S para así definir y evaluar medidas de reducción de la emisión de estos gases los cuales, en altas concentraciones pueden ser dañinos para animales y humanos, en este estudio se concluyó que, las concentraciones promedio de NH_3 y H_2S fueron de 2.47 mg/m^3 y 0.179 mg/m^3 respectivamente (Shi y otros, 2023), estas concentraciones fueron medidas haciendo uso de métodos como lo son la espectroscopía, basada en el estudio de la interacción entre materia y radiación electromagnética (Aligent Technologies, 2016) y la espectrofotometría, la cual, se basa en la absorción de radiación electromagnética y la cantidad de radiación absorbida, considerando que las moléculas absorben la radiación de manera proporcional a su concentración, para este estudio se hace uso de espectrofotómetros los cuales, permiten seleccionar las longitudes de onda incidentes para así determinar el compuesto y la concentración del mismo en la muestra (Abril Díaz y otros).

6. Marco Teórico

En esta sección se tratarán los conocimientos teóricos necesarios para la comprensión del proyecto a realizar en el Grupo Enel.

6.1. Enel Green Power: Hydro Technology

En cada uno de los países donde opera Enel Colombia se cuenta con centrales con tecnología de generación hidroeléctrica para un total de veintiún centrales, las cuales, son agrupadas por sitio de trabajo (A partir de ahora denominado como *Site*), para el caso de Colombia se tienen las siguientes:

- Guavio: Conformada por las centrales hidroeléctricas Guavio y Guavio Menor con una capacidad instalada de 1.250 MW y 9,9 MW respectivamente.
- Cadena Río Bogotá: Conformada por las centrales hidroeléctricas Paraíso – 276 MW, Guaca – 324 MW, Charquito – 19,4 MW, Tequendama – 4 x 14,2 MW, Salto II – 35 MW, Limonar-Laguneta – 36 MW y Darío Valencia – 150 MW (Enel Colombia, 2023), en esta cadena se tiene una división debido a la manera de operación de las plantas, PAGUA, conformada por Paraíso y Guaca, y, CASALACO, conformada por las centrales de generación menor Charquito, Tequendama, Salto II, Limonar, Laguneta y Darío Valencia (Marcucci Ayala, 2022).
- Cadena BEQUIM: Integrada por las centrales Betania y El Quimbo con capacidad instalada de 540 MW y 396 MW respectivamente (Enel Colombia, 2023).

Para Centroamérica se considera como *Site* cada uno de los países, respecto a Panamá, se cuenta con una única central hidroeléctrica llamada Fortuna – 300 MW (Enel Green Power, 2023), ahora bien, en Guatemala se cuenta con cinco centrales: El Canadá – 47,7 MW, Matanzas-San

Isidro – 15,6 MW, Montecristo – 13,4 MW y Palo Viejo – 87.2 MW (Enel Green Power, 2023), finalmente, en el caso de Costa Rica, se cuenta con tres centrales: Chucas – 50 MW, Don Pedro – 14 MW y Río Volcán – 17 MW (Enel Green Power, 2023).

6.2. HSEQ

Hace referencia a los sistemas integrados de gestión, proviene de las siglas en inglés de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad (*Health, Safety, Environment & Quality*) en el cual, se abarcan aspectos integrales de cada organización en cuanto al manejo de riesgo, definición de procesos de negocio y satisfacción de las expectativas de los clientes, además de reducir la documentación debido a la integración de los procesos internos de la organización (Díaz Carvajal, 2019).

6.3. Power Platform

Power Platform es una plataforma intuitiva, colaborativa y de fácil ampliación basada en herramientas de trabajo de poco código que facilita la creación de soluciones eficientes y flexibles (Microsoft, 2023), esta plataforma se encuentra integrado dentro de *Microsoft 365* y está compuesta por cuatro herramientas, las principales a utilizar en este proyecto son: Power Apps para la creación de aplicaciones de manera rápida, Power Automate, para automatizar tareas y Power BI, para análisis de datos.

6.4. Gases Tóxicos

Son todos aquellos compuestos que se encuentran en estado gaseoso y alcanzan el cuerpo por inhalación, estos gases tienen la característica de generar efectos adversos en el cuerpo de la persona, bien sea a nivel sistémico como es el caso del ácido clorhídrico (HCl) o el Sulfuro de Hidrógeno (H₂S), a nivel del tracto respiratorio como sucede con el cloro o el dióxido de azufre o

a nivel de otros órganos como ojos o pulmones como es el caso del Amoniac (California Department of Industrial Relations, 2012). Ahora bien, cabe resaltar que el daño producido dependerá tanto del elemento como de su concentración y el tiempo de exposición, por ejemplo, una exposición crónica al cloro puede afectar la función pulmonar (Giannuzzi & Tomas, 2006), así como altas concentraciones de Amoniac (más de 300 ppm) pueden llegar a ser peligrosas para la vida y la salud (California Department of Industrial Relations, 2012).

6.5. Zonas ATEX

Aquellas zonas donde existe mezcla de aire con una sustancia inflamable o combustible en estado gaseoso o en forma de vapor, niebla o polvo, al mezclar estos compuestos en cantidad suficiente pero no excesiva y ante ignición puede propagarse de manera casi instantánea liberando una gran cantidad de energía (de Gea Rodríguez, 2020).

6.6. Límites de Inflamabilidad o Explosividad

Definen las concentraciones mínimas y máximas del vapor o gas en mezcla con el aire, en las que son inflamables, se expresan en porcentaje en volumen de mezcla de combustible y aire, existen dos límites de explosividad conocidos como Límite Inferior (LEL) y Límite Superior (UEL), entre estos dos se denomina Rango o Campo de Inflamabilidad o Explosividad.

El Límite Inferior de Explosividad es la concentración mínima de vapor o gas en mezcla con el aire, por debajo de este valor no existe riesgo de propagación de la llama al ponerse en contacto con una fuente de ignición (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España), por ejemplo, un gas cuyo valor LEL es de 5% implica que si se tiene una concentración de 95% aire y 5% del gas entrará en el campo de inflamabilidad de la mezcla.

Por otro lado, el Límite Superior de Explosividad es la concentración máxima de vapor o gas en el aire, por encima de este valor no propagará llama al entrar en contacto con una fuente de ignición (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España).

6.7. Olfato

Según el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, el olfato es el sentido más primitivo y el primero en aparecer en la escala evolutiva, hoy en día el olfato es un factor clave de aceptación o rechazo de nuestro entorno, es el sentido más complejo y característico en estructura y organización, enviando al cerebro información relevante de lo cotidiano, con el paso de los años el ser humano aprende a asociar los olores con situaciones de la vida, tanto de bienestar como de molestia, este aprendizaje se realiza hasta los 20 años de edad, manteniéndose estable hasta los 40 años y decayendo a los 50 años (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2012).

El funcionamiento del olfato se debe al epitelio olfativo, el cual se compone por más de 5 millones de células sensibles a distintas moléculas, las cuales, al mezclarse en esta región y debido a la comunicación con la corteza cerebral e involucrando otros sentidos como la vista y el gusto, así como la memoria y las emociones, sintetizan la respuesta conocida como olor, definido según la norma UNE-EN 13725, para la “Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica y tasa de emisión de olor” como: “la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles” (Asociación de Normalización Española, 2022). Ahora bien, toda sustancia que llegue a ser detectada como un olor se considera como odorífero y puede ser de origen natural o antrópico, además de requerirse una baja concentración para esta detección (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2012).

6.8. Olores Ofensivos

Según el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, se considera como sustancia de olor ofensivo aquella que, por sus propiedades organolépticas, composición, y tiempo de exposición, puede causar efectos desagradables y generar una respuesta negativa (Blanes-Vidal y otros, 2012) (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2012).

A la hora de referirse a olores ofensivos, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se tienen dos condiciones: la presencia de una o más actividades generadoras de olores y un receptor sensible (persona, localidad, ciudad, entre otros) que actúa como indicador de la presencia de olores ofensivos en el ambiente, dicha presencia de olores ofensivos se materializa cuando el receptor involucra a las Autoridades Ambientales a través de una queja (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible diseñó el *Protocolo Para El Monitoreo, Control Y Vigilancia De Olores Ofensivos*, aprobado y adoptado mediante la resolución 2087 del 16 de diciembre de 2014, el cual, traza la hoja de ruta para la validación de olores ofensivos para posteriormente iniciar el *Plan para la reducción del impacto por olores ofensivos*, abarcando el conjunto de medidas a tomar con el fin de caracterizar, reducir y controlar los olores ofensivos producto de la actividad específica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

7. Diseño Metodológico

Se consideran dos procesos metodológicos alineados a las dos problemáticas evidenciadas que serán tratadas durante el desarrollo del proyecto:

7.1. Optimización de reporte de hechos relevantes

Se consideran cuatro etapas de desarrollo del proyecto, siendo este un aplicativo multiplataforma basado en *Power Platform*: recolección de información, despliegue de primer prototipo, recolección e implementación de sugerencias de mejora y despliegue final de la herramienta.

7.1.1. *Recolección de información*

En esta etapa se realizarán sesiones uno a uno con los involucrados de la elaboración de este reporte con el fin de conocer su opinión del proceso llevado a cabo actualmente, considerando puntos como, orden del archivo Word conciliado para reportar, tiempo consumido en estructurar el reporte, satisfacción, complejidad y puntos a mejorar de la metodología actual a la hora de reportar.

7.1.2. *Despliegue de primer prototipo*

Considerando los aspectos a mejorar de la metodología actual, se producirá un aplicativo multiplataforma en el cual se llevarán a cabo las primeras pruebas de migración de los reportes; de manera paralela se dispondrá del archivo Word en el cual podrán reportarse los hechos relevantes durante esta primera etapa en caso de que la herramienta presente dificultad en su uso.

7.1.3. Recolección e implementación de sugerencias de mejora

En este paso se recopilará la información de uso de la herramienta por parte de los implicados y se estudiarán las sugerencias de mejora que puedan presentarse para una implementación posterior, estas implementaciones serán usadas por el equipo en versiones posteriores de la herramienta con el fin de determinar su funcionalidad.

7.1.4. Despliegue final

Finalmente, se desplegará la versión permanente de este aplicativo con el fin de ser usada por los miembros del equipo HSEQ Hidro de Colombia y Centroamérica, además, se generarán los manuales de uso y administración de esta para conocimiento del propio equipo y de futuros miembros que llegasen a incorporarse en este.

7.2. Sistema de monitoreo de Olores Ofensivos y gases explosivos en la central Hidroeléctrica Paraíso

Para este proyecto se tienen en consideración las siguientes etapas de desarrollo: Recolección y estudio de información relevante de la situación actual, determinación de los instrumentos requeridos, estructuración de la arquitectura del sistema, presentación de la propuesta.

7.2.1. Recolección y estudio de información relevante de la situación actual

Primeramente, se consultará con las personas que se ven involucradas con esta situación, siendo: operarios, personal HS y personal de soporte técnico de la central, con quienes se recopilará la información de los elementos de medición portátiles utilizados y casos de estudio que hayan

sucedido debido a exposición a gases explosivos y olores ofensivos, a partir de esto y considerando los estudios que se han realizado respecto a este tema, se procederá a la siguiente etapa.

7.2.2. *Análisis de la instrumentación del sistema*

Con la información y estudios recopilados, se procede a determinar los instrumentos más adecuados para esta aplicación, considerando los rangos de medición, lugares de medición, el tipo de atmósfera presente en la central, frecuencia de medición, tiempos de mantenimiento, protocolos de comunicación, entre otros, al igual que controladores, actuadores y demás electrónica que sea requerida para el funcionamiento del sistema.

7.2.3. *Estructuración de la arquitectura del sistema*

Una vez determinados los instrumentos, se procede a realizar la arquitectura del sistema considerando la operación específica de cada sensor y los sitios estratégicos donde se ubicará el mismo con el fin de obtener la mejor distribución que garantice la salud y seguridad del personal en planta.

7.2.4. *Presentación de la propuesta*

Finalmente, con los datos que se han recopilado y el desarrollo ya mencionado, se procederá a presentar la propuesta ante un comité interno de evaluación de innovación para practicantes denominado *Jóvenes Talento*, una vez llegado a este paso y considerando una respuesta positiva por parte de dicho comité se continuará el proceso de manera interna con personal propio y/o contratistas.

8. Desarrollo del proyecto

8.1. Optimización de reporte de hechos relevantes

Se realizó la consulta de manera verbal con los miembros del área de HSEQ encargados de conciliar los hechos relevantes del área, este se hacía mediante el diligenciamiento de un archivo Word el cual era generado por uno de los miembros del equipo, este archivo contenía los siguientes apartados: Health & Safety, Environment, Quality. Dentro de estos apartados se encontraba un espacio para que el personal del equipo de cada *Site* ingresara sus hechos relevantes junto a imágenes que lo respalden.

Una vez se han ingresado los relevantes por cada uno de los *Sites*, el encargado de conciliar debía de ingresar al archivo, tomar la información, modificar su forma con el fin de que sea comprensible, resumirla y recopilarla en una presentación de PowerPoint para ser presentado semanalmente a la Subgerencia de O&M y, además, debía cargarla a un Excel colaborativo para ser presentada a la subgerencia HSEQ.

En la Fig. 1. Se presenta el diagrama de flujo de la operación de este proceso, el cual, se realiza de manera semanal, considerando que, el archivo Word se crea el miércoles en la mañana y la presentación es socializada el lunes en la mañana.

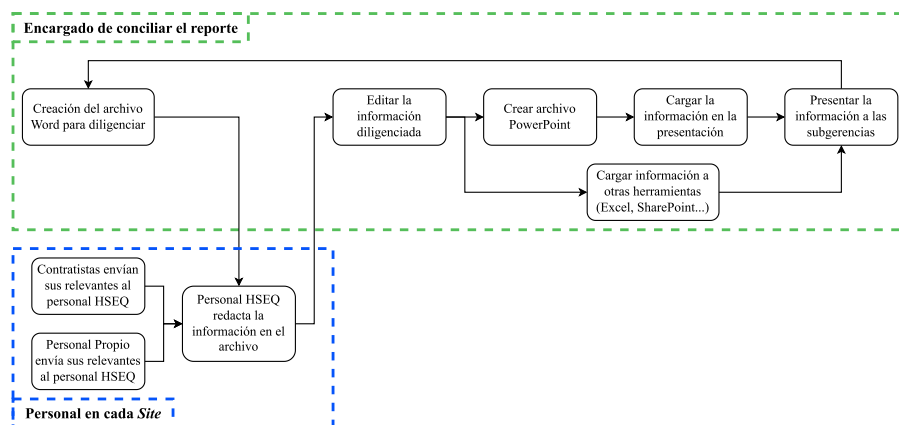


Fig. 1. Diagrama de flujo del proceso para reportar Hechos Relevantes.

Fuente: Autor.

Debido a la manera en que se llevaba a cabo este proceso surgían varios puntos de mejora, entre ellos se encuentran: falta de estandarización del proceso de reporte, reprocesos en el desarrollo de los presentables y alto consumo de tiempo en el desarrollo de esta labor por parte del encargado de conciliar el reporte.

Teniendo en cuenta estos puntos de mejora, se abordan uno a uno con el fin de mitigar el impacto negativo que se presentaba en el área debido a este proceso.

8.1.1. Estandarización del reporte

Por parte del área de Calidad, se trabajó en cómo deben de reportarse los hechos relevantes ante la gerencia de Enel Green Power, para el desarrollo de este proyecto se adaptó dicho formato, en el cual se consideran puntos clave como lo son:

1. Definir un número máximo de 250 caracteres por reporte incluyendo espacios.
2. Crear ejes temáticos a los cuales harán referencia los relevantes reportados para así agrupar los relevantes por dichos ejes garantizando el orden en el reporte.
3. Asignar personas responsables de los relevantes, puede ser la persona que está realizando el reporte o alguien que ha sido asignado para hacer seguimiento.
4. Definir un día específico en el cual se tomará como día de corte, todo reporte realizado luego de dicha fecha de corte pasará a ser considerado para la semana siguiente, siendo este día el miércoles de cada semana.
5. Se agrupan los países de reporte como: CO (Colombia) y CAM (Centroamérica).
6. Se agrega la categoría de Central, haciendo referencia a la central de generación donde ocurrió el relevante a reportar, para este ítem se consideran tanto centrales como *Sites* en caso de que el relevante ocurriese en más de una central de este *Site*.

7. Se limita la cantidad de imágenes a cargar a máximo una imagen por relevante para así evitar la saturación de imágenes en los reportes.
8. Se crea la categorización de Prioridades, donde prioridad 1 se refiere a aquellos relevantes que serán escalados hasta la gerencia de Enel Green Power, prioridad 2 a aquellos que serán reportados a las subgerencias de HSEQ y O&M y prioridad 3 para gestión operativa (No son escalados, únicamente son usados para realizar el seguimiento de las actividades por parte de los jefes de área).

Con esto, se estandariza el proceso de reporte de relevantes de HSEQ Hydro alineándolo a los requerimientos presentados por el área de Calidad para todo Enel Green Power.

8.1.2. Eliminación de reprocesos

Cada una de las subgerencias tiene una manera de reportar los relevantes, en el caso de O&M es una presentación en PowerPoint la cual es mostrada los lunes, en el caso de HSEQ, es un archivo Excel en el cual se recopila la información de todas las tecnologías de generación manejadas en Enel.

Debido a esto, el encargado de conciliar la información no solo debía crear la presentación sino, además, adecuarla al archivo Excel, teniendo que realizar la misma tarea para dos tipos de reporte distintos.

Considerando esto, se realiza la automatización de los reportes, siendo que, para el caso de la presentación a O&M se realiza un informe haciendo uso de Power BI el cual se actualiza diariamente de manera automática.

Para el caso del archivo de la subgerencia HSEQ, se plantea realizar un flujo mediante Power Automate, el cual, envía al correo del jefe de área los relevantes reportados por el equipo

con el fin de que estos sean copiados de este archivo y dispuestos en el Excel de la subgerencia, cabe aclarar que dicho correo contiene un archivo Excel con las mismas características del creado por la subgerencia HSEQ para evitar el tener que modificarlo, igualmente, se aclara que no se considera la opción de cargar los relevantes directamente en el Excel de la subgerencia ya que así se garantiza la revisión de los mismos por parte del jefe del área y la edición de las prioridades en caso de que este lo considere pertinente.

8.1.3. Reducción del tiempo consumido

Respecto a este punto, se considera la reducción de tiempo de dos procesos, estos son:

Primero, el proceso de reporte por parte del personal en cada Site mediante la centralización de los reportes en una única herramienta diseñada en Power Apps con conexión a listas de SharePoint donde se almacenará la información; esta herramienta puede ser utilizada en equipos de cómputo y dispositivos móviles como smartphones y tabletas electrónicas, permitiendo el ingreso a esta mediante exploradores web y el Equipo en Microsoft Teams a través de una ventana de acceso directo a la aplicación, facilitando así el encontrar la herramienta, además, se plantea la misma para ser específica y amigable con el usuario para así facilitar el diligenciamiento del reporte, mantener el orden y reducir el tiempo que toma realizar el mismo, además de que, al ser un aplicativo, permite cargar la información en tiempo real, por lo cual, no se represa hasta que sea creado el archivo Word, repartiendo así la carga de trabajo a través de toda la semana y no en un día específico.

Segundo, la recopilación de la información, siendo que, se busca automatizar tanto la obtención de los relevantes como los entregables finales, con lo cual, el encargado destina el

tiempo de trabajo únicamente hacia la edición de los relevantes para que sean comprensibles a la hora de presentarlos.

8.1.4. Despliegue del primer prototipo

Una vez considerados los puntos de mejora del proceso, se realiza el primer prototipo de la aplicación, esta se realiza exclusivamente para cargar la información de relevantes sin generar reportes semanales, por esta etapa esto se realiza de manera manual accediendo a la información alojada en el SharePoint del equipo, de manera paralela se dispone del archivo Word en caso de que se presenten fallas en la aplicación o que no sea comprensible su uso para los usuarios, dicho archivo fue necesario únicamente durante la primera semana de implementación del aplicativo en Power Apps debido a que posterior a esta semana el equipo se adaptó completamente a la aplicación, por lo cual dicho archivo de soporte no fue requerido por los usuarios en las semanas posteriores.

En esta etapa la aplicación cuenta con cinco ventanas: inicio de sesión, menú principal y tres ventanas para reportar en las categorías HS (Salud y Seguridad), E (Medio Ambiente), Q (Calidad).

En la Fig. 2. Se puede apreciar la ventana de inicio de sesión, en la cual, el usuario ingresa con su correo corporativo, la aplicación compara que la dirección de correo introducida sea la misma con la cual se ha iniciado sesión en el dispositivo (cuenta de Microsoft 365) en caso de que no sean iguales no se permitirá el ingreso a la aplicación.



Fig. 2. Ventana de Inicio de Sesión de la Aplicación.
Fuente: Autor.

Si la autenticación es correcta, se procede a ingresar al menú principal el cual se presenta en la Fig. 3. En este se encuentran las tres ventanas de reporte y un botón para finalizar la sesión el cual redirigirá a la ventana de inicio de sesión.



Fig. 3. Menú Principal de la Aplicación.
Fuente: Autor.

A partir de este punto los usuarios pueden ingresar a los menús correspondientes para cargar sus relevantes, la información requerida en estos se mantendrá hasta la versión final de la aplicación la cual se abordará en los resultados de este proyecto.

8.1.5. Recolección e implementación de sugerencias de mejora

Con el fin de conocer las sugerencias de mejora se contactó de nuevo a los miembros del equipo, esta vez a través de la propia aplicación mediante una ventana con la pregunta: ¿Tiene alguna sugerencia de mejora sobre la aplicación? Junto a un campo de respuesta abierta, en esta se encontraron las siguientes sugerencias:

1. “Dar apertura a extraer un resumen de la persona que inserta la información, dar acceso a otras personas que requieren la misma información que se carga, por ejemplo, a la persona que realiza el ppt de presentación mensual”.
2. “Que automáticamente o con la instrucción se pueda enviar por correo un resumen semanal o mensual de los hechos relevantes por site”.

Dialogando con las personas del equipo que realizaron estas sugerencias, se planteó el desarrollo de un extracto mensual automático que llegase durante los últimos días de cada mes, con ello, las personas tendrían la información de los reportes que han realizado durante el mes, el cual podría ser usado para su conocimiento, contabilización y para entregarlo a demás áreas que llegasen a requerir esta información, con lo cual se daría solución a ambas sugerencias.

Además, durante esta etapa se realizó la automatización de los reportes para la subgerencia HSEQ, esto se realiza mediante un flujo en Power Automate, generando un archivo Excel con la información dirigida hacia dicha subgerencia, de igual manera se desplegó el informe en Power BI para la subgerencia O&M recopilando la información cargada mediante la aplicación en Power Apps.

Finalmente, se realizó la creación del rol de Administrador de la aplicación, con este rol la persona puede: autorizar la creación de nuevos usuarios de la aplicación, asignar a nuevos

administradores de la aplicación, gestionar, visualizar y editar las listas de SharePoint requeridas para el funcionamiento de la aplicación e ingresar al informe de Power BI.

8.1.6. Despliegue final

Una vez implementadas las recomendaciones se llega a la versión final de la aplicación, siendo un sistema basado en Power Platform teniendo como repositorio de la información un SharePoint usado por los miembros del área, específicamente, el sistema está compuesto por:

1. Interfaz de usuario diseñada en Power Apps, en donde los usuarios podrán ingresar la información de los hechos relevantes semanales, ocurridos en las centrales de generación hidroeléctrica de Colombia y Centroamérica.
2. Tres flujos en Power Automate, el primero para generar los reportes semanales para las subgerencias HSEQ y O&M, el segundo con la función de generar los extractos mensuales de los reportes realizados por los miembros del equipo y un tercer flujo con la función de crear el usuario en la aplicación, con esta creación del usuario el sistema reconocerá su pertenencia al equipo y le permitirá acceder a los menús de la aplicación una vez haya sido aprobado por alguno de los administradores de esta.
3. Un informe de Power BI el cual es usado para presentar a la subgerencia O&M, este se actualiza diariamente al inicio y a mitad de la jornada laboral para garantizar que la información se encuentra actualizada a la hora de ser presentada.
4. Seis listas de SharePoint: tres listas para las tres categorías de reportes (HS, MA y Q) y tres listas para la configuración de la aplicación: una para configurar las centrales pertenecientes respectivamente a Colombia y Centroamérica, la siguiente para especificar las prioridades posibles en las cuales puede reportarse un eje temático, lo cual permite cargar un relevante destinado a varias áreas de la compañía y, finalmente,

una lista para la creación de los usuarios habilitados para utilizar la aplicación y definir los roles de administrador.

8.2. Sistema de monitoreo de Olores Ofensivos y gases explosivos en la central Hidroeléctrica Paraíso

Con el fin de justificar la necesidad de este sistema de monitoreo se realizó la socialización de la propuesta con las subgerencias HSEQ y O&M de Enel Colombia, además, se realizaron encuentros con personal de Medio Ambiente en la Central Paraíso y con los encargados de planta, con quienes se recopiló la información preliminar necesaria para justificar la necesidad de este sistema teniendo en cuenta los requerimientos del sitio.

Entre algunas de las consideraciones que dan razón a la necesidad de este sistema están la existencia de un riesgo para el personal que realiza trabajos en espacios confinados y para aquellos que realizan desplazamientos por zonas de la central, siendo que en ambos casos existe la posibilidad de que se presenten concentraciones peligrosas de Olores Ofensivos o Gases Explosivos, esto se debe a la problemática de contaminación en el río Bogotá la cual, al ser turbinada en las unidades de generación de la central, favorecen la emisión de estos gases.

Además, se tiene en consideración que, la existencia de un sistema que sea capaz de medir de manera continua la presencia y concentración de estos gases en la central genera dos beneficios para Enel Colombia, primero, facilitando la planeación de maniobras y reduciendo la exposición del personal de la central hidroeléctrica a estos gases, ya que se cuenta con un monitoreo continuo y no se requiere la presencia de personal dentro de las zonas de riesgo para conocer el estado de las mismas y segundo, manteniendo un registro histórico del comportamiento de Olores Ofensivos y Gases Explosivos, esto permite realizar un seguimiento a la calidad de la atmósfera de la central,

y, por ende, facilita la toma de decisiones y de estrategias de mitigación en puntos de alta emisión de este tipo de gases.

Con esto en consideración, se inicia el con el diseño del sistema de monitoreo de Olores Ofensivos y gases explosivos en la central Hidroeléctrica Paraíso en dos fases: la caracterización de la instrumentación industrial requerida para el funcionamiento del sistema y el diseño de la arquitectura del sistema.

8.2.1. Análisis de la instrumentación del sistema

Considerando que la central hidroeléctrica Paraíso cuenta con una problemática ya definida de presencia de Olores Ofensivos y gases explosivos, es necesario contar con la instrumentación en capacidad de soportar dichos compuestos en la atmósfera, por lo cual se requieren instrumentos de transmisión con, al menos, las características enlistadas a continuación:

- Certificado ATEX para zonas tipo 2.
- Certificación IP 66 o superior.
- Temperatura de operación: -10°C a 50°C.
- Alimentación de entrada 24 V_{DC}.
- Contar con salida análoga 4 – 20 mA.
- Contar con protocolos de comunicación HART, MODBUS, PROFIBUS.
- Encapsulado resistente a atmósferas altamente contaminadas.

De igual manera, se considera la medición de los siguientes compuestos los cuales están presentes en la Central Paraíso:

1. Ácido Sulfhídrico (H₂S), el cual a partir de las 50 partes por millón (ppm) produce irritación a vías aéreas y a partir de las 150 ppm puede producir la pérdida de la

consciencia, paro respiratorio, convulsiones y muerte, en la (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2012), en la Tabla 1 se presentan los efectos a la salud que supone la exposición al Ácido Sulfhídrico.

Concentración de H ₂ S	Efecto
10 ppm por 15 minutos	Concentración sin efecto sobre la función respiratoria y cardiovascular en voluntarios sanos.
15 a 20 ppm	Irritación ocular y rinofaríngea.
100 a 150 ppm	Parálisis olfativa: Impide detectar el olor.
250 a 500 ppm	Pérdida de la consciencia, edema pulmonar.
500 a 1000 ppm	Pérdida inmediata del conocimiento, muerte en ausencia de ayuda.
> 1000 ppm	Muerte en minutos o segundos.

Tabla 1. Efectos de la exposición a Ácido Sulfhídrico.
Fuente: (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2012)

2. Amoniac (NH₃), esta sustancia en altas concentraciones es irritante para la piel, los ojos, garganta y pulmones, puede producir tos y quemaduras, en concentraciones muy altas puede producir daño a tejido pulmonar y la muerte (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2012), en la se presentan los efectos a la salud que supone la exposición al Amoniac.

Concentración de NH ₃	Efecto
5 ppm a 20 ppm	Olor mínimo perceptible.
20 ppm a 50 ppm	Olor fácilmente detectable.
50 ppm a 100 ppm	No molesta o genera daño a la salud por exposición prolongada.
150 ppm a 200 ppm	Molestia general y lagrimeo en ojos, no perdurable en exposiciones cortas
400 ppm a 700 ppm	Severa irritación de ojos, nariz y garganta. Efectos perdurables en cortas exposiciones.
1700 ppm a 2000 ppm	Fuerte tos y espasmos bronquiales. Peligro, menos de media hora de exposición.
2000 ppm a 3000 ppm	Puede ser fatal.
5000 ppm a 10000 ppm	Serios edemas, estrangulamiento, asfixia y muerte rápida.
> 10000 ppm	Muerte inmediata.

Tabla 2. Efectos a la salud por exposición a Amoniac.
Fuente: (Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G., 2012)

3. Monóxido de Carbono (CO), este gas es el resultado de una combustión incompleta, de cualquier compuesto orgánico que contenga carbono, el monóxido de carbono es un gas carente de olor, sabor y color, puede producir desde pigmentación rojiza en labios y uñas hasta dolor de cabeza, mareos, paro respiratorio y en casos graves la muerte (Academia Nacional de Bomberos de Chile), en la se presentan los efectos a la salud que pueden presentarse por exposición a monóxido de carbono en concentraciones superiores a las permitidas.

Concentración de CO	Efectos
44 ppm	Máxima concentración permitida. Labios y uñas se tornan rojizos brillantes.
200 ppm a 400 ppm	Cefalea leve.
400 ppm a 800 ppm	Cefalea frontal.
800 ppm a 1600 ppm	Mareos, náuseas, y convulsiones, insensibilidad durante 2 horas.
1600 ppm a 3200 ppm	Exposición hasta 20 minutos: Cefalea, mareos y nauseas. Exposición hasta 2 horas puede producir la muerte.
3200 ppm a 6400 ppm	Exposición hasta 10 minutos: Cefalea, mareos y nauseas. Exposición hasta media hora puede producir la muerte.
6400 ppm a 12800 ppm	Exposición hasta 1 minuto: Cefalea, mareos, convulsiones, paro respiratorio. Exposición hasta 20 minutos puede producir la muerte.
> 12800 ppm	Inconsciencia después de 2 o 3 respiraciones. Muerte en menos de 3 minutos

Tabla 3. Efectos a la salud por exposición a monóxido de carbono.

Fuente: (Academia Nacional de Bomberos de Chile)

4. Gases explosivos como lo son Metano (CH_4) con límites de explosividad LEL y UEL respectivamente de 5% y 15% vol. (Ortega-Ramos y otros, 2018) Propano (C_3H_8) con límites de explosividad LEL y UEL respectivamente de 2.1% y 9,5% vol. (Transportadora de Gas del Sur, 2017).

Teniendo en cuenta los rangos de riesgo para la salud y la vida mencionados anteriormente, se considera necesario contar con sensores con al menos las siguientes características de medición:

Para la detección de Ácido Sulfhídrico y de Amoniacó se consideran necesarios sensores con un rango de medición de hasta 100 ppm, para el monóxido de carbono debe tenerse un rango de medición hasta 1000 ppm y para medir la concentración de gases explosivos se requiere un rango de medición de 0% a 100% LEL, con lo cual puede alertar sobre concentraciones de estos gases antes de alcanzar la concentración mínima requerida para hacer combustión.

Todos estos sensores deben tener una exactitud superior al 95%, deben ser capaces de operar junto a transmisores con las especificaciones ya mencionadas anteriormente y deben soportar condiciones climáticas de alta humedad, exposición a sol y a atmósferas altamente contaminadas, de igual manera, con el fin de garantizar el uso continuo en el tiempo de este sistema, se requieren sensores con tiempos de garantía de al menos 2 años con periodos de calibración semestrales o anuales.

8.2.2. Estructuración de la arquitectura del sistema

Además de la instrumentación mencionada en la sección anterior, el sistema está compuesto por un PLC al cual se dirigen las señales adquiridas por los sensores, un computador donde se mostrará el estado de las variables mediante un SCADA el cual a su vez permitirá la obtención de un registro histórico del estado de la atmósfera, dos sistemas de alerta: auditivo con sirenas y visual a través de indicadores lumínicos dispuestos tanto en espacios cerrados como abiertos para así notificar a las personas del riesgo que pueda presentarse debido al tránsito por las mismas y finalmente un sistema de bloqueo de zonas, este será activado en caso de que las condiciones de la atmósfera superen los rangos permitidos y sean peligrosas para la salud y la vida de las personas, por lo cual únicamente se permitirá el ingreso con equipos de respiración

autónoma además de contar con autorización del personal HSEQ de la central y en supervisión permanente durante las actividades a realizar en la zona bloqueada.

Se consideran un total de siete puntos de monitoreo: cuatro puntos en las zonas cerradas donde se realizan trabajos y existe la posibilidad de encontrar olores ofensivos y gases explosivos y tres puntos en zonas abiertas donde se moviliza el personal y se ha determinado presencia de olores ofensivos.

9. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del desarrollo de la práctica profesional en Enel Colombia.

9.1. Optimización de reporte de hechos relevantes

En la Fig. 4 se presenta el nuevo esquema de trabajo una vez implementadas las mejoras en el proceso de reporte de hechos relevantes.

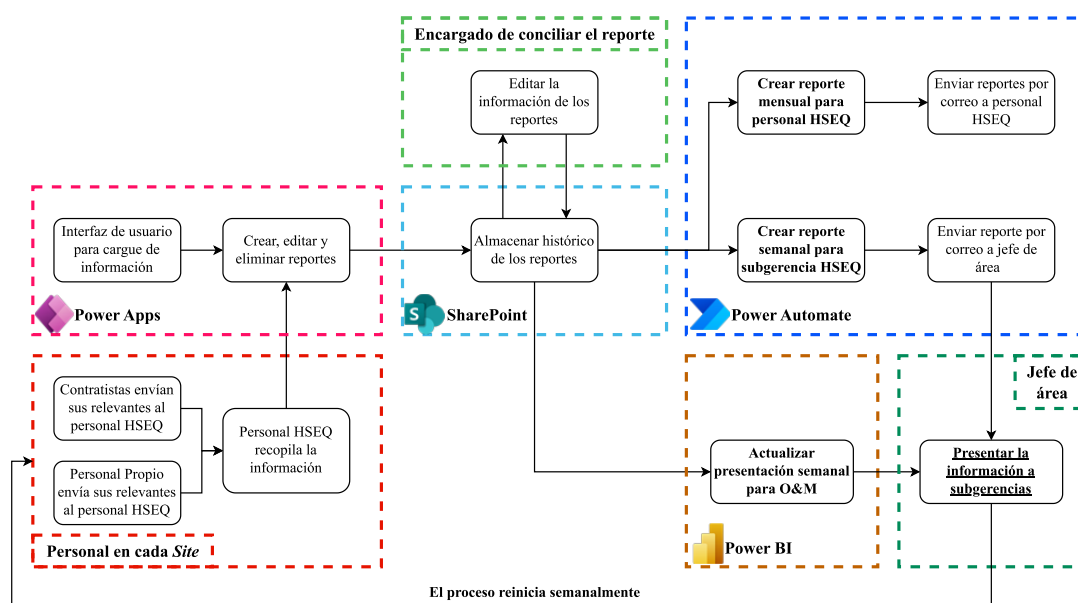


Fig. 4. Esquema de trabajo del reporte de hechos relevantes con las mejoras tecnológicas implementadas.
Fuente: Autor.

Como se presenta en la Fig. 4, las mejoras son agrupadas por el software utilizado, a continuación, se describirá el sistema iniciando por la interfaz en Power Apps, seguido por el almacenamiento de datos en SharePoint y así llegar a los entregables en Power Automate y Power BI.

9.1.1. Power Apps

A través de esta herramienta se crea un aplicativo el cual puede ser usado en computador y dispositivos móviles a través de exploradores web y de Microsoft Teams, se hace uso de un paso

de autenticación del usuario, con el cual, únicamente se permite el ingreso al iniciar sesión en el dispositivo con un correo autorizado por Enel y habiendo ingresado a la aplicación con dicho correo, en caso de que el correo no esté autorizado o no coincida con el digitado en el menú de acceso, la persona no podrá ingresar a la aplicación. Este menú se mantuvo con las mismas características mostradas en la Fig. 2 durante el desarrollo del proyecto.

A partir de este punto se encuentran tres posibles situaciones, la primera de ellas es que el usuario esté autorizado por Enel, pero su usuario no se encuentre habilitado por los administradores para utilizar la aplicación, en este caso, una vez la persona ingrese su correo lo redirigirá a un segundo menú denominado Acceso Denegado, el cual es mostrado en la Fig. 5, a través de este podrá solicitar acceso a los administradores de la aplicación.

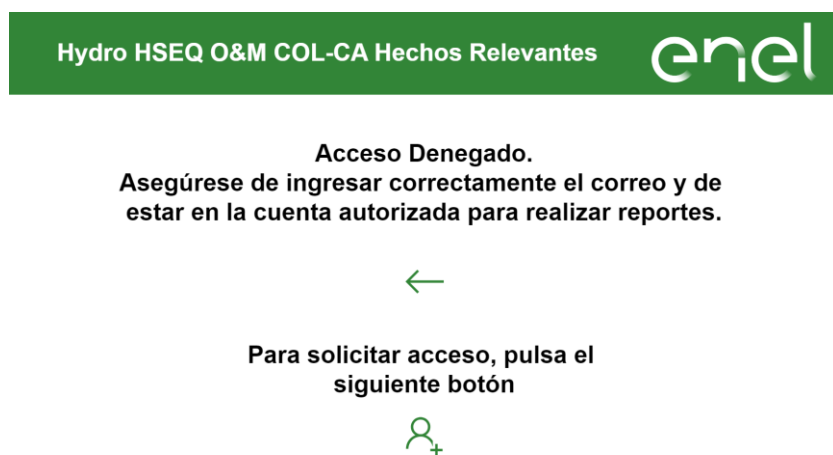


Fig. 5. Menú de acceso denegado con solicitud de acceso a la aplicación.
Fuente: Autor.

En este caso, además del menú, se tiene un flujo en Power Automate, el cual, es presentado en la Fig. 6, este flujo es activado una vez el usuario pulsa el botón de solicitud de acceso ubicado debajo del segundo párrafo de la Fig. 5, una vez activado, Power Apps enviará el nombre y el correo de la persona que solicita el acceso a este flujo mediante el desencadenador PowerApps (V2) mostrado en la Fig. 7, seguido a esto, el flujo buscará en la lista de personas habilitadas

aquellas que tengan la característica de Administrador haciendo uso del bloque mostrado en la Fig. 8, se realiza un tratamiento ya que durante la búsqueda de las personas, se obtendrán los datos de los administradores en forma de array de datos, este tratamiento busca concatenar los correos de los administradores haciendo uso del carácter “,” entre cada uno de ellos, esto se presenta en la Fig. 9, estos correos serán usados en el bloque “Enviar correo electrónico con opciones”, mediante el cual, se envía un correo a los administradores con los datos enviados por Power Apps con las opciones de Autorizar o Rechazar el cual se presenta en la Fig. 10, este bloque se mantendrá activo hasta que uno de los administradores de respuesta, según sea la respuesta se tienen dos opciones, para lo cual se hace uso de un condicional (*If*): en caso de que la respuesta sea Autorizar, se añadirá el nombre y correo del nuevo usuario a la lista de habilitados y se le enviará un correo notificándole sobre la autorización para el uso de la aplicación, en caso de que la respuesta sea Rechazar, únicamente se enviará un correo al usuario mencionando que la solicitud fue rechazada, estas acciones pueden apreciarse en la Fig. 11.

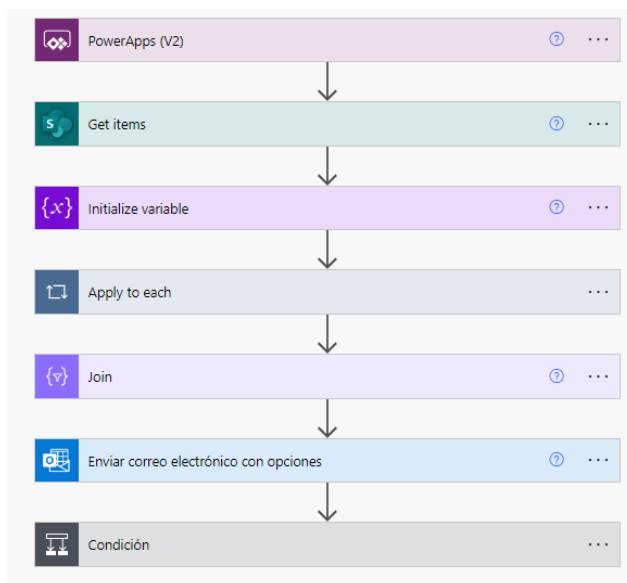


Fig. 6. Flujo en Power Automate para habilitar al usuario en la aplicación.
Fuente: Autor.

PowerApps (V2)

Nombre Escribir entrada

Correo Escribir entrada

+ Agregar una entrada

Fig. 7. Desencadenador del Flujo con solicitud de nombre y correo.
Fuente: Autor.

Get items

*Dirección del sitio:

*Nombre de lista:

Limitar las entradas a la carpeta:

Incluir elementos anidados:

Consulta de filtro:

Ordenar por:

Primeros puestos:

Limitación de las columnas por vista:

Ocultar opciones avanzadas

Fig. 8. Filtrar en la lista de SharePoint a los usuarios con rol de administrador.
Fuente: Autor.

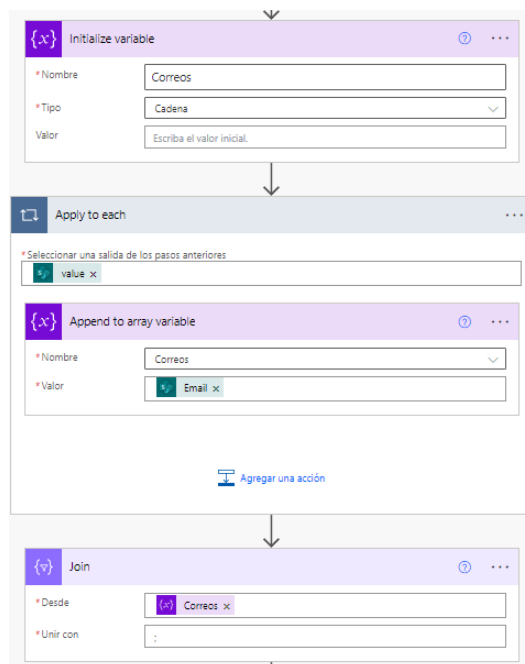


Fig. 9. Tratamiento para concatenar los correos de administradores.
Fuente: Autor.

Enviar correo electrónico con opciones

*A (v) Salida x

Asunto: Solicitud de autorización para Ingreso App Reporting HSEQ Hydro COL-CA

Opciones de usuario: Autorizar, Denegar

Texto de encabezado: Texto de encabezado del cuerpo del correo

Texto de selección: Texto de encabezado para la selección de opciones de usuarios

Cuerpo:

Buen día, la siguiente persona solicita sea incluida como usuario para el uso de la App de Reporte de Hechos Relevantes de HSEQ Hydro COL-CA:

Nombre: Nombre x

Correo: Correo x

Este correo es enviado debido a su rol de administrador en esta App.

Importancia: Normal

Fig. 10. Correo enviado a los administradores de la aplicación.
Fuente: Autor.

Condición

Selected... x es igual a Autorizar

+ Agregar

En caso positivo

Create Item

* Dirección del sitio: [Placeholder]

* Nombre de lista: Habilitados Reportes

* Nombre: Nombre x

* Email: Correo x

* Administrador: No

Mostrar opciones avanzadas

Send an email (V2)

Agregar una acción

En caso negativo

Send an email (V2) 2

Agregar una acción

Fig. 11. Acciones para realizar según se apruebe o rechace la solicitud del usuario.
Fuente: Autor.

La segunda posibilidad es que el usuario se encuentre habilitado para utilizar la aplicación pero que el correo introducido en el campo designado para ingresar la dirección de correo corporativa no corresponda al correo de la cuenta de Microsoft con la cual está intentando ingresar,

este menú se presenta en la Fig. 12, en este caso se debe retornar al menú anterior y volver a ingresar el correo con el cual se ha iniciado sesión y que se encuentre habilitado en la aplicación.

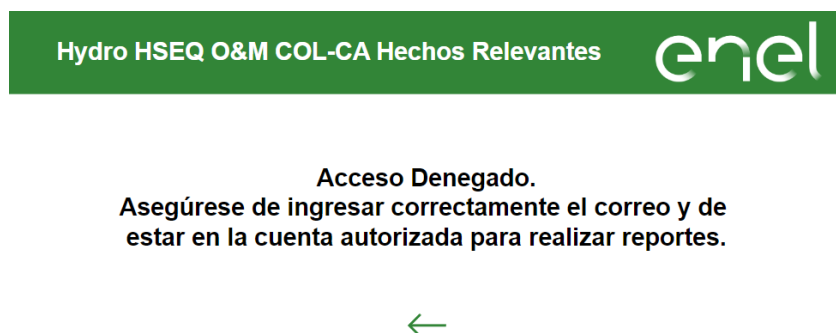


Fig. 12. Pantalla de acceso denegado.
Fuente: Autor.

Finalmente, se tiene la tercera posibilidad, haciendo referencia al acceso correcto a la aplicación, este acceso podrá redirigir a dos pantallas, el menú principal o en caso de tener el rol de administrador a la ventana de administración de la aplicación, estados dos ventanas son mostradas respectivamente en las Fig. 13 y Fig. 14.



Fig. 13. Menú principal de la aplicación.
Fuente: Autor.



Fig. 14. Menú de administración de la aplicación.
Fuente: Autor.

Como se puede apreciar, la manera de trabajar en la aplicación dependerá de los permisos que le sean otorgados a la persona, aquellos usuarios que cuentan únicamente con acceso general a la aplicación pueden ingresar a los menús mostrados en la Fig. 13, iniciando por el menú de Reportar Hecho Relevante Health & Safety el cual se muestra en la siguiente sección.

9.1.1.1. Acceso General: Reportar Hechos Relevantes Health & Safety.

En la Fig. 15 se presenta el menú con el cual interactúan los usuarios de la aplicación para reportar relevantes en temas de Seguridad y Salud, algunos ejemplos que pueden presentarse de este tipo de reportes son inspecciones a instalaciones, inicio y finalización de mantenimientos, entre otros. Para fines de esta sección se enumeran los mismos para su posterior explicación.

Hydro HSEQ O&M COL-CA Hechos Relevantes
H&S

* Título			
1			
* Ejes	* Responsable	* Fecha del HR	Fecha Corte...
Buscar elementos 2	Ivan Porras Piñeres 3	04/07/2023 4	05/07/2023 5
* País	Central	* Prioridad	
COL o CAM 6	Buscar Central 7	Puede seleccionar varios 8	
* Descripción		Registro Fotográfico	
Cuenta con máximo 250 caracteres 9		Pulsar o hacer clic para agregar una imagen 10	

← 12

11 ✓

Fig. 15. Menú para Reportar Hechos Relevantes Health & Safety.
Fuente: Autor.

1. **Título:** es la presentación inicial del hecho relevante, debe ser conciso respecto a qué tratará, se recomienda no usar más de 12 palabras para este título.
2. **Ejes:** hace referencia a la tipología del relevante que se está reportando, en total se tienen 18 posibles opciones, algunas de estas opciones son: Mantenimientos, Actualización HSEQ Semanal y Gestión Operativa.
3. **Responsable:** este refiere a la persona encargada de la realización de la actividad, generalmente tratándose de la persona que realiza el reporte. Por defecto se pondrá el nombre del usuario que está haciendo uso de la aplicación, sin embargo, este puede ser cambiado a otras personas de la compañía.
4. **Fecha del HR:** es el día en que se realiza el reporte.
5. **Fecha Corte Mes:** la fecha de corte de reporte es el miércoles de todas las semanas, por lo cual, los reportes se cargan de jueves de la semana actual a miércoles de la siguiente semana, esto se realiza con el fin de generar los reportes hacia las subgerencias con corte en este día.
6. **País:** puede ser Colombia o Centroamérica, para el caso de Centroamérica, no se consideran los nombres de cada país, esto se hace con el fin de mantener el formato establecido para la subgerencia HSEQ.

7. **Central:** hace referencia a las centrales de generación Hidroeléctrica del Grupo Enel en Colombia y Centroamérica, debe seleccionarse la central donde ocurrió el relevante.
8. **Prioridad:** este campo hace referencia de a quién considera pertinente que se escale la información del relevante.
9. **Descripción:** este campo deberá ser diligenciado con la información que desea suministrarse, cuenta con un máximo de 250 caracteres para dar la información del relevante, debe ser puntual y preciso respecto a la información.
10. **Registro fotográfico:** en este puede cargar una imagen referente al relevante que está realizando, se recomienda que la imagen entregue información clara del mismo y sea un complemento del relevante para ser mostrado de mejor manera ante las gerencias.
11. **Botón de envío:** Se trata de un botón con forma de *Check*, una vez haya diligenciado la información deberá pulsar este botón para realizar el cargue de la información a la base de datos, si algún campo no está diligenciado, aparecerá una notificación y se resaltará el campo que requiere de información.
12. **Botón de retorno:** Este botón lo redirigirá a la pantalla de la Fig. 13.

En este menú se agrupa la mayor cantidad de reportes realizados en cada uno de los *Sites* en los cuales se tiene presencia de colaboradores del área.

9.1.1.2. Acceso General: Reportar Hechos Relevantes Medio Ambientales.

Se considera como relevante de Medio Ambiente toda actividad que tenga referencia a novedades o impacto de tipo ambiental en la central de generación desde la cual se realiza el reporte, se cuenta con un total de 5 posibles ejes a reportar, en la Fig. 16 se presenta el menú con el cual interactúa el usuario para este reporte, para esta sección se mencionan únicamente aquellos elementos que difieren de los mostrados en la sección anterior.

Hydro HSEQ O&M COL-CA Hechos Relevantes MA


* Title

* Ejes

Buscar elementos

* Responsable

Ivan Porras Piñeres

* País

COL o CAM

Fecha Corte Mes

12/07/2023

* Central

Buscar central

* Prioridad

Puede seleccionar varios

Tipo de norma o requerimiento...

Buscar tipo

1

Fecha del HR

10/07/2023

Numero de norma o requerimi...

2

* Descripción

Registro Fotográfico

Pulsar o hacer clic para agregar una imagen

Fig. 16. Menú para Reportar Hechos Relevantes Medio Ambientales.
Fuente: Autor.

- Tipo de Norma o Requerimiento:** hace referencia al tipo de documento solicitado o radicado a la autoridad ambiental, las opciones de este pueden ser:
 - Auto
 - Decreto
 - Ley
 - Ordenanza
 - Resolución
 - Sentencia
 - NA (No Aplica, en caso de que el relevante no haga referencia a alguno de los anteriores)
- Número de norma o requerimiento:** se refiere al consecutivo con el cual se identifica la norma o requerimiento que trata el relevante, en caso de no requerirse puede dejarse en blanco o escribir **NA**.

9.1.1.3. Acceso General: Reportar Hechos Relevantes Calidad.

Se considera como relevante de Calidad todo aquel que sea referente a la mejora continua de los procesos internos de la compañía, incluyendo a las empresas contratistas con las cuales se trabaje, se cuenta con un total de 13 posibles ejes, en la se presenta la interfaz con la cual interactúa el usuario para este reporte, para esta sección se mencionan únicamente aquellos elementos que difieren de los mostrados en las secciones anteriores.

Fig. 17. Menú para Reportar Hechos Relevantes de Calidad.

Fuente: Autor.

1. **Tipo de norma/proyecto:** este campo es usado en caso de contar con número de contrato, radicado u otro tipo de consecutivo para identificar el proceso.
2. **Contratista:** este campo es usado cuando el reporte se realiza en referencia a una empresa contratista, en dicho caso, se diligencia con el nombre de dicho contratista.

9.1.1.4. Acceso General: Reportar Trabajos Futuros.

En esta sección se reportan los trabajos a realizar en las semanas siguientes con el fin de mantener informada al área, estos reportes únicamente son presentados a la subgerencia de O&M,

en la Fig. 18 se encuentra la interfaz de usuario de este menú, a continuación, se profundiza respecto al elemento señalado.

The screenshot shows a web interface for reporting future work. At the top is a red header with the text "Hydro HSEQ O&M COL-CA Trabajos Futuros" and the Enel logo. Below the header, there are several input fields and labels:

- A label "*" followed by "Título" above a long text input field.
- A label "*" followed by "Responsable" above a dropdown menu showing "Ivan Porras Piñeres".
- A label "*" followed by "Categoría" above a dropdown menu showing "Buscar elementos" and the number "1". This field is highlighted with a red rectangular box.
- Labels "Fecha Reporte" and "Fecha de Corte" above the dates "11/07/2023" and "12/07/2023" respectively.
- A label "*" followed by "Descripción" above a large text input field.

At the bottom of the form area, there are two red arrows: a left-pointing arrow on the left and a right-pointing arrow on the right.

Fig. 18. Menú para Reportar Trabajos Futuros.
Fuente: Autor.

- Categoría:** se refiere al tipo de reporte a realizar, en este menú únicamente se distingue por las tres categorías de la aplicación: Salud y Seguridad, Medio Ambiente y Calidad.

9.1.1.5. Acceso General: Editar Reportes de la Semana.

En este menú las personas pueden revisar aquellos reportes que han realizado en la semana antes de la fecha de corte, esto quiere decir que, los usuarios no podrán editar reportes una vez haya pasado el miércoles, en la Fig. 19 se encuentra esta interfaz de usuario.

Fig. 19. Menú para Editar Reportes de la Semana.
Fuente: Autor.

En esta pantalla se encuentran cuatro elementos principales:

1. **Selección de categoría:** se trata de tres botones dispuestos en la sección superior de la ventana, con estos el usuario puede desplazarse por cada uno de los reportes que ha realizado en dichas categorías.
2. **Galería de Visualización:** se trata de un elemento en la sección izquierda de la ventana, en este el usuario puede visualizar todos los reportes que ha realizado y editar el requerido.
3. **Formulario de edición:** es el elemento dispuesto en la sección derecha de la ventana, este se activa una vez el usuario ha seleccionado un elemento de la galería de visualización, en este puede reemplazar la información del relevante.
4. **Botones de cargue y borrado:** son dos botones dispuestos debajo del formulario de edición los cuales están disponibles únicamente cuando le usuario ha seleccionado un elemento de la galería, su función es la de cargar y reemplazar la información del relevante en SharePoint o de eliminarla, todo elemento que sea eliminado pasará a la

papelera de reciclaje del sitio en SharePoint y será eliminado definitivamente después de 30 días.

9.1.1.6. Acceso de Administrador: Configuración de la App

A partir de la Fig. 14 se accede al menú de configuración de la aplicación, la estructura de este menú se muestra en la Fig. 20 y los elementos que están contenidos en este se profundizarán a continuación.



Fig. 20. Menú de Configuración de la App.
Fuente: Autor.

9.1.1.7. Acceso de Administrador: Configuración Reportes

En este menú el administrador puede ingresar a las listas de SharePoint en donde están alojados los datos, en la Fig. 21 se presenta la estructura de este menú.



Fig. 21. Menú de Configuración de Reportes.
Fuente: Autor.

A través de estos botones el administrador será redirigido a la lista respectiva, los cuatro botones cuyo texto inicia como Reporte(s) redirigirán hacia las listas donde se aloja la información de los reportes realizados por los usuarios, de igual manera, los dos botones restantes redirigirán a la configuración de Ejes y Prioridades y a las centrales existentes en cada país respectivamente.

Estas listas serán abordadas en mayor profundidad en el siguiente componente de esta aplicación (SharePoint).

9.1.1.8. Acceso de Administrador: Configuración Roles de Administrador

En este menú los administradores de la aplicación podrán añadir y eliminar usuarios, además de asignar o remover el rol de administrador, permitiéndoles tener un mayor control sobre los accesos y los roles de cada usuario, este menú se muestra en la Fig. 22.

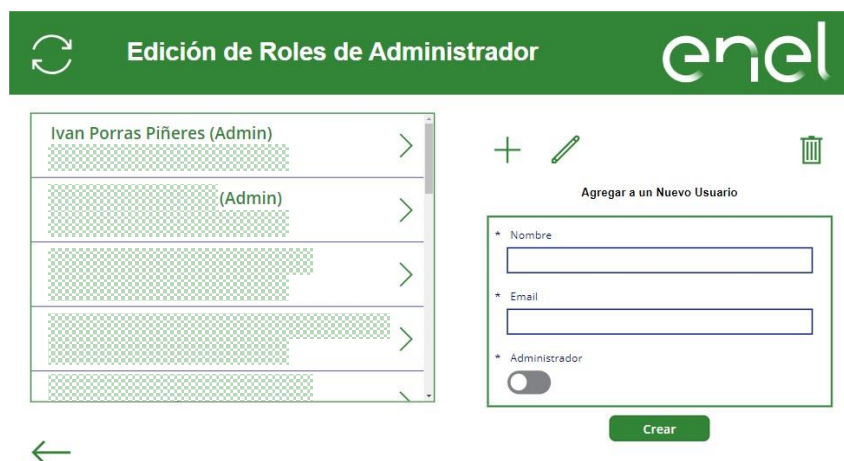


Fig. 22. Menú de edición de roles de administrador.
Fuente: Autor.

Esta interfaz está dividida en dos secciones principales:

1. **Galería de Visualización:** En esta se encuentran los nombres y correos de cada uno de los usuarios de la aplicación, seleccionar un usuario activará el formulario de edición para así cambiar la información de dicho usuario.
2. **Formulario de edición:** por defecto este menú se encuentra en opción de crear un nuevo usuario, en caso de que el administrador seleccione a un usuario de la galería de visualización pasará a mostrar la información de dicho usuario, una vez pulse sobre el botón de edición (con forma de lápiz y dispuesto encima de este formulario) podrá editar la información de este.

9.1.1.9. Acceso de Administrador: Reporte Semanal de Novedades Hydro COL-CA

Esta interfaz se diseñó como una solución previa al desarrollo del reporte semanal en Power BI, por lo cual, actualmente no se hace uso de este, sin embargo, decidió mantenerse en la aplicación como soporte en caso de que este reporte no se encontrase disponible, en la Fig. 23 se presenta la estructura de este menú.



Fig. 23. Menú de Reporte Semanal de Novedades Hydro COL-CA.
Fuente: Autor.

Este reporte está compuesto de cuatro ventanas: Highlights, en la cual se cargan los hechos más relevantes del área, estos son cargados por el jefe de área, Hechos Relevantes, en la cual se presentan los reportes realizados por los usuarios de la aplicación, una siguiente ventana con información interna de la compañía diseñada por otras áreas y Trabajos Futuros, donde se recopilan los reportes de trabajos a realizar en próximas semanas, finalmente se encuentra un botón para regresar al menú de inicio, el cual redirige al usuario a la interfaz de la Fig. 13.

Con esto finaliza el componente visual de la aplicación realizado en Power Apps, a continuación, se presentará lo realizado en SharePoint.

9.1.2. SharePoint

Tal como se describió anteriormente en la sección Acceso de Administrador: Configuración Reportes, la aplicación aloja toda la información en varias listas de SharePoint, cuatro listas para almacenar los reportes realizados por los usuarios y tres listas que permiten el correcto funcionamiento de la aplicación, a continuación, se tratarán cada una de estas listas y las columnas que estas contienen.

9.1.2.1.Listas: Hechos Relevantes H&S, MA, Q y Trabajos Futuros

En estas listas se almacena la información cargada por los usuarios según sea la categoría, todas ellas se encuentran alojadas en el SharePoint del área.

Todas las listas se conectan a Power Apps para ser utilizadas en cada uno de los menús destinados a cargar información, de esta manera, cuando un usuario carga mediante Power Apps un relevante, este es almacenado en SharePoint, todas estas listas funcionan almacenando la información mediante columnas, la base de todas ellas es similar, difiriendo en elementos específicos de cada categoría, en la Tabla 4 se presenta esta estructura de reportes.

Columna	H&S	MA	Q	Trabajos Futuros
Título	Sí	Sí	Sí	Sí
Ejes	Sí	Sí	Sí	No
Categoría	No	No	No	Sí
Responsable	Sí	Sí	Sí	Sí
Fecha del HR	Sí	Sí	Sí	Sí
Fecha Corte Mes	Sí	Sí	Sí	Sí
País	Sí	Sí	Sí	Sí
Central	Sí	Sí	Sí	Sí
Descripción	Sí	Sí	Sí	Sí
Prioridad	Sí	Sí	Sí	No
Registro Fotográfico	Sí	Sí	Sí	No
Tipo de norma o requerimiento legal	No	Sí	No	No
Número de norma o requerimiento legal	No	Sí	No	No
Tipo de norma / proyecto	No	No	Sí	No
Contratista	No	No	Sí	No

Tabla 4. Estructura de las listas de recolección de información en SharePoint.

Fuente: Autor.

9.1.2.2.Lista: Ejes a Reportar y Prioridades

Esta lista cuenta con tres columnas: Ejes, donde se especifica cada uno de los ejes que son usados en la aplicación en Power Apps, Prioridad, haciendo referencia a las personas a quienes podrán dirigirse los relevantes (jefes de área, subgerencias o gerencia) y Tipo de Reporte, catalogando los ejes en tres categorías: H&S, Medio Ambiente y Calidad, con esto a la hora de

diligenciar los relevantes, aparecerán los ejes en la pantalla correspondiente a cada una de estas categorías, evitando así que, por ejemplo, los ejes medioambientales aparezcan a la hora de reportar sobre salud y seguridad.

9.1.2.3.Lista: Países y Centrales

En esta lista se especifican las centrales existentes en Colombia y Centroamérica mediante dos columnas: País y Central, en la Tabla 5 se presenta la estructura de esta lista.

País	Central
CO	Betania
	Charquito
	CRB
	Dario Valencia
	EB Muña
	Guaca
	Guavio
	Guavio Menor
	Limonar
	Laguneta
	Paraíso
	Quimbo
	Salto II
	Tequendama
	Todas las centrales
CAM	Chucas
	Don Pedro
	El Canadá
	Fortuna
	Matanzas / San Isidro
	Montecristo
	Río Volcán
	Palo Viejo
	Todas las centrales

Tabla 5. Lista de Países y Centrales.

Fuente: Autor.

9.1.2.4.Lista: Habilitados Reportes HYDRO HSEQ O&M COL-CA

En esta lista se alojan los datos de los usuarios admitidos para usar la aplicación de reporte de hechos relevantes en Power Apps, está compuesta por tres columnas: Nombre, Email y

Administrador, las primeras dos columnas son, respectivamente, el nombre y correo electrónico asignado por la compañía, la columna de administrador consiste en un valor verdadero o falso, aquellos usuarios que cuenten con un valor de verdadero se consideran administradores de la aplicación.

Con esto se llega al final de esta sección, donde se presentó el almacenamiento de la información suministrada por los usuarios y la configuración necesaria para el correcto funcionamiento de todo el sistema, a continuación, se presentará el trabajo realizado en Power Automate.

9.1.3. Power Automate

Respecto a Power Automate, este es usado con el fin de obtener los reportes semanales y mensuales de los relevantes cargados mediante Power Apps, esto se hace mediante flujos, los cuales son activados de manera recurrente en los días asignados según sea el caso, la información es obtenida a partir de las listas en SharePoint, específicamente las listas de Hechos Relevantes en cada una de las tres categorías, a continuación, se profundizará en cada uno de estos flujos.

9.1.3.1. Reporte Semanal de Relevantes

Para entregar los reportes semanales de hechos relevantes se activa un flujo de manera recurrente todos los jueves a las 9:00 am, en este flujo se requiere cumplir los siguientes pasos:

1. Tomar la información de los relevantes cuya fecha de corte sea el miércoles que acaba de pasar.
2. Cargarlos en un archivo Excel separado por categorías (H&S, E, Q)
3. Almacenar el archivo en el SharePoint del área en una carpeta con la fecha del día de extracción.

4. Enviar el archivo por correo para redirigir la información a las subgerencias.

Considerando esto, se realiza el flujo mostrado en la Fig. 24, este cuenta con tres secciones principales: configuración del flujo (Activación y creación de variables), crear y almacenar información en el archivo Excel y enviar los archivos como adjuntos de un correo electrónico destinado al jefe de área.

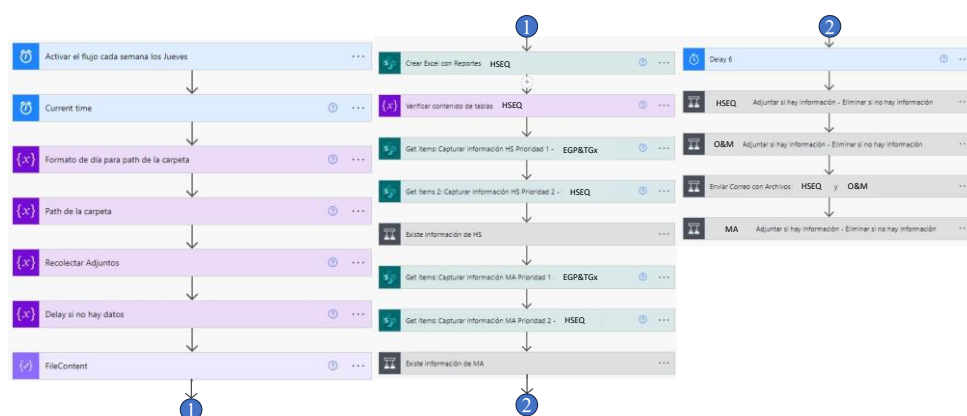


Fig. 24. Flujo de Power Automate para generar el reporte semanal de relevantes.

Fuente: Autor.

La sección de pasos que se encuentra entre los numerales 1 y 2 se realiza tanto para la subgerencia de HSEQ como O&M y para el área de Medio Ambiente, de igual manera, en la tercera sección, en caso de que no se hayan generado reportes durante la semana el flujo eliminará de manera automática los archivos vacíos con el fin de evitar ocupar innecesariamente espacio en SharePoint.

Una vez se ha activado el flujo, se realizarán los pasos especificados anteriormente en un tiempo aproximado de 8 minutos y 16 segundos, una vez pasado este tiempo en el SharePoint del área se encontrará la información como se muestra en la Fig. 25.



Fig. 25. Carpetas y archivos Excel con los extractos semanales para las subgerencias.
Fuente: Autor.

9.1.3.2. Reporte Mensual de Relevantes

Para este reporte se realiza un segundo flujo en Power Automate el cual se activa de manera recurrente el 28 de cada mes, la estructura de este flujo se muestra en la Fig. 26.

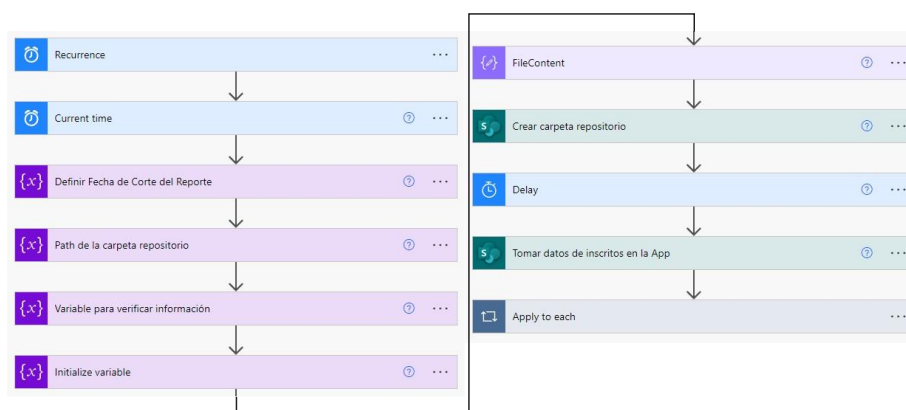


Fig. 26. Flujo en Power Automate para generar el reporte mensual de relevantes.
Fuente: Autor.

Este flujo cuenta con dos secciones generales, la primera (Izquierda de la Fig. 26) configura las variables requeridas para el funcionamiento del flujo como lo son: fecha de corte del reporte, con la cual se define que se tomarán los datos cargados durante el mes, dirección de la carpeta, en donde se especificará la dirección URL de la carpeta donde se almacenarán los extractos para que estén disponibles en todo momento para el equipo, verificar información, la cual es usada durante la iteración del ciclo que tomará la información de cada persona y una variable auxiliar para determinar la existencia de los reportes por persona.

La segunda sección (Derecha de la Fig. 26) primeramente creará la carpeta donde se alojarán los reportes, seguido a ello tomará los correos de todas las personas habilitadas para cargar relevantes y hará un barrido a través del Apply to Each el cual hace las veces de un ciclo iterable determinando qué personas han cargado relevantes y extrayendo dicha información de las listas de SharePoint para cargarlas en un archivo Excel el cual, es almacenado en la carpeta y a su vez enviado por correo electrónico a cada una de las personas, en la Fig. 27 se encuentra la estructura interna del ciclo Apply to Each en el cual se realiza este proceso.

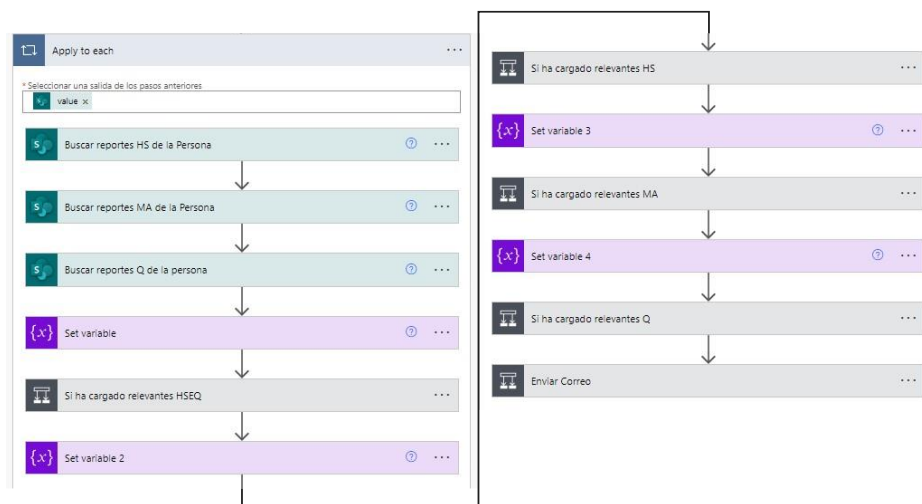


Fig. 27. Ciclo Apply to Each para crear el reporte mensual y enviarlo por correo.
Fuente: Autor.

Con esto se completa el proceso de creación de los reportes para las subgerencias y áreas para las cuales se diseñó la aplicación, a continuación, se presentarán los resultados en Power BI.

9.1.4. *Power BI*

Como último componente de esta aplicación se desarrolla un informe en Power BI, el cual se actualiza de manera automática todos los días a las 7:00 am y a las 11:00 am con el fin de garantizar la presentación de la información en el momento requerido, este informe cuenta con las siguientes hojas: Home, Resumen General, Resumen Semanal, Highlights H&S, Highlights MA & Q, Hechos Relevantes por Central H&S y Hechos Relevantes por Central MA & Q.

9.1.4.1.Hoja Home

Esta hoja de Power BI es la primera con la cual interactúa el usuario, en ella se encuentra la fecha de última actualización de la información a reportar y cuatro botones que redirigirán a las secciones específicas requeridas, además de un botón para pasar a la siguiente página y así continuar con la presentación como se ha estipulado para la subgerencia O&M.

En la Fig. 28 se presenta esta hoja con los elementos anteriormente mencionados.



Fig. 28. Hoja de inicio del reporte en Power BI.
Fuente: Autor.

9.1.4.2.Hoja Resumen General

En esta hoja se presenta la información del último año de uso de la aplicación, además de las estadísticas de uso considerando países, categorías, centrales, ejes y fechas, esta hoja se desarrolló con el fin de que el jefe de área cuente con una herramienta de métricas sobre el uso de esta aplicación y así poder realizar un seguimiento sobre los reportes hechos por *Site* y las fechas en que los realizaron.

En la Fig. 29 se presenta esta hoja de Power BI.

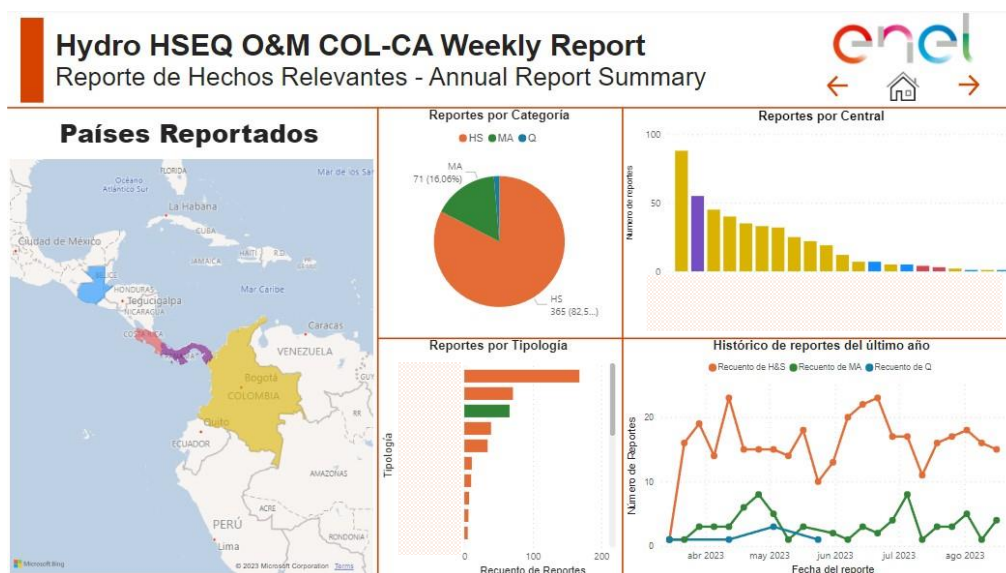


Fig. 29. Hoja de Resumen General de Reportes.

Fuente: Autor.

9.1.4.3. Hoja: Resumen Semanal

En esta hoja se presenta la información de los relevantes cargados durante la semana en curso, al igual que el resumen general, se presentan las estadísticas de uso considerando países, categorías, centrales, ejes y fechas.

Esta hoja de Power BI se presenta en la Fig. 30.

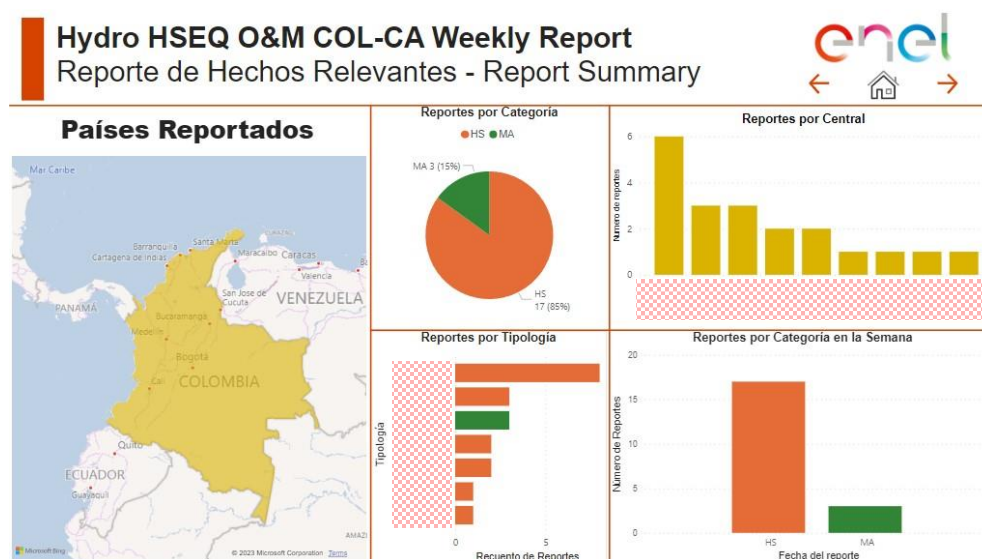


Fig. 30. Hoja de Resumen Semanal de Reportes.

Fuente: Autor.

9.1.4.4.Hojas: Highlights H&S y MA & Q

En esta sección se presentan los relevantes cargados por el jefe de área catalogados como Highlights, siendo estos referentes a la información más relevante de cada una de las categorías. En las Fig. 31 y Fig. 32 Fig. 32 se muestran las hojas en las cuales se presenta esta información.

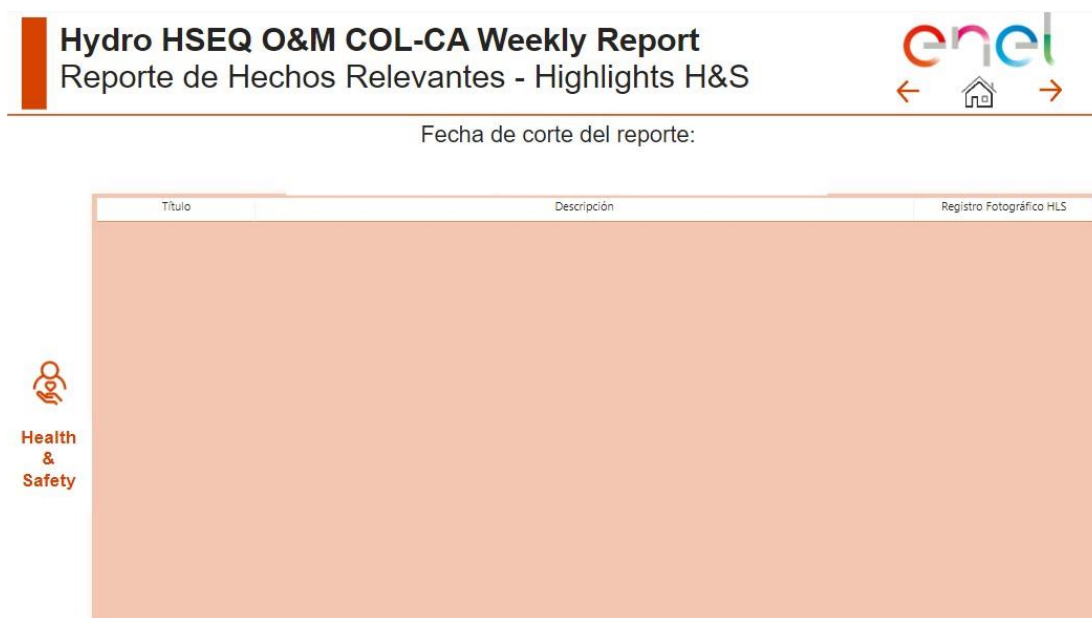


Fig. 31. Hoja de Highlight H&S.
Fuente: Autor.

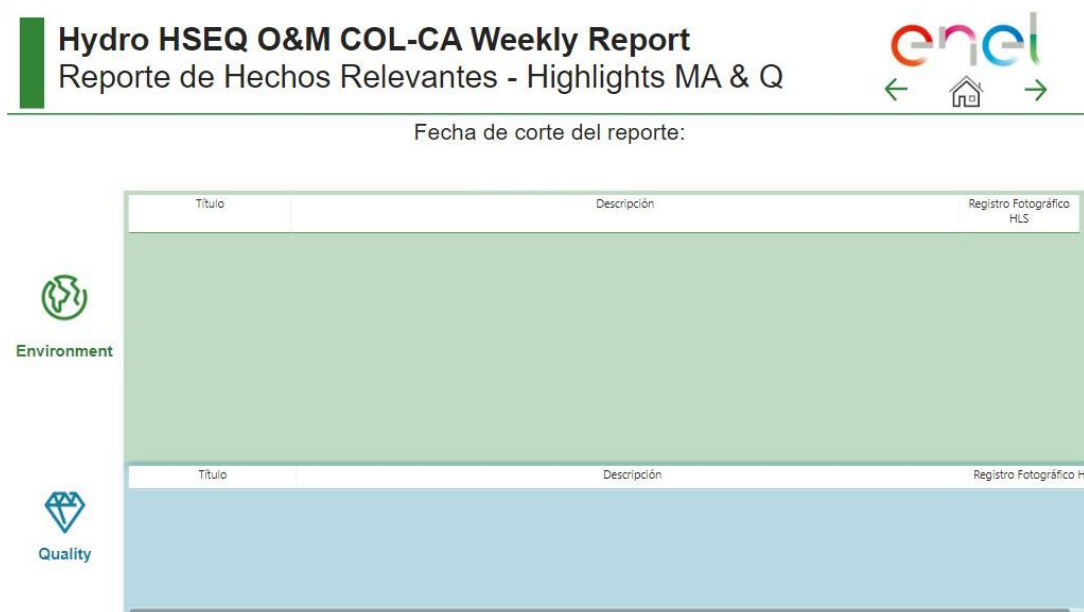


Fig. 32. Hoja de Highlights MA & Q.
Fuente: Autor.

9.1.4.5.Hojas: Hechos Relevantes por Central H&S y MA & Q

En estas hojas se presenta la información cargada por cada central, para efectos prácticos se mostrará únicamente los reportes de la central Guavio considerando que todas las centrales cuentan con la misma estructura de visualización de los reportes, estos se muestran en las Fig. 33 y Fig. 34.

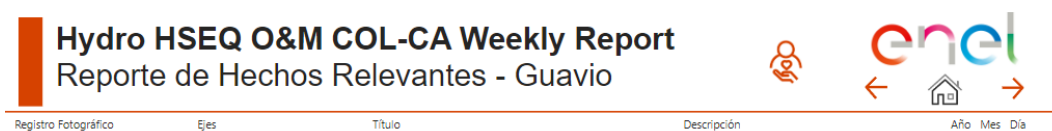


Fig. 33. Hoja de Hechos Relevantes HS de la Central Guavio.
Fuente: Autor.



Fig. 34. Hoja de Hechos Relevantes MA & Q de la Central Guavio.
Fuente: Autor.

9.1.4.6.Hoja: Trabajos Futuros

En esta hoja se presentan los trabajos futuros para la semana, a diferencia de las hojas anteriores en esta únicamente se presenta el texto referente a la actividad a realizar debido a que no se cuenta con registro fotográfico al ser actividades que se realizarán en el futuro próximo. En la Fig. 35 se presenta la estructura de esta hoja.

Hydro HSEQ O&M COL-CA Weekly Report Reporte de Hechos Relevantes - Trabajos Futuros			
Categoría	Central	Nombre Responsable	Descripción

Fig. 35. Hoja de Trabajos Futuros.
Fuente: Autor.

En todas estas hojas se encuentran símbolos referentes al tipo de reporte y botones en la zona superior derecha que permiten desplazarse a través de las hojas, de igual manera, en la zona inferior se encuentran las hojas con las cuales puede realizarse el desplazamiento pulsando sobre estas.

Con estas secciones se ha profundizado acerca de todos los componentes del sistema de reporte implementado en el área, a continuación, se presentará el impacto que este tuvo en el desarrollo de las labores en el área por parte de los usuarios de la aplicación.

9.1.5. Impacto de la optimización de reporte implementada

Primeramente, es necesario conocer el uso que se le ha dado a esta aplicación, por lo cual, se tiene que, al corte del 31 de julio de 2023, se cargaron un total de 383 reportes de hechos relevantes, de los cuales 316 son de salud y seguridad, 61 de medio ambiente y 6 de calidad.

Ahora bien, para medir el impacto que ha tenido la aplicación se dispuso de una encuesta de satisfacción al iniciar sesión en esta, en ella los usuarios respondieron las preguntas mostradas a continuación:

1. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el uso de esta aplicación?
2. ¿Qué tan complejo cree usted que es el uso de esta aplicación?
3. Respecto al proceso usado antes de esta aplicación, ¿De qué manera considera usted que esta aplicación ha impactado en el tiempo requerido para realizar los reportes?
4. En una escala de 1 a 5, ¿Cuánto considera usted que esta aplicación ha simplificado el proceso de reporte de hechos relevantes?
5. En una escala de 1 a 5, ¿Cuán cómoda considera usted que es la interfaz de usuario de la aplicación?
6. ¿Considera pertinente continuar con el uso de esta aplicación para los reportes del área?
7. ¿Qué tan rápido considera usted que es el tiempo de respuesta de la aplicación?
8. Si esta aplicación dejara de funcionar, considera que su trabajo sería: Más complejo, igual, menos complejo.

A continuación, se evaluará cada una de las preguntas de manera individual con el fin de obtener la percepción general que se tiene sobre la aplicación en el área, se contó con un total de 13 respuestas de miembros del equipo quienes han hecho uso de este sistema de reporte.

9.1.5.1. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el uso de esta aplicación?

Para esta pregunta se realizó la medición mediante cinco posibles respuestas, las cuales serán ponderadas de 1 a 5, siendo 1 Muy Insatisfecho y 5 Muy Satisfecho, en la Fig. 36 se presentan los resultados obtenidos de esta pregunta.

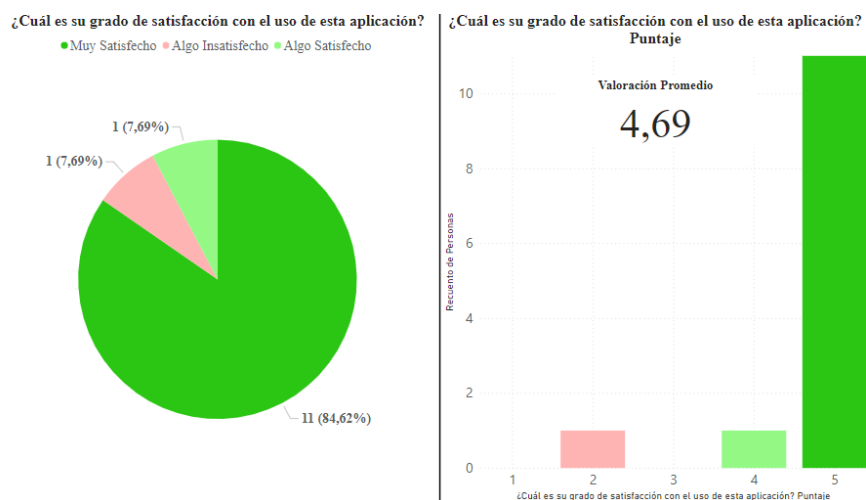


Fig. 36. Respuestas a la pregunta ¿Cuál es su grado de satisfacción con el uso de esta aplicación?
Fuente: Autor.

A partir de la Fig. 36, puede apreciarse que cerca del 85% de los encuestados considera muy satisfactorio el uso de la aplicación y de igual manera, que el 92% de los encuestados consideran en general satisfactorio su uso, mientras que el 7,69% considera que es algo insatisfactorio su uso, ahora bien, asignando la ponderación anteriormente mencionada, se tiene que en promedio la satisfacción de los usuarios es de 4,69 puntos, por lo cual, puede decirse que el uso de esta aplicación es satisfactorio con tendencia a ser muy satisfactorio.

9.1.5.2. ¿Qué tan complejo cree usted que es el uso de esta aplicación?

Esta pregunta hace referencia hacia el nivel de complejidad que presenta el usar la aplicación para cargar de la información de los reportes, se evaluó mediante una escala desde Muy Complejo hasta Muy Sencillo, al igual que la pregunta anterior se asignó una ponderación de 1 a 5 respectivamente, en la Fig. 37 se presentan los resultados obtenidos.



Fig. 37. Respuestas a la pregunta ¿Qué tan complejo cree usted que es el uso de esta aplicación?
Fuente: Autor.

Según este resultado, se tiene que el 100% de los encuestados consideran que la aplicación es muy sencilla de usar, esto mismo puede evidenciarse al ponderar las respuestas, dando como valoración promedio la máxima calificación posible.

9.1.5.3. ¿De qué manera considera usted que esta aplicación ha impactado en el tiempo requerido para realizar los reportes?

En esta pregunta se evalúa el tiempo que requiere realizar el reporte de hechos relevantes a través de la comparación con el proceso que era llevado a cabo antes de la implementación de este sistema, se cuenta con una escala desde Toma mucho más tiempo hasta Toma mucho menos tiempo, ponderando de 1 a 5 respectivamente. En la Fig. 38 se presenta la información obtenida en esta pregunta.

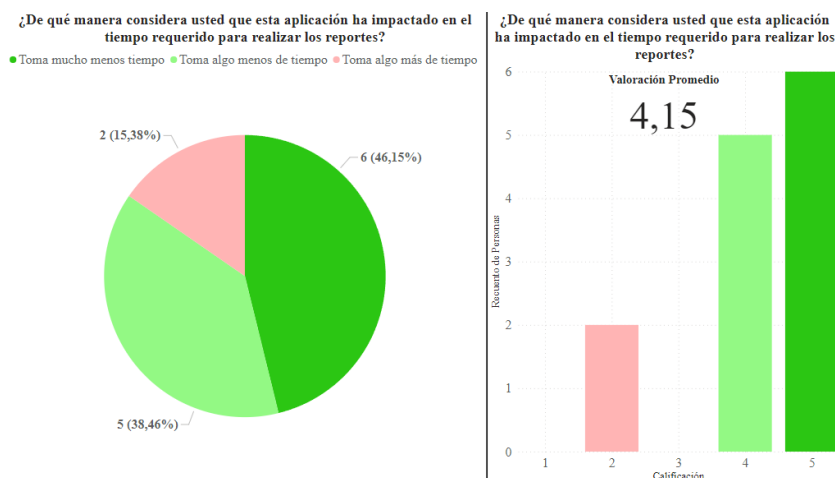


Fig. 38. Respuestas a la pregunta ¿De qué manera considera usted que esta aplicación ha impactado en el tiempo requerido para realizar los reportes?

Fuente: Autor.

A partir de esto, se puede determinar que, el 46% de los encuestados considera que la aplicación mejora significativamente el tiempo requerido para realizar los reportes de hechos relevantes y en general cerca del 85% considera que en general se reduce el tiempo requerido para esta labor, mientras que un 15% ha percibido un ligero aumento en el tiempo requerido para realizar esta labor, respecto a la ponderación, se puede apreciar que, el promedio de la valoración de esta pregunta es de 4,15 puntos, con esto se puede deducir que la percepción general de impacto en tiempo es ligeramente positiva, aproximándose hacia la respuesta “Toma algo menos de tiempo”.

9.1.5.4. ¿Cuánto considera usted que esta aplicación ha simplificado el proceso de reporte de hechos relevantes?

Esta pregunta se evaluó mediante una escala numérica de 1 a 5, siendo 1 la menor calificación y 5 la mayor, mediante esta pregunta se busca evaluar si los usuarios consideran que este sistema de reporte ha simplificado la tarea de reportar hechos relevantes, o si, por el contrario, la ha complicado. En la Fig. 39 se presentan las respuestas dadas a esta pregunta.

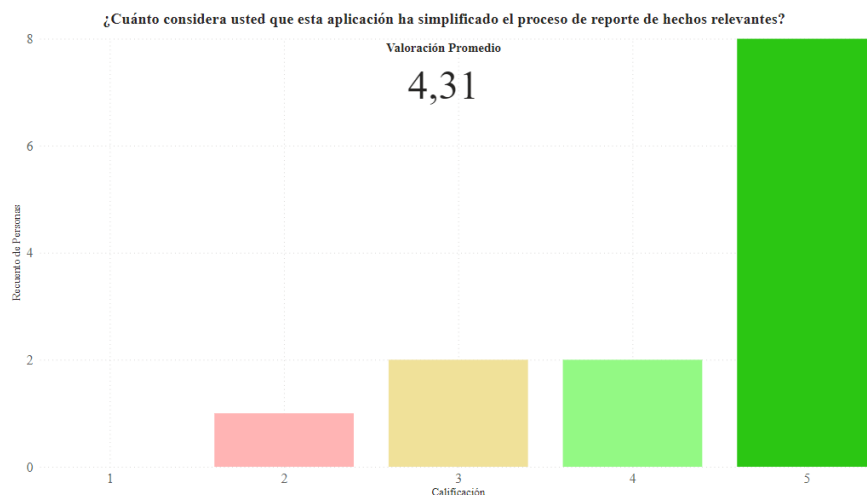


Fig. 39. Respuestas a la pregunta ¿Cuánto considera usted que esta aplicación ha simplificado el proceso de reporte de hechos relevantes?

Fuente: Autor.

Según estas respuestas, puede determinarse que la mayoría de las personas (8) dan a la aplicación la máxima calificación en este aspecto, además que un total de 10 usuarios consideran que la aplicación ha simplificado el proceso con calificaciones de 4 y 5.

Del total de encuestados se tiene que un total de 2 encuestados no encuentran que se haya simplificado el proceso, mientras que otros 2 consideran que el proceso se ha complicado más a comparación del llevado anteriormente en el área.

Al evaluar todas las respuestas, se tiene que, en promedio, la percepción es que se ha simplificado ligeramente esta labor, con una calificación de 4,31 puntos, aproximándose hacia el valor de 4.

9.1.5.5. ¿Cuán cómoda considera usted que es la interfaz de usuario de la aplicación?

En esta pregunta se pretende conocer la percepción de comodidad al usar la aplicación en Power Apps, con el fin de determinar si la misma es intuitiva y cómoda o si por el contrario es de

complejo entendimiento, se califica en escala numérica de 1 a 5, siendo menor y mayor calificación respectivamente.

En la Fig. 40 se encuentran las respuestas dadas por los usuarios.

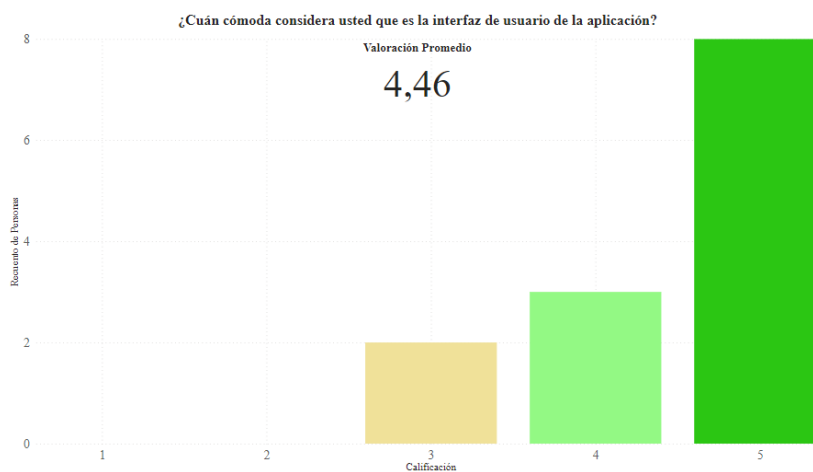


Fig. 40. Respuestas a la pregunta ¿Cuán cómoda considera usted que es la interfaz de usuario de la aplicación?
Fuente: Autor.

A partir de esta gráfica puede apreciarse que una mayor parte de los usuarios considera que la interfaz de usuario es muy cómoda para su uso, esto evidenciado en el hecho de que la máxima calificación cuenta con el mayor número de respuestas (8 personas), además, un total de 11 personas consideran cómoda la aplicación con calificaciones de 4 y 5.

Por otro lado, se tiene que 2 personas se mantienen en una posición neutral respecto a la comodidad del uso de la aplicación.

En general, la percepción de comodidad de la aplicación se puntúa en 4,46, con lo cual se puede interpretar que los usuarios consideran la aplicación ligeramente cómoda debido a que este valor es más próximo a la calificación de 4.

9.1.5.6. ¿Considera pertinente continuar con el uso de esta aplicación para los reportes del área?

Esta pregunta se evalúa mediante respuesta Sí o No, en esta no se realiza una ponderación numérica, considerando que únicamente se encuentran dos posibles valores para su análisis. En la Fig. 41 se encuentran los resultados de esta pregunta.



Fig. 41. Respuestas a la pregunta ¿Considera pertinente continuar con el uso de esta aplicación para los reportes del área?

Fuente: Autor.

En esta se obtuvo que el 92% (12 personas) de los encuestados consideran que la aplicación debe continuar en uso, mientras que cerca de un 8% (1 persona) considera que no debe continuar el uso de esta.

Con esto se evidencia que una gran mayoría de usuarios considera que debe continuar el uso de esta aplicación para reportar los hechos relevantes del área, de igual manera se requiere un estudio específico del caso del usuario que menciona que no considera pertinente su uso ya que se aleja de la tendencia de los demás usuarios que hacen uso de la aplicación.

9.1.5.7.¿Qué tan rápido considera usted que es el tiempo de respuesta de la aplicación?

En esta pregunta se busca evaluar principalmente la percepción rapidez de respuesta de la aplicación, esto haciendo referencia al tiempo que, por ejemplo, puede tardar en cambiar de menú de la aplicación o en cargarse la información, para esta pregunta se evaluó mediante una escala desde Muy lento hasta Muy rápido, se califica en escala numérica de 1 a 5.

En la Fig. 42 se presentan las respuestas a esta pregunta.

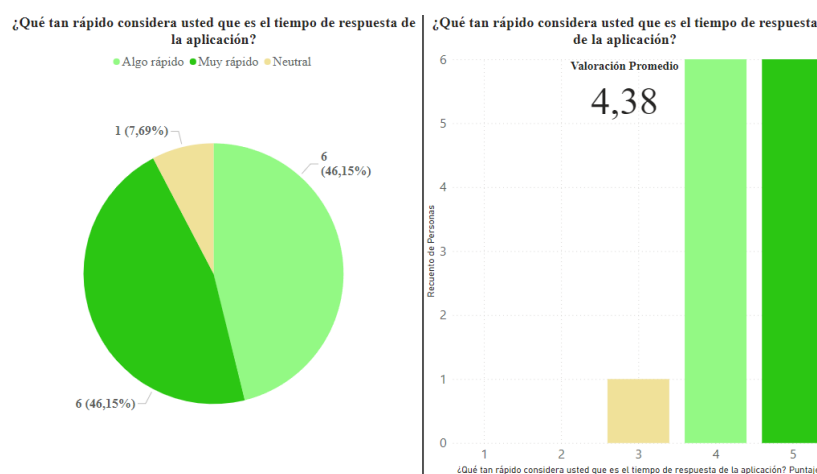


Fig. 42. Respuestas a la pregunta ¿Qué tan rápido considera usted que es el tiempo de respuesta de la aplicación?
Fuente: Autor.

A partir de las respuestas puede apreciarse que un 92% de los usuarios considera que la aplicación es algo rápida o muy rápida, correspondiendo a un total de 12 de los 13 encuestados, mientras que la persona restante se muestra neutral ante el tiempo de respuesta de la aplicación. En promedio este apartado obtuvo una puntuación de 4,38, lo cual demuestra que en general los usuarios consideran que la aplicación tiende a ser algo rápida durante sus labores.

9.1.5.8.Si esta aplicación dejara de funcionar, considera que su trabajo sería

Para esta pregunta se consideraron tres posibles respuestas: menos complejo, igual y más complejo, a estos se les dará una calificación de 1, 3 y 5 respectivamente, el fin de esta pregunta

es el determinar el caso hipotético en que la aplicación dejase de funcionar, cómo consideran los usuarios que se vería impactada su manera de trabajar al tener que regresar al modelo de reporte que existía previo a este sistema, en la Fig. 43 se presentan los resultados de esta pregunta.

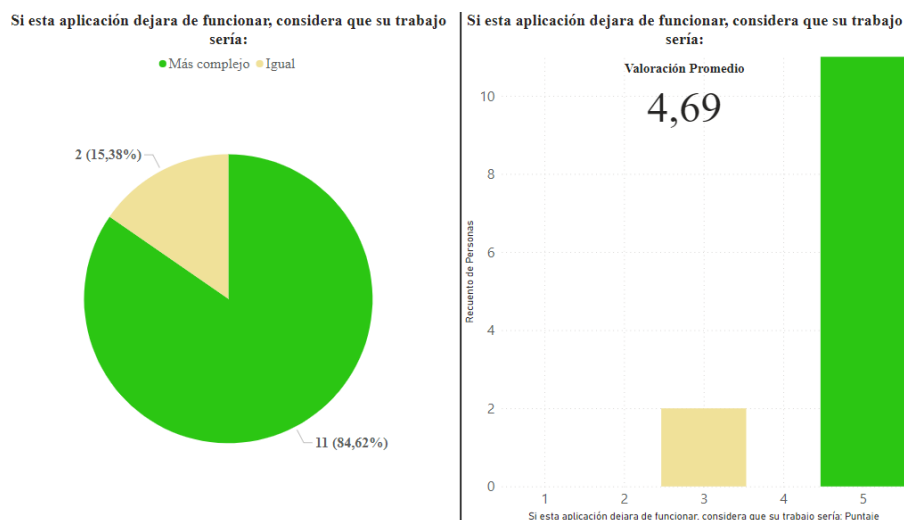


Fig. 43. Respuestas a la pregunta: Si esta aplicación dejara de funcionar, considera que su trabajo sería.
Fuente: Autor.

Con estas respuestas se puede apreciar que la tendencia es que la implementación de este sistema de reporte ha reducido la complejidad de la labor de reporte de hechos relevantes, siendo que casi un 85% de los encuestados considere que si la aplicación dejase de funcionar su trabajo sería más complejo y en general, ninguno de los encuestados considera que sería menos complejo, además, se tiene una puntuación promedio de 4,69, la cual permite determinar que en general, los usuarios consideran que sin este sistema su trabajo tendería a ser más complejo.

9.1.5.9. Resumen del impacto de la solución implementada

En la Tabla 6 se presenta la moda y las puntuaciones promedio resultado del análisis de las respuestas cargadas por los usuarios que han hecho uso de este sistema de reporte, en esta sección únicamente se considerarán aquellas preguntas a las cuales les fue asignada una ponderación de 1 a 5.

Pregunta	Moda	Promedio
¿Cuál es su grado de satisfacción con el uso de esta aplicación?	5	4,69
¿Qué tan complejo cree usted que es el uso de esta aplicación?	5	5,00
¿De qué manera considera usted que esta aplicación ha impactado en el tiempo requerido para realizar los reportes?	5	4,15
¿Cuánto considera usted que esta aplicación ha simplificado el proceso de reporte de hechos relevantes?	5	4,31
¿Cuán cómoda considera usted que es la interfaz de usuario de la aplicación?	5	4,46
¿Qué tan rápido considera usted que es el tiempo de respuesta de la aplicación?	4 – 5	4,38
Si esta aplicación dejara de funcionar, considera que su trabajo sería:	5	4,69

Tabla 6. Resumen de resultados del impacto de la solución implementada.
Fuente: Autor.

Durante el análisis de la moda presente en las respuestas de los usuarios, se puede apreciar que la moda en casi todos los apartados es de la máxima calificación que puede ser obtenida, además de que, en promedio, la calificación nunca es inferior a 4, con esto se interpreta que la aceptación de la solución implementada en cada uno de los elementos del cuestionario se encuentra cuantitativamente en un valor entre alto (4) y muy alto (5).

Realizando un promedio general de la calificación de todas las preguntas, se puede obtener la calificación de la aceptación de la solución implementada, la cual, se calcula en un valor de 4,53 puntos, encontrándose así una aceptación de la aplicación alta con aproximación hacia aceptación muy alta.

9.1.5.10. Impacto temporal de la solución implementada

Además de la encuesta mencionada en las secciones anteriores, se realizó un seguimiento al tiempo requerido para la labor de reporte de hechos relevantes, se consideran dos tipos de tiempos: tiempo de cargue de información, y tiempo de realización de entregables.

1. Tiempo de cargue de información: Hace referencia al tiempo que cada miembro del equipo toma en cargar la información mediante la aplicación en Power Apps, cada relevante contiene al menos las secciones de Título, Ejes, País, Central, Prioridad, Descripción y Registro Fotográfico, según los datos entregados por SharePoint, en promedio un relevante es cargado cada 5 minutos, durante la semana en que se realizó este seguimiento se cargaron un total de 21 relevantes, por lo cual el tiempo en horas hombre trabajadas es de 1.75 horas por semana, anteriormente, la totalidad de los relevantes era cargada en un plazo de entre 8 a 9 horas por semana, referentes a la jornada laboral del día miércoles, por lo cual, mensualmente se puede estimar una reducción de tiempo de 25 a 29 horas, lo cual representa una disminución de entre el 72% y el 75,8%.
2. Tiempo de realización de entregables: Este proceso dejó de ser manual debido a la automatización realizada, sin embargo, se consideran los tiempos de cómputo, según las estadísticas entregadas por Power Automate, la creación de los extractos de Excel semanales se crean y envían al correo electrónico del jefe de área en aproximadamente 8 minutos por semana, en el caso de los informes mensuales, estos son creados y recibidos por cada miembro del área que ha reportado relevantes en el último mes en aproximadamente 10 minutos, este tiempo anteriormente requería de al menos 2 horas semanales para su realización, considerando esto, se tiene que mensualmente el proceso consumía 8 horas de trabajo, después de la implementación se tiene que el tiempo consumido por las personas es de cero y el tiempo de cómputo es de 42 minutos, teniendo así una disminución del 91,2% de tiempo en total.

Con esto se llega al final de los resultados de este primer proyecto y se da paso al segundo proyecto referente al sistema de monitoreo de olores ofensivos y gases explosivos para la central Paraíso.

9.2. Sistema de Monitoreo de Olores Ofensivos y Gases Explosivos en la Central Hidroeléctrica Paraíso

El estudio de este sistema de monitoreo se realiza en dos etapas, la primera de ellas es la determinación de los posibles instrumentos apropiados considerando los requisitos mínimos que deben de tenerse en cuenta para la implementación de este, siendo realizado mediante la selección de tres fabricantes que cumplen con dichos requisitos mínimos, seguido a ello, se plantea la arquitectura del sistema considerando además de los instrumentos, los puntos de monitoreo y control, los actuadores y las conexiones requeridas para su correcto funcionamiento, aclarando que, estos se definen únicamente de manera teórica.

9.2.1. Instrumentación del Sistema

Para la selección de la instrumentación pertinente para el desarrollo de este sistema se tiene en consideración los requisitos mínimos estipulados en la sección titulada Análisis de la instrumentación del sistema la cual se encuentra en el Capítulo 8 del presente documento, a partir de estos requisitos se definen tres posibles marcas fabricantes de transmisores y sensores con los cuales realizar el sistema.

9.2.1.1.Honeywell

Respecto al transmisor, se considera el uso del transmisor universal XNX, el cual soporta todos los tipos de sensores diseñados por Honeywell, incluyendo los sensores requeridos para este proyecto.

Este transmisor cuenta con certificado ATEX II 2 G Ex db IIC T6...T4 Gb, en la Fig. 44 se presenta el significado de las siglas de este certificado.

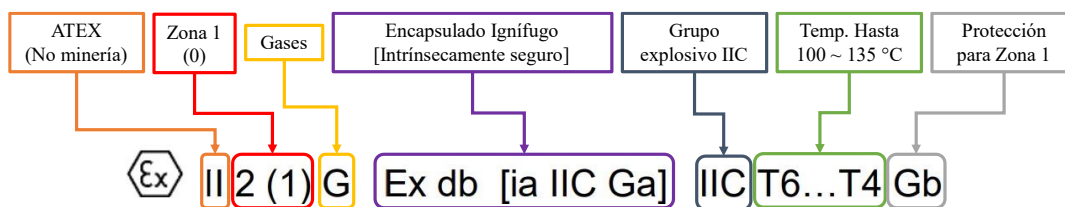


Fig. 44. Significado de la nomenclatura ATEX del transmisor universal Honeywell XNX.

Fuente: Autor.

Cuenta con certificación IP 66, y cuenta con un rango de temperatura de operación de entre -40°C a 65°C a humedades de entre 0 a 99%.

En el apartado eléctrico, se tiene que, funciona a 24 V_{DC} nominales, con un mínimo de 18 V y un máximo de 32 V, cuenta con salida análoga de 4-20 mA y protocolos de comunicación HART y Modbus, respecto al encapsulado, este puede ser en aluminio o en acero inoxidable 316, en ambos casos con revestimiento de calidad marina, además, el transmisor cuenta con la opción de incluir dos relés con los cuales pueden encenderse actuadores de alerta de manera automática al superar los umbrales programados por el usuario (Honeywell, 2015).

Respecto a los sensores, Honeywell cuenta con las siguientes referencias para los gases indicados en el desarrollo del proyecto (Honeywell, s.f.):

1. Ácido Sulfhídrico: XNXXSH2CU, sensor XNX de 0 – 100 ppm con certificación CU-TR Ex.
2. Amoníaco: XNXXSA2CU, sensor XNX de 0 – 1000 ppm con certificación CU-TR Ex.
3. Monóxido de carbono: XNXXSC1CU, sensor XNX de 0 – 300 ppm con certificación CU-TR Ex.

4. Gases explosivos: MPD-AMIV1, sensor infrarrojo para medición de metano 0-100% LEL con certificación ATEX.

9.2.1.2.Dräger

Este fabricante no cuenta con un transmisor universal, sin embargo, sí cuenta con dos transmisores específicos mediciones de gases tóxicos y gases explosivos, siendo estos el Dräger Polytron® 8100 EC y el Dräger Polytron® 8700 IR respectivamente.

Los transmisores cuentan con certificado ATEX II 2G Ex db [ia] IIC T6/T4 Gb, y certificado IP desde 65 hasta 67 según sea requerido, un rango de temperatura de operación de entre -40°C a 65°C en humedades de entre 0 a 100%.

Respecto a las características eléctricas, se tiene que estos transmisores se alimentan con un voltaje de entre 10 a 30 V_{DC}, cuentan con salida análoga de 4-20 mA y protocolos de comunicación HART, PROFIBUS PA, FOUNDATION fieldbus H1 y Modbus RTU, respecto al encapsulado, se tienen presentaciones en aluminio recubierto con resina epóxica y en acero inoxidable 316L, además, cuentan con la opción de incorporar dos relés para controlar actuadores y un tercer relé para notificar en caso de que se presenten fallos en el equipo (Dräger, 2021).

Respecto a los sensores, Dräger cuenta con las siguientes referencias para la medición de los gases requeridos (Dräger, 2021):

1. Ácido Sulfhídrico: 68 09 710, DrägerSensor® H₂S HC, con rango de 10 – 1000 ppm con resolución de 2 ppm.
2. Amoniaco: 68 09 645, DrägerSensor® NH₃ HC, con rango de medición de 30 – 1000 ppm y una repetibilidad de máximo 10 ppm.

3. Monóxido de carbono: 68 09 605, DrägerSensor® CO, con rango de medición de 10 – 5000 ppm y una repetibilidad de máximo 2 ppm.
4. Gases explosivos: Dräger PIR 7000, con un rango de medición de 0 – 100% LEL.

9.2.1.3.MSA

Este fabricante cuenta con el monitor de Gas ULTIMA® X5000, el cual cuenta con certificado ATEX II 2G Ex db IIC T6 Gb, certificado IP 66, rango de temperatura de -55°C a 60°C y humedades de entre 10 – 95%.

Sobre las características eléctricas, se tiene que este transmisor funciona con alimentación de 11 a 30 V_{DC}, cuenta con salida analógica 4 – 20 mA y protocolos de comunicación HART y Bluetooth de baja energía v4.3, el material del encapsulado es de acero inoxidable, además cuenta con tres relés, dos para ser usados en actuadores y un tercero para notificar de fallas en el dispositivo, este cuenta con el diferenciador de que es posible utilizar dos sensores digitales o un sensor digital y uno infrarrojo en un solo transmisor, lo cual reduce a la mitad la cantidad de transmisores requeridos (MSA, 2020).

Respecto a los sensores comercializados por este fabricante se encuentran los siguientes destinados a los gases que se requiere medir:

1. Ácido Sulfhídrico: Ultima x5000 XCell H₂S-Sensor, se considera la versión con rango de medición de 0 – 100 ppm, con error en la exactitud menor al 1% del valor medido (MSA, 2019).
2. Amoníaco: Ultima x5000 XCell NH₃-Sensor, con un rango de 0 – 100 ppm y un error en la precisión de menos del 1% del valor medido (MSA, 2021).

3. Monóxido de Carbono: Ultima x5000 XCell CO-Sensor, con un rango de 0 – 1000 ppm y un error en la exactitud menor al 1% del valor medido (MSA, 2019).
4. Gases explosivos: Ultima® X5000 XIR Plus / XIR, siendo este un sensor infrarrojo capaz de medir hasta 117 gases combustibles con un error de precisión menor al 2% del valor medido.

Con esto se llega al final de esta sección al considerar tres fabricantes cuyos productos son considerados viables debido a las características de estos y el cumplimiento de los requisitos mínimos estipulados en el capítulo anterior, en el Anexo 2, se encontrará una tabla resumen con la instrumentación aquí mencionada con el fin de comparar sus características, como se mencionó al inicio de la sección, únicamente se consideran posibles instrumentos, mas no uno en específico, a continuación, se planteará la arquitectura del sistema considerando además de los instrumentos, los demás componentes requeridos para su correcto funcionamiento.

9.2.2. *Arquitectura del Sistema*

La arquitectura planteada para este sistema se presenta en la Fig. 45, donde se consideran los instrumentos, indicadores, actuadores y demás fundamentales para el funcionamiento del sistema como se planteó durante el desarrollo de este.

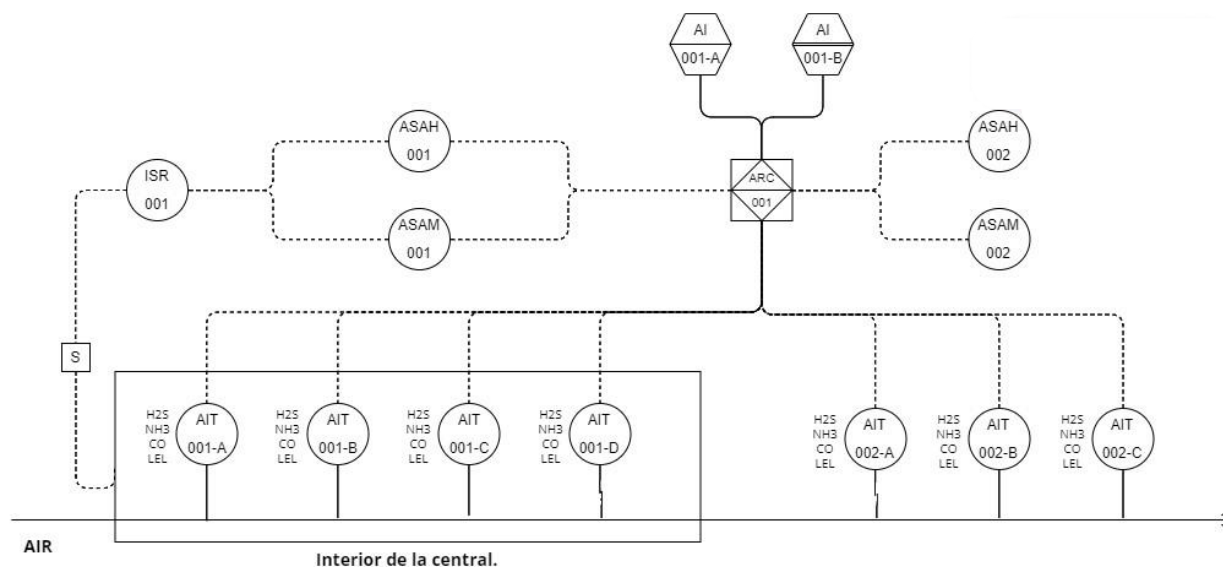


Fig. 45. Arquitectura del sistema de Monitoreo de Olores Ofensivos y Gases Explosivos.
Fuente: Autor.

En total, el sistema consta de:

- 28 sensores de gases ubicados en 7 puntos de la central hidroeléctrica, teniendo así 4 sensores por punto (H_2S , NH_3 , CO y LEL).
- Dos sistemas de advertencia basados en indicadores audiovisuales (ESH) ubicados en la zona interior y exterior de la central.
- Un sistema de bloqueo de zonas ubicado en la zona interior de la central para limitar el tránsito de personas ante condiciones adversas.
- Un PLC en capacidad de recibir las señales de los transmisores ubicados en los puntos de monitoreo y centralizarlas para su posterior envío al sistema SCADA, en el Anexo 3 se presenta una tabla comparativa de PLC que podrían llegar a ser utilizados en la implementación de la propuesta.
- Un computador local con el sistema SCADA para monitorear el comportamiento de la atmósfera de la central y adaptado para activar de manera manual los sistemas de advertencia y de bloqueo de zonas.

- Un computador remoto ubicado en las instalaciones de Enel Colombia en la ciudad de Bogotá, en el cual se podrá visualizar la información adquirida a través de los sensores.

Con estos resultados concluye el desarrollo del sistema de detección de olores ofensivos y gases explosivos en la Central Hidroeléctrica Paraíso trabajado durante la práctica profesional en Enel Colombia.

9.2.3. Presentación de la Propuesta

Con el fin de materializar este sistema de monitoreo, se realizó la presentación de este ante un comité interno de la compañía en el marco del programa “Jóvenes Talento” en esta presentación se expuso acerca de la necesidad de implementar este sistema, así como los instrumentos requeridos y la arquitectura planteada, finalmente, este proyecto fue seleccionado para llevarse a cabo, por lo cual, su materialización se realizará a partir del mes de septiembre a través de un proceso de licitación.

10. Conclusiones

Tras finalizar la práctica profesional realizada en Enel Colombia en el área HSEQ Hydro Colombia & Central America y habiendo finalizado los proyectos presentados en el presente documento, a continuación, se muestran las conclusiones obtenidas de estos.

Se implementó una aplicación multiplataforma y disponible de manera continua con el fin de optimizar la recolección de información de las centrales de generación hidroeléctrica en Colombia y Centroamérica, esto haciendo uso de las herramientas facilitadas por *Power Platform*, incluidas en la licencia de Microsoft 365, con lo cual, se estandarizó el proceso de reporte de Hechos Relevantes en el área, además de automatizar la presentación de la información destinada a las subgerencias HSEQ y O&M.

De igual manera, para determinar el impacto que esta optimización de reporte de Hechos Relevantes produjo en el área, se realizó la evaluación de uso de la aplicación, obteniendo que, a corte del 31 de julio del 2023, ha sido utilizada para cargar un total de 383 reportes de hechos relevantes, además de esto, se cuenta con una mejora en tiempo por parte del equipo encargado de cargar sus relevantes, con una reducción de entre 72% y el 75,8% respecto al tiempo requerido en el proceso anterior y una mejora en tiempo de realización de los entregables del 91,2%, de igual manera, se generó una encuesta de satisfacción la cual fue diligenciada por las personas que interactuaron con la aplicación, se realizó el análisis cuantitativo de esta encuesta y a partir de esto se determinó que los usuarios consideran que la implementación de esta optimización tiende a ser muy positiva al obtenerse una calificación promedio de la aplicación de 4,53 puntos teniendo en cuenta que la máxima calificación posible es de 5 puntos, razón por la cual, se concluye que el uso de este nuevo sistema de reporte es viable y existe una alta aceptación de los usuarios ante el manejo de esta.

Ahora bien, respecto al sistema de monitoreo de olores ofensivos y gases explosivos en la central hidroeléctrica Paraíso, se realizó la caracterización y selección teórica de los instrumentos de medición que podrían llegar a ser más adecuados para garantizar el funcionamiento de este sistema, considerando elementos clave como lo son: gases y concentraciones a monitorizar, características físicas y eléctricas de los posibles transmisores a utilizar, así como los rangos de medición y características de comportamiento de los sensores considerados por cada uno de los fabricantes estudiados siendo estos Honeywell, Dräger y MSA, así como el diseño de la arquitectura del sistema considerando, además de los instrumentos mencionados, los actuadores, puntos de control locales, sistemas SCADA y transmisión de datos hacia puntos de control remotos, todo esto con el propósito último de garantizar la salud y seguridad de los trabajadores y mantener un control y registro histórico de las condiciones atmosféricas en las zonas monitorizadas en la central.

Finalmente, se realizó la presentación de la propuesta de este sistema de monitoreo, la cual fue aceptada para su materialización una vez finalizada la práctica profesional, demostrando así la importancia que tiene el desarrollo de este sistema que, como se mencionó anteriormente, tiene el propósito de garantizar la salud y la seguridad de las personas que puedan llegar a verse expuestas ante condiciones atmosféricas adversas.

Referencias

- Abril Díaz, N., Bárcena Ruiz, A., Fernández Reyes, E., Galván Cejudo, A., Jorrín Novo, J., Peinado Peinado, J., . . . Túnez Fiñana, I. (s.f.). 8. *Espectrofotetría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. Universidad de Córdoba: https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf
- Academia Nacional de Bomberos de Chile. (s.f.). *El monóxido de carbono: una amenaza invisible*. Academia Nacional de Bomberos de Chile: https://www.anb.cl/documentos_sitio/90109_Monoxido.pdf
- Aligent Technologies. (7 de Marzo de 2016). *Los fundamentos de la espectroscopia: teoría*. Aligent Technologies: https://www.agilent.com/Library/eseminars/Public/5991-6594_Agilent_Spectroscopy_Theory_ES.pdf
- Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G. (Julio de 2012). *Guía de Uso y Manejo de Amoníaco en la Refigreración de Frutas y Hortalizas Frescas: Plan de Emergencia*. Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G.: https://www.asoex.cl/images/documents/otros/guia_amoniacos_julio.pdf
- Asociación de Normalización Española. (26 de Octubre de 2022). *UNE-EN 13725:2022: Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica y tasa de emisión de olor*. Asociación de Normalización Española: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0070408>
- Bedoya Bedoya, P. A., Hernandez Heredia, D., & Villegas, D. A. (02 de Mayo de 2016). *Sistema de automatización para gestión de procesos administrativos y operativos*. Universidad Tecnológica de Pereira:

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/4b4849f0-6548-4ae1-8c0e-05b4b41c19c3/content>

Blanes-Vidal, V., Suh, H., Nadimi, E. S., Løfstrøm, P., Ellermann, T., Andersen, H. V., & Schwartz, J. (2012). Residential exposure to outdoor air pollution from livestock operations and perceived annoyance among citizens. *Environment International*, 40, 44-50.
<https://doi.org/doi.org/10.1016/j.envint.2011.11.010>

California Department of Industrial Relations. (2012). *Alerta Sobre Riesgos - Seguridad de Amoníaco en Bodegas*. California Department of Industrial Relations:
https://www.dir.ca.gov/dosh/dosh_publications/AmmoniaHazardAlertSp.pdf

CAR Cundinamarca. (2020). *Estado del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río Bogotá, en términos de Calidad y Cantidad*. CAR Cundinamarca:
<https://www.car.gov.co/uploads/files/5f6bac33e3e1b.pdf>

Carvajal Quintero, V. M. (Agosto de 2019). *Diseño e implementación de un sistema de gestión de información para el área de entrenamiento y comunicaciones de HSE del geomercado LAN (Latinoamérica Norte) de Schlumberger*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas:
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22373/CarvajalQuinteroVictorManuel2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castillo Valbuena, D. A. (2021). *Desarrollo y soporte a los casos de uso para mejorar la productividad de los colaboradores del Banco de Bogotá*. Universidad Santo Tomás seccional Tunja:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/37806/2021danielcastillo.pdf?sequence=1>

de Gea Rodríguez, X. (2020). *Clasificación de zonas ATEX*. Colegio de Ingenieros Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona:

https://www.engineersbcn.cat/media/upload/arxiu/collegi/Manual_Seguretat_Incendis/FTXA-4.1_FINAL_web.pdf

Diagne, M., & Lipsitz, J. (Febrero de 2021). *The Total Economic Impact™ Of Microsoft Power Platform*. Forrester:

<https://tools.totaleconomicimpact.com/go/microsoft/powerplatform/docs/TEIofPowerPlatform-FINAL.pdf>

Díaz Carvajal, M. C. (2019). *Los Sistemas Integrados de Gestión HSEQ y algunos beneficios para la competitividad empresarial en Colombia*. Universidad Militar Nueva Granada:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35955/DiazCarvajalMariaCamila2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dräger. (2021). *Dräger Polytron® 8100 EC Detector for toxic gases and oxygen*. Dräger:

<https://www.draeger.com/Products/Content/polytron-8100-pi-9041538-en-us.pdf>

Dräger. (2021). *Sensor Dräger electroquímico Sensores para detectores de gas fijos*. Dräger:

<https://www.draeger.com/Products/Content/sensor-ec-pi-9100240-es-es.pdf>

Enel Colombia. (19 de Mayo de 2022). *Enel Colombia: La materialización de una de las mayores operaciones de fusión por activos en Colombia*. Enel Colombia:

<https://www.enel.com.co/es/prensa/news/d202205-resultados-financieros-primer-trimestre-2022.html>

Enel Colombia. (2023). *Nuestras Centrales*. Enel Colombia: [https://www.enel.com.co/es/conoce-](https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-generacion/centrales-electricas.html)

[enel/enel-generacion/centrales-electricas.html](https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-generacion/centrales-electricas.html)

Enel Green Power. (2023). *Enel Costa Rica*. Enel Green Power:
<https://www.enelgreenpower.com/es/paises/centroamerica/costa-rica>

Enel Green Power. (2023). *Enel Green Power en Panamá*. Enel Green Power:
<https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-green-power/egp-panama.html>

Enel Green Power. (2023). *Enel Guatemala*. Enel Green Power:
<https://www.enelgreenpower.com/es/paises/centroamerica/guatemala>

Enel Group. (2023). *Open Power For A Brighter Future*. Enel:
<https://www.enel.com/content/dam/enel-com/documenti/media/asset-pack/company-profile.pdf>

Giannuzzi, L., & Tomas, M. (2006). *Manual de Técnicas Analíticas en el Laboratorio de Toxicología*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas:
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/137514/CONICET_Digital_Nro.c3faf007-b6de-4ddf-ad42-8jsu543wfu20_B.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Honeywell. (2015). *XNX Universal Transmitter*. Honeywell: <https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/sps/his/en-us/products/gas-and-flame-detection/documents/xnx-data-sheet-2015.pdf?download=false>

Honeywell. (s.f.). *XNX™ Universal Transmitter*. Honeywell:
<https://sps.honeywell.com/us/en/products/safety/gas-and-flame-detection/industrial-fixed/xnx-universal-transmitter>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (s.f.). *NTP 379: Productos inflamables: variación de los parámetros de peligrosidad*. Ministerio de Trabajo y Asuntos

Sociales de España:

https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_379.pdf/a8bbcd8a-a6c1-4dca-b452-f32213e25752?version=1.1&t=1680164321574

Mahbub, M. (17 de Julio de 2019). *Toxic and hazardous gas detection, measurement and monitoring system for safety assurance in home and industrial application of wireless sensor node*. Engineering and Technology Research: https://www.researchgate.net/publication/335160061_Toxic_and_hazardous_gas_detection_measurement_and_monitoring_system_for_safety_assurance_in_home_and_industrial_application_of_wireless_sensor_node

Marcucci Ayala, C. A. (8 de Noviembre de 2022). *Propuesta para el seguimiento de los planes de compensación y manejo forestal de las cadenas de generación energética Casalaco y Pagua utilizando Sensores remotos para los años 2017 a 2021*. Universidad El Bosque: [https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/9867/Propuesta%20para%20el%20seguimiento%20de%20los%20planes%20de%20compensaci%3b%20y%20manejo%20forestal%20de%20las%20cadenas%20de%20generaci%3b%20en](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/9867/Propuesta%20para%20el%20seguimiento%20de%20los%20planes%20de%20compensaci%3b%20y%20manejo%20forestal%20de%20las%20cadenas%20de%20generaci%3b%20energ%3a%20Casalaco%20y%20)

Microsoft. (2023). *¿Qué es Microsoft Power Platform?* Microsoft: <https://powerplatform.microsoft.com/en-us/what-is-power-platform/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (16 de Diciembre de 2014). *Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Resolucion-2087-de-2014.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2012). *Lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas*. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/impacto-olores-ofensivos-salud.pdf>

MSA. (2019). *Sensor de Sulfuro de hidrógeno (H_2S)*. MSA:
https://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/0720-221-SP_ULTIMA-X5000_XCell_H2S-Sensor_Data-Sheet-ES

MSA. (2019). *XCell® Sensor de monóxido de carbono (CO)*. MSA:
https://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/0720-220-SP_ULTIMA-X5000_XCell_CO-Sensor_Data-Sheet-ES

MSA. (2020). *ULTIMA® X5000 Monitor de gases*. MSA:
<https://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/Boletin%20ULTIMA%20X5000%20gas%20monitor-ES>

MSA. (2021). *Sensor XCell para amoníaco (NH_3)*. MSA:
<https://msa.webdamdb.com/directdownload.php?ti=103845449&tok=tUaPWEnAUt26OXuAQ/3EWQRR>

Muñoz Escudero, S. (2019). *Un Salto por el Agua*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca:
<https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/4882/Un%20salto%20por%20el%20agua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Murillo Mosquera, N., & Canchila Ayazo, A. F. (4 de Diciembre de 2018). *Optimización del proceso de preventa de la empresa IG Services integrando Microsoft 365*. Instituto Tecnológico Metropolitano:
<https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/429/MurilloMosqueraNeyder2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortega-Ramos, C. A., Franco-Bonfante, T. M., Blandón-Montes, A., & Molina-Escobar, J. M. (2018). Evaluación del riesgo de explosividad del gas metano en minería subterránea de carbón, caso de la cuenca del Sinifaná, Colombia. *Boletín de Geología*, 40(1), 83-91.
<https://doi.org/10.18273/revbol.v40n1-2018005>
- Quintero Romero, R., & Del Toro Hernandez, C. (2016). *Sistema para el control de olores en la central hidroeléctrica El Paraíso*. <https://docplayer.es/10209116-Sistema-para-el-control-de-olores-en-la-central-hidroelectrica-el-paraiso.html>
- Shi, Z., Xi, L., & Zhao, X. (2023). Measurement of Ammonia and Hydrogen Sulfide Emission from Three Typical Dairy Barns and Estimation of Total Ammonia Emission for the Chinese Dairy Industry. *Animals*, 2301, 13. <https://doi.org/https://www.mdpi.com/2076-2615/13/14/2301>
- Srinivas, C., & Kumar.Ch, M. (Diciembre de 2017). *Toxic gas detection and monitoring utilizing internet of things*. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET):
https://www.researchgate.net/publication/322737281_Toxic_gas_detection_and_monitoring_utilizing_internet_of_things
- Sutachan Cuevas, C., & Moreno Ocampo, J. (1 de Enero de 2007). *Optimización Sistema de Control de Olores en la Central Hidroeléctrica El Paraíso*. Universidad de La Salle:

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=esp_gestion_energetica

Transportadora de Gas del Sur. (01 de Marzo de 2017). *Ficha de Datos de Seguridad N° 09002*.

Transportadora de Gas del Sur: https://www.tgs.com.ar/files/files/tgs_16c247f1705.pdf

Universidad Politécnica de Madrid. (s.f.). *Guía Básica SharePoint*. Universidad Politécnica de Madrid:

https://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Tecnologias%20de%20la%20Informacion%20y%20Servicios%20en%20Red/Gabinete%20de%20Tele-Educacion/Perfil%20PDI/guia_basica_SharePoint.pdf

Anexos

Anexo 1: Artículo en formato IEEE.

Anexo 2: Tabla de resumen de la instrumentación.

Anexo 3: Información de posibles PLC a usar en el sistema.