

Optimización y Monitoreo De Procesos Administrativos y Operativos en el Área HSEQ - O&M Hidro Colombia y Centroamérica del Grupo Enel (Septiembre de 2023)

Porras Piñeres. Iván Darío, Miembro IEEE

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.

Índice de Términos – Enel, HSEQ, Power Apps, Power BI, Power Automate, Olores Ofensivos, Gases Explosivos.

I. 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 [1].

En Colombia, el Grupo Enel opera en toda la cadena de energía eléctrica, esto se da luego de la fusión de las empresas Emgesa, Codensa, Enel Green Power y ESSA2, pasando a llamarse Enel Colombia y operando en cuatro países: Colombia, Panamá, Costa Rica y Guatemala [2], por parte de la tecnología hidroeléctrica, se cuenta con un total de 21 centrales distribuidas en estos países.

La línea tecnológica en mención está constituida por varias

gerencias que se encargan de garantizar su funcionamiento, entre ellas se encuentran dos consideradas para este trabajo: O&M encargada de la operación y mantenimiento, y HSEQ con función de proteger la salud y seguridad de los colaboradores, de cuidar el medio ambiente y de garantizar la calidad en la prestación del servicio energético.

Estas gerencias requieren conocer de manera continua el estado en el cual se encuentran las diferentes plantas de generación hidroeléctrica de los cuatro países en un proceso conocido internamente como Novedades y Hechos Relevantes, sin embargo, la metodología de recolección de información no ha llegado a ser definida, dando pie a cuatro problemáticas: saturación de hechos no relevantes, reportes demasiado extensos, cargue de imágenes repetitivas o que no aportan información relevante y acumulación de reportes.

Por otro lado, se tiene la situación presentada en la Central Paraíso en el Río Bogotá; este río tiene un grave problema de contaminación debido a desechos industriales y aguas residuales [3] provenientes de zonas como lo son Villapinzón, Sibaté, y Bogotá. Teniendo que los mayores aportes contaminantes son las curtiembres, aguas domésticas y no domésticas [4].

A partir de esto y considerando que [5] 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 produciendo emisiones de malos olores y presencia de corrosión a sus alrededores, para mitigar esta situación, en la central se 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 y otros gases explosivos, Dióxido de Carbono, entre otros [6].

A continuación, se presenta la metodología utilizada para dar solución a estas dos problemáticas.

II. METODOLOGÍA

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

A. 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.

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.

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.

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.

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.

B. Sistema de monitoreo de Olores Ofensivos y gases explosivos en la central Hidroeléctrica Paraiso

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.

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.

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.

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.

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.

III. RESULTADOS

A. Optimización de reporte de hechos relevantes

En la Fig. 1 se muestra el nuevo esquema de trabajo una vez implementadas las mejoras en el proceso de reporte de hechos relevantes.

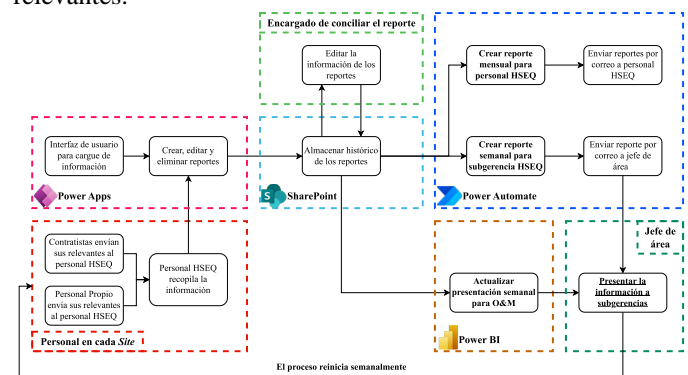


Fig. 1. Esquema de trabajo del reporte de hechos relevantes con las mejoras tecnológicas implementadas.

Fuente: Autor.

Respecto a Power Apps, 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.

Una vez el usuario ha ingresado a la aplicación podrá reportar los hechos relevantes de su sitio de trabajo en las tres categorías del área: Salud y Seguridad, Medio Ambiente y Calidad, además de poder reportar trabajos futuros a realizar y editar y eliminar aquellos relevantes que considere pertinente de ello.

Además de ello, se crea el rol de administrador, el cual le permite al usuario ingresar a la configuración de la aplicación, añadir nuevos administradores y acceder a un informe semanal de relevantes realizado en Power BI.

La información que es cargada mediante Power Apps es almacenada en un sitio de SharePoint haciendo uso de listas, para lo cual, en total se tienen cuatro listas para almacenar los reportes realizados por los usuarios y tres listas que permiten el correcto funcionamiento de la aplicación.

Finalmente, se tienen dos flujos realizados en Power Automate con el fin de obtener los reportes semanales y mensuales de los relevantes cargados mediante Power Apps.

Respecto a esta implementación, se realizaron encuestas de satisfacción a los usuarios que han interactuado con esta, eso se realizó a través de 8 preguntas, de las cuales, posteriormente son ponderadas 7 de ellas en una escala de 1 a 5 puntos para así determinar el impacto que tiene esta solución planteada, en la Tabla 1 se presenta el resumen las preguntas realizadas, así como los resultados que se obtuvieron.

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 1. 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.

B. 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 instrumentos más apropiados considerando los requisitos mínimos que deben de tenerse para la implementación de este, 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.

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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 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.

a) 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. 2. se presenta el significado de las siglas de este certificado.

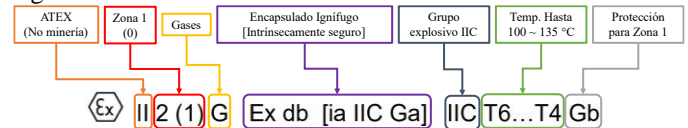


Fig. 2. Significado de la nomenclatura ATEX del transmisor universal Honeywell XNX.

Fuente: Autor

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

En el apartado eléctrico, se tiene que, funciona a 24 VDC 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 [7].

Respecto a los sensores, Honeywell cuenta con las siguientes referencias para los gases indicados en el desarrollo del proyecto [8]:

1. **Ácido Sulfhídrico:** XNXXSH2CU, sensor XNX de 0 – 100 ppm con certificación CU-TR Ex.
2. **Amoniaco:** 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.

b) 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 VDC, 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 [9].

Respecto a los sensores, Dräger cuenta con las siguientes referencias para la medición de los gases requeridos [10]:

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.

c) 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 VDC, cuenta con salida análoga 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 [11].

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 [12].
2. **Amoniaco:** 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 [13].
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 [14].
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.

2) Arquitectura del Sistema

La arquitectura planteada para este sistema se presenta en la Fig. 3. donde se consideran los instrumentos, indicadores, actuadores y demás fundamentales para el funcionamiento del sistema como se planteó durante el desarrollo de este.

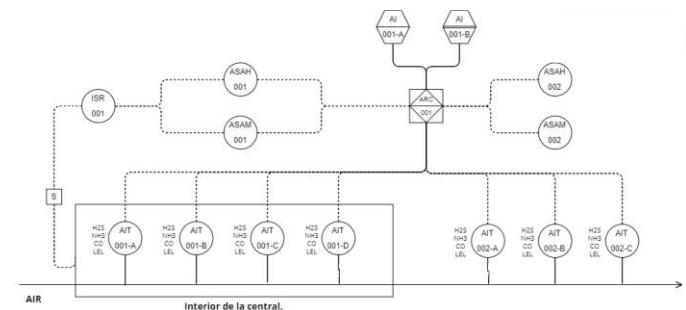


Fig. 3. Arquitectura del sistema de Monitoreo de Olores Ofensivos y Gases Explosivos.
Fuente: Autor

En total, el sistema consta de:

- 28 sensores de gases ubicados en 7 puntos de la central hidroeléctrica, teniendo así 4 sensores por punto (H₂S, NH₃, 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 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.

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.

IV. CONCLUSIONES

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 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.

V. REFERENCIAS

- [1] Enel Group, «Open Power For A Brighter Future,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.enel.com/content/dam/enel-com/documenti/media/asset-pack/company-profile.pdf>.
- [2] Enel Colombia, «Enel Colombia: La materialización de una de las mayores operaciones de fusión por activos en Colombia,» 19 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.enel.com.co/es/prensa/news/d202205-resultados-financieros-primer-trimestre-2022.html>.
- [3] S. Muñoz Escudero, «Un Salto por el Agua,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/4882/Un%20salto%20por%20el%20agua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [4] CAR Cundinamarca, «Estado del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río Bogotá, en términos de Calidad y Cantidad,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5f6bac33e3e1b.pdf>.
- [5] R. Quintero Romero y C. Del Toro Hernandez, «Sistema para el control de olores en la central hidroeléctrica El Paraíso,» 2016. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/10209116-Sistema-para-el-control-de-olores-en-la-central-hidroelectrica-el-paraiso.html>.
- [6] C. A. Sutachan Cuevas y J. H. Moreno Ocampo, «Optimización Sistema de Control de Olores en la Central Hidroeléctrica El Paraíso,» 1 Enero 2007. [En línea]. Available: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=esp_gestion_energetica.
- [7] Honeywell, «XNX Universal Transmitter,» 2015. [En línea]. Available: <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.

- [8] Honeywell, «XNX™ Universal Transmitter,» [En línea]. Available: <https://sps.honeywell.com/us/en/products/safety/gas-and-flame-detection/industrial-fixed/xnx-universal-transmitter>.
- [9] Dräger, «Dräger Polytron® 8100 EC Detector for toxic gases and oxygen,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.draeger.com/Products/Content/polytron-8100-pi-9041538-en-us.pdf>.
- [10] Dräger, «Sensor Dräger electroquímico Sensores para detectores de gas fijos,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.draeger.com/Products/Content/sensor-ec-pi-9100240-es-es.pdf>.
- [11] MSA, «ULTIMA® X5000 Monitor de gases,» 2020. [En línea]. Available: <https://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/Boletin%20ULTIMA%20X5000%20gas%20monitor-ES>.
- [12] MSA, «Sensor de Sulfuro de hidrógeno (H₂S),» 2019. [En línea]. Available: https://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/0720-221-SP_ULTIMA-X5000_XCell_H2S-Sensor_Data-Sheet-ES.
- [13] MSA, «Sensor XCell para amoníaco (NH₃),» 2021. [En línea]. Available: <https://msa.webdamdb.com/directdownload.php?ti=103845449&tok=tUaPWEnAUt26OXuAQ/3EWQR>R.
- [14] MSA, «XCell® Sensor de monóxido de carbono (CO),» 2019. [En línea]. Available: https://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/0720-220-SP_ULTIMA-X5000_XCell_CO-Sensor_Data-Sheet-ES.