

# Sistema de Información para la gestión de los procesos de Salud Ocupacional

Shalem Abud Janna Diaz  
Dpto. Ingeniería de sistemas  
Universidad del Norte  
Barranquilla, Colombia  
jannas@uninorte.edu.co

Fernando Acuña Garcia  
Dpto. Ingeniería de sistemas  
Universidad del Norte  
Barranquilla, Colombia  
fernandoacuna@uninorte.edu.co

Christian David Manga Arrázola  
Dpto. Ingeniería de sistemas  
Universidad del Norte  
Barranquilla, Colombia  
cdmanga@uninorte.edu.co

**Abstract—** Este informe presenta el desarrollo e implementación de un Sistema de Información para la gestión de procesos de Salud Ocupacional en Colombia. El sistema aborda los desafíos actuales de falta de estandarización y sistemas obsoletos, mejorando la eficiencia y accesibilidad de los servicios médicos mediante la adopción de estándares internacionales como HL7 FHIR y el uso de tecnologías avanzadas. Empleando metodologías ágiles, el sistema cumple con las normativas colombianas, garantizando la legalidad y pertinencia de las evaluaciones médicas ocupacionales, y contribuye a un entorno laboral más seguro y saludable.

**Keywords—** FHIR, Evaluaciones medicas ocupacionales, Microservicios, Scrum, Sprints, Internet de las cosas (IoT), HIPAA, Computacion en la nube, Seguridad de la información, Código sustantivo del trabajo, Interoperabilidad, Prestadores de servicios de la salud (IPS), Gestion de riesgos laborales

## I. INTRODUCCIÓN

Considerando la importancia de garantizar un entorno laboral seguro y saludable, el gobierno Colombiano implementó el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua, lo cual incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en los espacios laborales (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). Los servicios de salud ocupacional son prestados dentro del dinámico panorama de desarrollo de Colombia, con más de 10.000 IPS (Prestadores de Servicios de Salud) reportadas (Ministerio del Trabajo. (s. f.)), de las cuales se estima que un pequeño porcentaje corresponde a las SST (Salud y Seguridad en el Trabajo). En un contexto donde el intercambio de información puede ser abrumador y los contextos locales donde se han desarrollado los sistemas varían, la falta de estándar sumado a la no renovación de los sistemas hace que el proceso de brindar un buen servicio de salud sea muy difícil y demorado. Nuestra solución de software propuesta tiene como objetivo abordar estos desafíos agilizando los procesos y mejorando el acceso a los servicios de salud ocupacional, facilitando así la interoperabilidad por medio de la implementación de un estándar de mensajería internacional.

En la búsqueda de lograr mencionada interoperabilidad dentro de los sistemas de atención médica, se adoptará HL7 como estándar de mensajería. HL7 es uno de los patrones más adoptados y proporciona un marco coherente y estructurado para la comunicación y el intercambio de datos entre entidades sanitarias (Setyawan et al., 2021). A medida que los proveedores de atención médica se esfuerzan por brindar una atención superior a los pacientes, la implementación de Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) amplifica aún

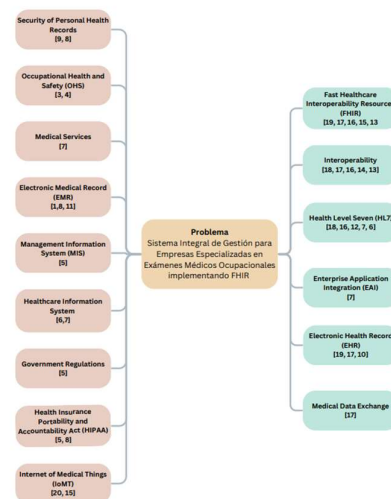
más la efectividad de HL7. El proyecto de Sistema Integral de Gestión para Empresas Especializadas en Exámenes Médicos por medio de FHIR busca principalmente optimizar y acelerar la implementación del estándar de salud en la región permitiendo eventualmente una mejora significativa en la calidad y la eficacia de los servicios médicos ocupacionales ofrecidos por las empresas especializadas a medida que cada una de ellas adopten dicho patrón. Este enfoque está en línea con las disposiciones establecidas en la Resolución 2346 y otras normativas relacionadas.

De acuerdo con la Resolución 2346 del 11 de Julio de 2007 del Ministerio de la Protección Social, las evaluaciones médicas ocupacionales que debe realizar el empleador público y privado en forma obligatoria son como mínimo, las siguientes: pre-ocupacional o de pre-ingreso, periodicas, post-ocupacional o de egreso y post-incapacidad o por reintegro.

El gobierno estipulo en el código sustantivo del trabajo en su artículo 57, numerales 7 y 65 donde se declara la obligatoriedad del empleador de ordenar la práctica de exámenes médicos preocupaciones o de admisión a todos sus trabajadores. La resolución 1016 de 1989 En su numeral 1, artículo 10 establece la realización de exámenes médicos, clínicos y paraclínicos para admisión, selección de personal, ubicación según aptitudes, cambios de ocupación, reintegro al trabajo y otras relacionadas con los riesgos para la salud de los trabajadores.

## II. PROBLEMA

En el siguiente árbol se presentan las palabras clave que indican varios aspectos y desafíos, como la seguridad de la salud personal, los registros médicos electrónicos, la regulación gubernamental, entre otros.



El gráfico presenta una comparación entre los desafíos y las soluciones en la industria de la salud. A la izquierda, podemos encontrar desafíos como pueden ser la seguridad de los registros de salud, las regulaciones gubernamentales estas pueden representar barreras para una atención médica eficaz.

Mientras tanto, a la derecha se destacan soluciones tecnológicas que la industria está tomando para mejorar como es la interoperabilidad, la integración de aplicaciones empresariales (EAI) y los registros de salud electrónicos (EHR), que pueden mejorar la eficiencia y el intercambio de información médica. Estas soluciones tecnológicas están siendo cada vez más implementadas para abordar los desafíos anteriormente mencionados y así promover una atención médica y de salud ocupacional más efectiva y segura para todos los pacientes.

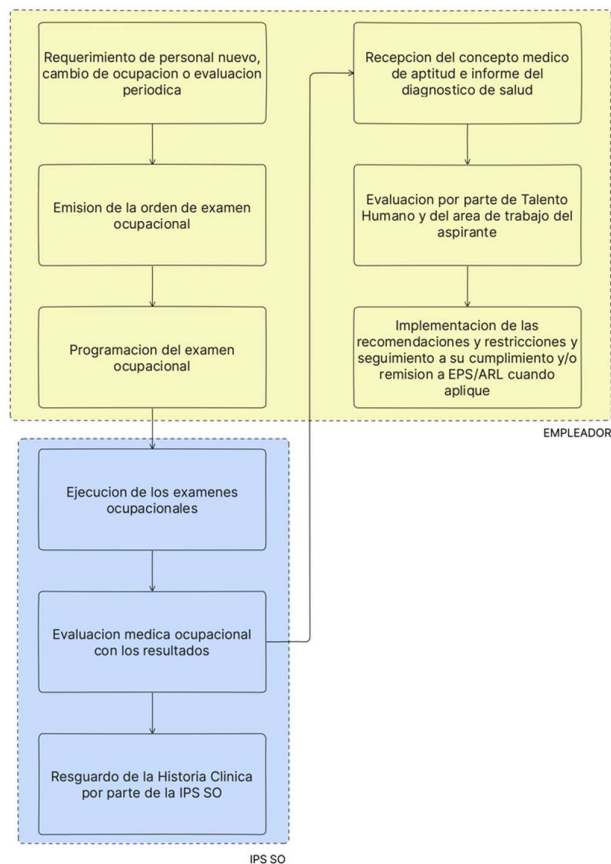
### III. JUSTIFICACIÓN

El trabajo propuesto representa una contribución innovadora para mejorar la gestión de la salud ocupacional en Colombia al integrar nuevas tecnologías y estándares de interoperabilidad en un sistema ya establecido. Al añadir elementos basados en el estándar HL7 FHIR y tecnologías como IoT, este proyecto busca optimizar la eficiencia y precisión de los servicios de salud ocupacional. Esta iniciativa no solo moderniza el sistema actual, sino que también proporciona herramientas adicionales para una gestión más completa y eficaz de los riesgos laborales, lo que conduce a un entorno laboral más seguro y saludable para los trabajadores colombianos.

Este trabajo tiene el potencial de brindar soluciones concretas para resolver problemas reales en el campo de la salud ocupacional. Al integrar tecnologías avanzadas y estándares de interoperabilidad, se espera que el sistema propuesto no solo mejore la eficiencia de los procesos internos, sino que también facilite la toma de decisiones informadas y la prevención proactiva de riesgos laborales.

La legislación vigente en Colombia, representada por la Resolución 2346 del Ministerio de la Protección Social y Código Sustantivo del Trabajo, establece claramente las obligaciones de los empleadores en lo que respecta a la realización de evaluaciones médicas ocupacionales. Estas disposiciones son fundamentales para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores, así como para prevenir accidentes laborales y enfermedades relacionadas con el trabajo. Sin embargo, la complejidad y la falta de estandarización en los procesos de gestión de la salud ocupacional dificultan la plena conformidad con estas regulaciones, lo que puede resultar en riesgos tanto para los empleados como para las empresas.

Flujograma exámenes médicos ocupacionales



El flujograma proporciona una representación visual detallada del proceso integral para la realización de exámenes médicos ocupacionales. Dividido en dos secciones claramente definidas, el flujo del proceso delineado muestra la distribución de responsabilidades entre el empleador y la IPS que ofrece los servicios de salud ocupacional. Mientras que la primera sección del proceso se centra en las obligaciones y acciones del empleador en la preparación y coordinación de los exámenes médicos, la segunda sección se enfoca en el papel crítico desempeñado por la IPS en la ejecución y evaluación de dichos exámenes. En esta etapa, la IPS no solo lleva a cabo los procedimientos médicos necesarios, sino que también asume la responsabilidad de mantener registros precisos y confidenciales de la historia clínica de los empleados. Sin embargo, esta sección del proceso enfrenta una serie de desafíos y problemáticas que obstaculizan su eficiencia y efectividad. Es precisamente a estos desafíos a los que este proyecto se dirige, buscando implementar soluciones innovadoras que mejoren la calidad y la eficiencia de los servicios de salud ocupacional ofrecidos por las IPS en Colombia.

### IV. OBJETIVOS

#### A. Objetivo General

Diseñar, modelar e implementar un sistema de información para la gestión de las actividades y procesos vinculados a la realización de exámenes médicos ocupacionales.

### B. Objetivos Especificos

- Identificar los elementos clave relacionados con los sistemas de información en el ámbito de la salud ocupacional mediante una revisión sistemática de la literatura especializada.
- Desarrollar la arquitectura de la solución para la implementación de un software que permita administrar de manera efectiva las actividades y procesos vinculados con la realización de exámenes médicos ocupacionales.
- Desarrollar el prototipo de la solución, materializando los aspectos teóricos y conceptuales en una presentación práctica y funcional del sistema.
- Validar el prototipo de la solución, comprobando su funcionamiento en un entorno controlado que simule condiciones reales, asegurando su eficacia y fiabilidad.

### V. MARCO TEORICO

En el ámbito de la salud ocupacional, se ha prestado especial atención al aseguramiento de la salud y seguridad ocupacional OHS por sus siglas en inglés (Occupational Health and Safety), entre los empleados en las organizaciones. La dimensión de OHS en el lugar de trabajo ha sido objeto de estudio, destacando la importancia de las políticas de prevención y la búsqueda de una mejor calidad de vida laboral (Stoyanova, D & Markova, V (2022)). Además, se ha observado una creciente integración de los sistemas de gestión de OHS con estándares de gestión de calidad y medio ambiente. Estos estándares, basados en el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), permiten la compatibilidad y la integración de sistemas, facilitando así la gestión integral de la empresa y cumpliendo con los principios de Responsabilidad Social Corporativa (Portillo, M, (2017)).

Para abordar los distintos retos, se ha propuesto el desarrollo de herramientas específicas para la evaluación y gestión de riesgos. Esto incluye la creación de una herramienta web evolutiva basada en IoT para la gestión de la salud ocupacional en pequeñas y medianas empresas (De Merich et al. 2019). Además, Sun et al. (2023) sugiere un enfoque basado en IoT y edge computing para la arquitectura de una plataforma de servicios de salud ocupacional.

Kakhi et al. (2021) señala los desafíos que conlleva la implementación efectiva de sistemas de Internet of Medical Things (IoMT) en la atención médica. Se reconoce además la necesidad de abordar desafíos como la interoperabilidad de datos, el diseño de productos y la adopción del mercado para garantizar el éxito de estas iniciativas.

La seguridad de la información en el sector de la salud, especialmente en el contexto de la Ley de Portabilidad y Responsabilidad de Seguros de Salud (HIPAA), es un aspecto crítico. La implementación de programas de seguridad de la información, basados en estándares como NIST SP 800-66, es esencial para garantizar el cumplimiento de las normativas y proteger los sistemas de información de salud (McDaniel, 2009).

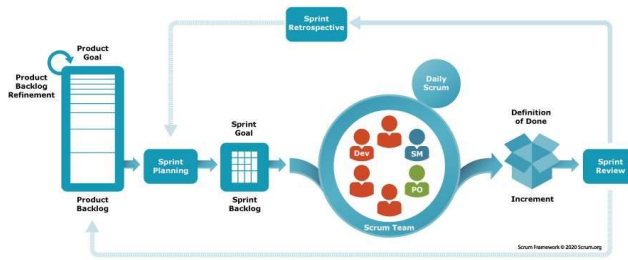
De acuerdo con Lesk (2013) la adopción de registros médicos electrónicos ha suscitado preocupaciones sobre la confidencialidad, la integridad y la interoperabilidad de los datos. Los estándares de seguridad para registros electrónicos, como los establecidos por HIPAA, son esenciales para garantizar la privacidad y la seguridad de la información del paciente. Así mismo, Asare et al. (2020) sostiene que, la adopción de arquitecturas basadas en microservicios respaldadas por infraestructuras de computación en la nube también ha ganado prominencia en la atención médica, ofreciendo flexibilidad y rendimiento mejorado para las aplicaciones de salud.

La creciente necesidad de mejorar la integración y la interoperabilidad de los sistemas de información en el sector de la salud ha impulsado la popularidad de estándares como Health Level Seven (HL7) y Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR). FHIR, reconocido por su enfoque ágil y RESTful, ha surgido como una solución efectiva para enfrentar los desafíos de integración en la atención médica (Bender & Sartipi). Además, estudios recientes, como el de Sfat & Marian (2022), han destacado cómo la aplicación de HL7 FHIR se ha extendido a la creación dinámica de cuestionarios basados en web y la recolección de respuestas, demostrando su utilidad en la interconexión abierta de sistemas de procesamiento de datos médicos.

En resumen, la literatura revisada destaca la especial atención puesta en el aseguramiento de la salud y seguridad ocupacional (OHS) entre los empleados de las organizaciones, resaltando la importancia de las políticas de prevención y la mejora de la calidad de vida laboral. Se observa una creciente integración de los sistemas de gestión de OHS con estándares de gestión de calidad y medio ambiente, lo que facilita la gestión integral de la empresa y cumple con los principios de Responsabilidad Social Corporativa. Para abordar estos desafíos, se han propuesto herramientas específicas para la evaluación y gestión de riesgos, incluyendo el desarrollo de una herramienta web evolutiva. Asimismo, se reconoce la importancia de abordar desafíos como la interoperabilidad de datos y la seguridad de la información en el sector de la salud, lo que ha impulsado la popularidad de estándares como HL7 y FHIR. Estos estándares proporcionan soluciones efectivas para enfrentar los desafíos de integración en la atención médica, como lo demuestra su aplicación en la creación dinámica de cuestionarios basados en web y la recolección de respuestas.

### VI. METODOLOGIA DE DESARROLLO

En el proyecto, aplicaremos la metodología de desarrollo ágil Scrum con sprints como nuestro enfoque principal. Esta decisión se basa en los beneficios probados que ofrece esta metodología, incluida una planificación más precisa, una mayor visibilidad del progreso y la capacidad de adaptación rápida a medida que surgen cambios en los requisitos del cliente o del mercado.



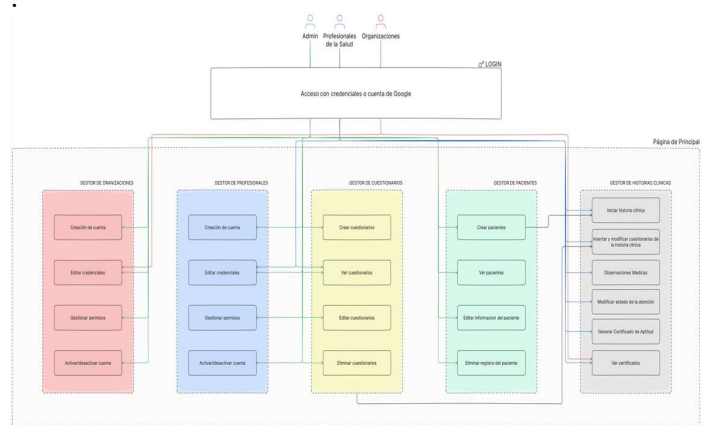
En primer lugar, definimos nuestro Product Owner que en este caso es Shalem Abud Janna Diaz después se procede a la definición de las tareas, las cuales son posteriormente situadas en el backlog. Una vez que todas las tareas han sido debidamente definidas, se procede a la selección de aquellas que serán abordadas durante el primer sprint. El progreso en la ejecución de estas tareas se lleva a cabo de manera diaria, acompañado de reuniones diarias para monitorear los avances. Al concluir cada sprint, se realiza una revisión exhaustiva para evaluar los logros alcanzados, identificar aquellos que no se cumplieron y, especialmente, comprender las razones subyacentes. Este proceso permite realizar un análisis detallado con el fin de determinar la necesidad de ajustes en el backlog o de trasladar las tareas incompletas al siguiente sprint.

El proyecto se ha estructurado en un total de ocho sprints, cada uno destinado a abordar aspectos específicos del desarrollo. Los sprints han sido identificados y nombrados de manera clara y precisa para reflejar las áreas de enfoque respectivas.

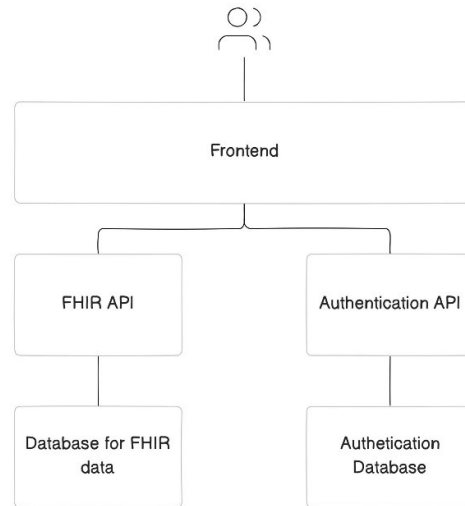
1. Sprint Auth: Se centra en la autenticación de los usuarios.
2. Sprint Patients: Dedicado a la gestión de pacientes
3. Sprint Receptions: Aborda los procesos relacionados con la recepción de usuarios.
4. Sprint Companies: Se enfoca en la gestión de las empresas.
5. Sprint Exams: Se encarga de definir los exámenes médicos.
6. Sprint Medical Records: Se dedica a los registros médicos.
7. Sprint Tests: Se encarga de realizar pruebas exhaustivas del sistema con usuarios finales.
8. Sprint Deploy: Se centra en la implementación y despliegue del sistema en su entorno operativo.

Cada sprint se desarrollará de manera secuencial y progresiva, con el objetivo de alcanzar los hitos definidos en el cronograma del proyecto de manera eficiente y efectiva.

## Modelo de requerimientos



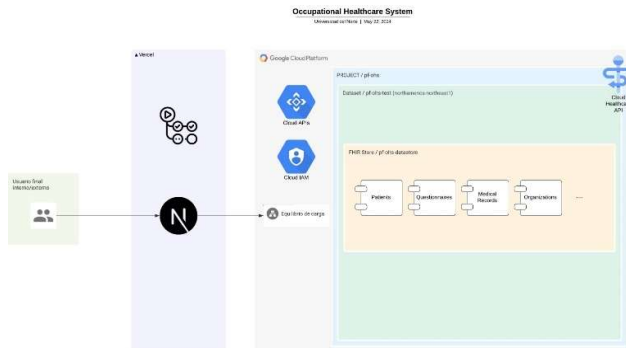
## VII. ARQUITECTURA LOGICA DE LA SOLUCIÓN



1. Frontend: La interfaz de una aplicación representa la interfaz de usuario a través de la cual los usuarios interactúan con el sistema. Este componente permite a los usuarios finales ingresar datos y visualizar información relevante relacionada con la gestión de exámenes de salud ocupacional. Diseñado utilizando las últimas tecnologías web para garantizar una experiencia de usuario intuitiva y eficaz.
2. Fhir API: La API de FHIR se encarga de la gestión y el intercambio de datos médicos y organizacionales dentro del sistema. Esta API proporciona un marco coherente y estructurado para la comunicación de datos, permitiendo la interoperabilidad entre diferentes sistemas de información en el ámbito de la salud ocupacional. Se implementará conforme a las especificaciones y estándares definidos por HL7 para garantizar la compatibilidad y la eficacia en el intercambio de información.
3. Database for FHIR data: Base de datos donde se almacena la información que viene de la API de FHIR.

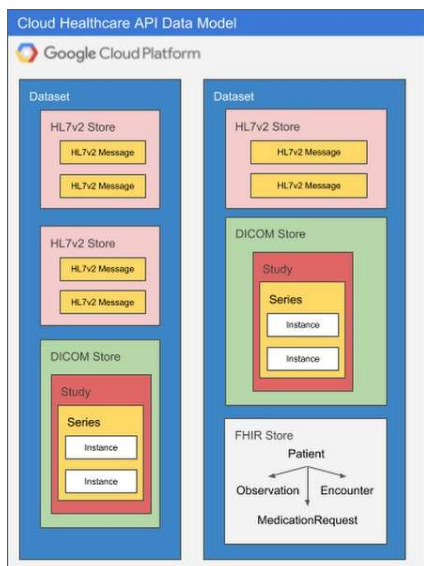
4. Authentication API: Para el procesamiento de autorización y autenticación de usuarios, se usará una API dedicada para administrar la información de identificación del usuario y los privilegios de acceso.
5. Authentication Database: Base de datos donde se almacena toda la información de autenticación de los usuarios.

### VIII. ARQUITECTURA FISICA DE LA SOLUCIÓN



La arquitectura física se encuentra definida en dos capas. A su vez, se tienen administradores del sistema como usuarios finales principales además de todos sus derivados como los practitioners o profesionales de la salud prestadores de servicios y pacientes. El primer sistema corresponde a la app con toda la lógica desplegada en Vercel además del uso de Github Actions para un pipeline pequeño de CI/CD, para un manejo mínimo de pruebas con énfasis especialmente en el testeado correcto de los Schemas compuestos con Zod debido a que ellos permiten la interoperabilidad el cual es el core del sistema.

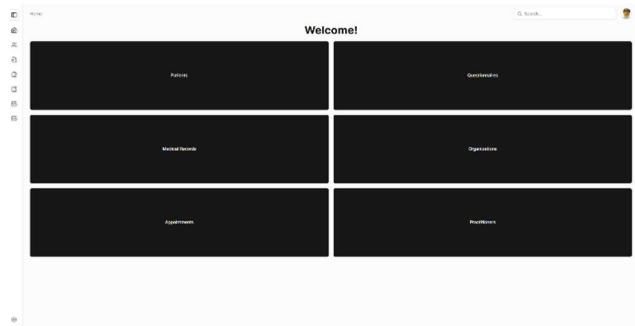
A partir de las interacciones con la interfaz del sistema nuestra información PHI (Protected/Personal Health Information) se persiste en la API Cloud Healthcare de Google. La API permite diferentes niveles de permisos en nuestro caso el manejo de roles se encuentra mediado por el sistema de permisos principal de consola, IAM.



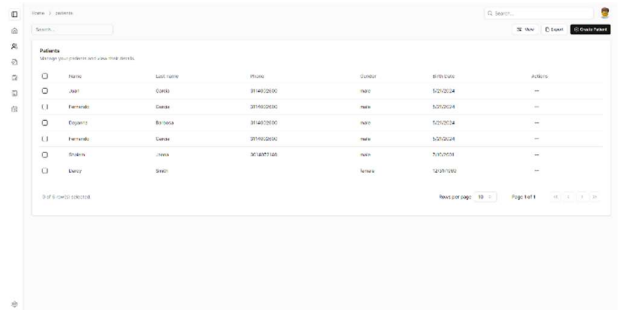
Dentro de la arquitectura de Google, se proporciona una región la cual es necesaria para el establecimiento del dataset, y dentro de este mismo podemos escoger el tipo de formato en el cual establecer nuestro store. Google proporciona tres opciones: FHIR, HL7v2 y DICOM. En nuestro caso hacemos uso de un FHIR Store para la persistencia de nuestros datos de salud ocupacional.

### IX. PROTOTIPO

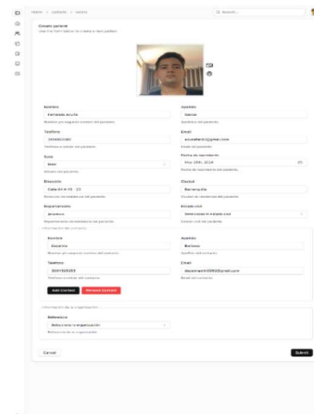
En la siguiente imagen podremos ver todos los servicios que se pueden realizar en la aplicación.



En la mayoría de servicios se encuentra una tabla con información, en este caso la tabla de patients muestra todos los pacientes creados y los 3 puntos de acciones tiene la opción editar el paciente, ver los datos del paciente o eliminarlo.



Este es un tipo de formulario para crear pacientes se cuenta con diferentes formularios dependiendo el microservicio siguiendo la estructura de FHIR. Este mismo formulario se usa para editar datos del paciente.



Contamos con paginas para ver datos dependiendo el microservicio en el cual estamos, para pacientes trae todos los datos del paciente para ser visualizados.

Por ultimo, este es otro tipo de formulario en este caso Questionnaire donde se crean los formularios de las consultas medicas. Por ejemplo, optometria se pondria todos los campos a rellenar por el doctor para realizar una evaluacion de este tipo.

## X. VALIDACIÓN DE PROTOTIPO

Descripción del proceso de validación

La validación del prototipo es realizada mediante la revisión de dos grupos dentro del curso, tomando como criterios los siguientes puntos que aparecen en la rúbrica de evaluación.

Característica	Definición o descripción	1	2	3	4	5
Understandability	¿Fácil de comprender?					
Documentation	¿Documentación de usuario completa, apropiada y bien estructurada?					
Buildability	¿Fácil de construir en un sistema compatible? (Close-Open)					
Installability	¿Fácil de instalar en un sistema compatible?					
Learnability	¿Fácil de aprender a usar sus funciones?					
Identity	¿La identidad del proyecto / software es clara y única?					
Copyright	¿Es fácil ver quién posee el proyecto / software?					
Licensing	Adopción de la licencia apropiada?					
Governance	¿Fácil de entender cómo se ejecuta el proyecto y cómo se gestiona el desarrollo del software?					
Community	¿Evidencia de comunidad actual / futura?					
Accessibility	¿Evidencia de capacidad de descarga actual / futura?					
Testability	¿Fácil de probar la corrección del funciones caja negra?					
Portability	¿Utilizable en múltiples plataformas?					
Supportability	¿Evidencia de soporte para desarrolladores actuales / futuros?					
Analysability	¿Fácil de entender a nivel fuente?					
Changeability	¿Fácil de modificar y aportar cambios a los desarrolladores?					
Evolvability	¿Evidencia de desarrollo actual / futuro?					
Interoperability	¿Interoperable con otro software requerido / relaciones					

La rubrica cuenta con una serie de criterios que seran tenidos en cuenta por el grupo evaluador. Cada característica debe ser evaluada asignandole un valor entero entre 1 y 5 como se explica en la siguiente escala.

Totamente en desacuerdo	1	Muy bajo
En Desacuerdo	2	Bajo
Ni Acuerdo NI Desacuerdo	3	Medio
De acuerdo	4	Alto
Totamente de acuerdo	5	Muy alto

Escala likert / ISO 15504

Resultados del proceso

A continuación, se muestran los resultados de aplicar la evaluación. Las características que están en color rojo la descripción no se tomaron en cuenta al momento de realizar la calificación.

Característica	Definición o descripción	1	2	3	4	5
Understandability	¿Fácil de comprender?					
Documentation	¿Documentación de usuario completa, apropiada y bien estructurada?					
Buildability	¿Fácil de construir en un sistema compatible? (Close-Open)					
Installability	¿Fácil de instalar en un sistema compatible?					
Learnability	¿Fácil de aprender a usar sus funciones?					
Identity	¿La identidad del proyecto / software es clara y única?					
Copyright	¿Es fácil ver quién posee el proyecto / software?					
Licensing	Adopción de la licencia apropiada?					
Governance	¿Fácil de entender cómo se ejecuta el proyecto y cómo se gestiona el desarrollo del software?					
Community	¿Evidencia de comunidad actual / futura?					
Accessibility	¿Evidencia de capacidad de descarga actual / futura?					
Testability	¿Fácil de probar la corrección del funciones caja negra?					
Portability	¿Utilizable en múltiples plataformas?					
Supportability	¿Evidencia de soporte para desarrolladores actuales / futuros?					
Analysability	¿Fácil de entender a nivel fuente?					
Changeability	¿Fácil de modificar y aportar cambios a los desarrolladores?					
Evolvability	¿Evidencia de desarrollo actual / futuro?					
Interoperability	¿Interoperable con otro software requerido / relaciones					

modelo de evaluación basado en el estándar ISO 9126 ISO 15504 + ESCALA DE LIKERT

## XI. CONCLUSIÓN

El desarrollo e implementación del Sistema de Información para la Gestión de los Procesos de Salud Ocupacional ha demostrado ser una solución innovadora y eficaz para abordar los desafíos actuales en el ámbito de la salud ocupacional en Colombia. Este sistema, basado en estándares internacionales como HL7 FHIR, incorpora tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT) y computación en la nube, optimizando la interoperabilidad y eficiencia de los servicios médicos ocupacionales.

Entre los principales logros del proyecto, se destaca la mejora en la gestión y accesibilidad de los datos médicos, lo que facilita la toma de decisiones informadas y la prevención proactiva de riesgos laborales. La implementación del estándar FHIR ha permitido una mayor coherencia en la comunicación de datos entre diferentes entidades de salud, superando así las barreras de la falta de estandarización y renovación de los sistemas existentes.

El uso de metodologías ágiles como Scrum ha sido crucial para el éxito del proyecto, permitiendo una planificación y adaptación continua a las necesidades del mercado y del cliente. Los sprints bien definidos y las revisiones constantes han asegurado que el desarrollo del sistema se realice de manera efectiva y en línea con los objetivos planteados.

Además, el proyecto ha cumplido con las normativas vigentes en Colombia, como la Resolución 2346 y el Código Sustantivo del Trabajo, asegurando la legalidad y pertinencia de las evaluaciones médicas ocupacionales. Esto no solo mejora la salud y seguridad de los trabajadores, sino que también beneficia a las empresas al reducir los riesgos y aumentar la conformidad con las regulaciones.

En resumen, el Sistema de Información para la Gestión de los Procesos de Salud Ocupacional representa un avance significativo en la modernización y eficiencia de los servicios de salud ocupacional en Colombia. Su enfoque en la interoperabilidad, seguridad de la información y uso de tecnologías avanzadas sienta las bases para un entorno laboral más seguro y saludable, alineado con las mejores prácticas internacionales y las necesidades específicas del contexto colombiano.

## REFERENCIAS

- [1] Asare, E., Wang, L., & Fang, X. (2020). Conformance Checking: Workflow of Hospitals and Workflow of Open-Source EMRs. *IEEE Access*, 8, 139546-139566. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3012147>
- [2] Zaki, J., Islam, S. M. R., Alghamdi, N. S., Abdullah-Al-Wadud, M., & Kwak, K. S. (2022). Introducing Cloud-Assisted Micro-Service-Based Software Development Framework for Healthcare Systems. *IEEE Access*, 10, 33332-33348. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3161455>
- [3] De Merich, D., Gnoni, M. G., Malorgio, B., Micheli, G. J. L., Piga, G., Sala, G., & Tornese, F. (2019). Managing Occupational Health and Safety in SMEs: An Evolutionary Web-based Tool. *IEEE. https://doi.org/10.1109/iecm44572.2019.8978954*
- [4] Sun, K., Kim, S. H., & Do, H. (2023). Occupational Health Service Platform Architecture based on IoT and Edge Computing. *IEEE. https://doi.org/10.1109/ictc58733.2023.10392370*
- [5] McDaniel, J. J. (2009). Developing an information security program for HIPAA compliance. *ACM DL. https://doi.org/10.1145/1940976.1940997*
- [6] Cheng, P., Yang, C., Chen, H., Chen, S., & Lai, J. (2005). Application of HL7 in a Collaborative Healthcare Information System. *IEEE. https://doi.org/10.1109/icmbs.2004.1403942*
- [7] Kim, C. L. (2017). Managing Environments for Healthcare Information Systems Using Enterprise Application Integration. *IEEE. https://doi.org/10.1109/ichi.2017.70*
- [8] Par, Ö. E., & Soysal, E. (2012). Security Standards for Electronic Health Records. *IEEE. https://doi.org/10.1109/asonam.2012.148*
- [9] Neves, J., Santos, M., Machado, J., Abelha, A., Allegro, S., & Salazar, M. (2008). Electronic health records: Organizational, regional, national, or worldwide? In *Proceedings of the 1st WSEAS International Conference on Biomedical Electronics and Biomedical Informatics (BEBI'08)* (pp. 116–121). World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS).
- [10] Sobel, A. E. K. (2012). The move toward electronic health records. *IEEE Computer*, 45(11), 22-23. <https://doi.org/10.1109/mc.2012.387>
- [11] Lesk, M. (2013). Electronic Medical Records: Confidentiality, Care, and Epidemiology. *IEEE Security & Privacy*, 11(6), 19-24. <https://doi.org/10.1109/msp.2013.78>
- [12] Lu, X., Gu, Y., Jian-Feng, Z., Yu, N., & Jia, W. (2011). Research and implementation of medical information format conversion based on HL7 Version 2.x. *IEEE. https://doi.org/10.1109/csss.2011.5974909*
- [13] Hidayat, I. F., & Hermanto, B. R. (2020). A Preliminary Implementation of HL7 FHIR to Achieve Interoperability in Indonesia's Local EHR. *IEEE. https://doi.org/10.1109/ict49546.2020.9239534*
- [14] Chituc, C. (2019). An Analysis of IoT Interoperability Standards in the Healthcare Sector. *IEEE. https://doi.org/10.1109/iecon.2019.8926727*
- [15] Pope, T., Patooghy, A., & Sarrafzadeh, A. (2023). On the Trustworthiness of FHIR-Based Internet-of-Things Digital Health Systems. *IEEE. https://doi.org/10.1109/mwscas57524.2023.10406028*
- [16] Setyawan, R., Hidayanto, A. N., Sensuse, D. I., Kautsarina, K., Suryono, R. R., & Abilowo, K. (2021). Data Integration and Interoperability Problems of HL7 FHIR Implementation and Potential Solutions: A Systematic Literature Review. *IEEE. https://doi.org/10.1109/icicos53627.2021.9651762*
- [17] Stan, O., & Miclea, L. (2018). Local EHR management based on FHIR. *IEEE. https://doi.org/10.1109/aqtr.2018.8402719*
- [18] Bender, D., & Sartipi, K. (2013). HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange. *IEEE. https://doi.org/10.1109/cbms.2013.6627810*
- [19] Sfat, R., & Marian, C. V. (2022). Medical Systems Open Data Exchange Interconnection and Web Questionnaires Based on the HL7 FHIR Standards. 2022 E-Health And Bioengineering Conference (EHB). <https://doi.org/10.1109/ehb55594.2022.9991574>
- [20] Kakhi, K., Alizadehsani, R., Khosravi, A., Nahavandi, S., & Islam, S. M. S. (2021). Challenges of Internet of Medical Things for Electronic Healthcare. *IEEE. https://doi.org/10.1109/cando-epc54223.2021.9667929*
- [21] Ministerio del Trabajo. (s. f.). Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo. Recuperado el 3 Mar 2024, de <https://www.mintrabajo.gov.co/relaciones-laborales/riesgos-laborales/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>
- [22] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (s. f.). Listado de IPS en Colombia según su nivel de complejidad. Recuperado el 3 Mar 2024, de [https://www.datos.gov.co/Salud-y-Proteccion-Social/Listado-de-IPS-en-Colombia-seg-n-su-nivel-de-compl/ugc5-acjp/data\\_preview](https://www.datos.gov.co/Salud-y-Proteccion-Social/Listado-de-IPS-en-Colombia-seg-n-su-nivel-de-compl/ugc5-acjp/data_preview)
- [23] Integration of health and safety management in the management system of the company. (2017, 1 abril). *IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/ICOLIM.2017.7964147*
- [24] Studying the Relationship “Occupational Health and Safety - Organizational and Management Factors - Efficiency of the Work Processes”. (2022, 2 junio). *IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/BIA52594.2022.9831378*
- [25] Umar Mohamed Usman. (s. f.). Azure Health Data Services architecture guide - Azure Architecture Center. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide/data/azure-health-data-services>

No.	Titulo del artículo	Palabras Claves	Fuente	Abstract	DOI
1	Conformance Checking: Workflow of Hospitals and Workflow of Open-Source EMRs	Conformance checking, electronic health record (EHR), electronic medical record (EMR), open-source software (OSS), process mining, ProM	IEEE	Open Source Electronic Medical Records (EMR) and Electronic Health Records (EHR) are widely used in healthcare institutions because it is mostly free and customizable. Generally, EMRs and EHRs are used in healthcare institutions because their adoption reduces costs and improves patient outcomes through increased efficiency. During the adoption of EMRs/EHRs, whether open-source or closed- source, the number one concern of healthcare institutions is their workflow. When adopting any open-source software, there is a lot to consider, "Free does not mean you have to compromise on utility." Process mining helps to discover and analyze the actual process executions of an information system (IS). In this paper, we use process mining to check the conformance of the workflow of Open-Source EMRs (workflow from event logs of an EMR) and the workflow of hospitals (workflow of hospitals based on domain knowledge). We modeled the workflow of hospital processes using business process modeling notation (BPMN) and converted it into a Petri net. Event log extracted from an Open-Source EMR (OpenEMR) was preprocessed for process conformance checking in ProM Framework. We check the conformance of log and model using alignment and replay. We display the results based on four metrics (fitness, precision, simplicity, and generalization). Then, we filter logs to check the conformance of Role-based access controls. Our conformance checking results showed that processes in Open-Source EMR align with the processes executed by hospitals.	<a href="https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3012147">https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3012147</a>
2	Introducing Cloud-Assisted Micro-Service-Based Software Development Framework for Healthcare Systems	Service oriented architecture, micro services, cloud computing, healthcare, application design, monolith approach, application software	IEEE	In healthcare services, application development is considered the most complex and time-consuming phase. As it is difficult to plan and time-intensive, it requires high maintenance. Healthcare applications need strict compliance and the scope of application is immense along with associates, classes in services, and classified system. Application designing in healthcare with the help of traditional approaches such as monolithic and service-oriented architecture (SOA) generate problems in different areas like service availability, remote access to services, service provisioning, scalability, healthcare systems integration with each other. That is why there is a need for less sophisticated and user-friendly healthcare systems, which are easy to plan and develop, inexpensive requirement maintenance, and agile testing. To overcome the aforesaid issues in the domain of healthcare application development, this paper develops a framework of micro services for the development of healthcare services using cloud computing infrastructure. Micro-service-based techniques provide lightly coupled and fine-grained methodology. With the use of micro services technique presented in this work, the efficiency, scalability, and performance are improved. In this research, an approach for development and deployment properly in the cloud for healthcare applications is developed. Thus, it contributes to the system design approach and system analysis. Quantitative and qualitative results are reported showing the advantages of micro services approach used.	<a href="https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3161455">https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3161455</a>
3	Managing Occupational Health and Safety in SMEs: An Evolutionary Web-based Tool	Management, OHS, OHSMS, risk assessment, Software, SME, tool, web-based	IEEE	Even though several guidelines have been proposed by public organizations about how to design an Occupational Health and Safety management system (OHSMS) customized to Small- and Medium-size Enterprises (SMEs), an approach integrating and OHSMS with the risk assessment under a unified and shared logic still misses. This paper presents an evolutionary OHS tool for SMEs that combines the advantages of a simplified procedure to develop a risk analysis and outline a set of risk prevention and protection measures at workplace, such as the	<a href="https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978954">https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978954</a>

				one proposed by the Italian legislation, with the advantages of a simplified OHS management model. It is assumed that a software tool could be the preferential way to allow a wide diffusion and an effective application of this model. The online structure also enables distributing OHS-related information directly from institutional databases. This information, provided within the same software tool used for risk assessment and OHS management, can significantly support in particular SMEs with a poor experience.	
4	Occupational Health Service Platform Architecture based on IoT and Edge Computing	Occupational Health, IoT, Edge Computing, Healthcare	IEEE	This paper proposes an occupational health service platform architecture based on Internet of Things (IoT) and edge computing. In the proposed architecture, various types of IoT devices are used to collect workers' health status and occupational environment status. The functionalities defined in the platform running in a distributed way between the edge and core clouds are tailored to the characteristics of the workers' physical and mental healthcare system, as well as features for the improvement of the occupation environment. With the proposed idea, it enables to provide comprehensive capabilities for industrial health services, including worker health management, occupational environment enhancement, and human resource management.	<a href="https://doi.org/10.1109/ICTC58733.2023.10392370">https://doi.org/10.1109/ICTC58733.2023.10392370</a>
5	Developing an information security program for HIPAA compliance	Government technology policy, Governmental regulations, Management of computing and information systems, Project and people management, Systems analysis and design	ACM .DL	The Health Information Portability and Accountability Act (HIPAA) of 1996 mandates several policy and technology security standards that must be implemented for healthcare organizations that deal, store and process electronic patient medical records. The enforcement of this law can present many organizational and technical challenges to healthcare providers with no formal information security program processes in place. The use of security models, such as NIST SP 800-66 and the formal SecSDLC security program methodology, can help healthcare providers put an information security program in place that enforces HIPAA compliance and ensures the protection of their health information systems.	<a href="https://doi.org/10.1145/1940976.1940997">https://doi.org/10.1145/1940976.1940997</a>
6	Application of HL7 in a Collaborative Healthcare Information System	HL7, Healthcare Information System, Web Services	IEEE	This paper presents our application of Health Level Seven (HL7) standard in a collaborative healthcare information system (HIS). Originally, we have used HL7 message events to flow among HIS systems. Later on, we found that the message interface management become a nightmare for system engineers. Recently, we extract the spirit of HL7 standard to create an alternative HL7 usage over the web services, and reorganize our traditional programmer team into a software collaborative team (SCT) to manage the project schedules effectively. Gradually, this new methodology had already been accepted by most of our system engineers. Moreover, the application of this methodology at National Taiwan University Hospital (NTUH) has shown that it can decrease the HIS system development cost.	<a href="https://doi.org/10.1109/IEMBS.2004.1403942">https://doi.org/10.1109/IEMBS.2004.1403942</a>
7	Managing Environments for Healthcare Information Systems Using Enterprise Application Integration	HL7,Enterprise Application Integration,EAI,Healthcare,Integration Technology,Systems Integration,SI,Information System,IS,Healthcare Information System,HIS,Environment Management	IEEE	Systems integration (SI) in healthcare uses an enterprise application integration (EAI) or middleware layer to allow disjoint systems on various platforms to exchange information. Health Level 7 (HL7) is the communication exchange standard used in healthcare for this purpose. The message structure and usage of HL7 is standardized but the implementation of HL7 is widely customized to fit specific system, application, and site. Therefore, EAI is used to accomplish seamless integration by transforming and filtering messages, translating and mapping coded values, and distributing and gathering messages to and from different systems. Within healthcare IT, the number of integrated information systems (IS) has been increasing and multiple environments are being set up to support different types of testing, such as regression	<a href="https://doi.org/10.1109/ICHI.2017.70">https://doi.org/10.1109/ICHI.2017.70</a>

			<p>testing, upgrade testing, compliance testing, etc. The ability to support multiple independent test cycles simultaneously is critical to patient care because each integration testing is designed to replicate real scenarios and mitigate any changes that can potentially be introduced to a live environment. The role of a systems integrator has evolved from primarily developing interfaces to also managing interfaces in multiple environments. This paper introduces a more efficient way of managing various test environments in SI using an EAI.</p>	
--	--	--	---	--