

Tipo de artículo: Artículo original

# Motor de búsqueda basado en ElasticSearch para el sistema Xavia PacsServer 4.0

## Search engine based on ElasticSearch for the Xavia PacsServer 4.0 system

Ranset Mella Velázquez <sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0009-0001-5545-593X>

<sup>1</sup> Centro de Informática Médica, Facultad de Tecnologías Interactivas. Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba. [ranmella88@gmail.com](mailto:ranmella88@gmail.com)

\* Autor para correspondencia: [ranmella88@gmail.com](mailto:ranmella88@gmail.com)

### Resumen

Cada día en los hospitales cubanos se realizan cientos de estudios imagenológicos de diversas índoles que luego son almacenados en el sistema de imágenes médicas Xavia PACSServer. En la actualidad los desarrolladores del Centro de Informática Médica (CESIM) se han dado la tarea de lanzar una nueva versión del servidor en la nube con el objetivo de incrementar el tamaño de almacenamiento de las imágenes médicas. Esta actualización traerá grandes beneficios a los procesos que se realicen en los hospitales, pero a su vez puede ocurrir que se incrementen los altos tiempos de respuesta de consulta que se obtienen en la versión actual del servidor. Para evitar este problema, se identificó al sistema de recuperación de información ElasticSearch, el cual con su potente capacidad de búsqueda fue capaz de disminuir los tiempos de respuesta de las consultas en la búsqueda de las imágenes almacenadas.

**Palabras clave:** búsqueda; consulta; elasticsearch; PostgreSQL; tiempo

### Abstract

*Every day in Cuban hospitals, hundreds of imaging studies of various kinds are performed, which are then stored in the Xavia PACSServer medical imaging system. Currently, the developers of the Center for Medical Informatics (CESIM) have taken on the task of launching a new version of the cloud server with the aim of increasing the storage size of medical images. This update will bring great benefits to the processes carried out in hospitals, but at the same time it may increase the high query response times obtained in the current version of the server. To avoid this problem, the ElasticSearch information retrieval system was identified, which with its powerful search capacity was able to reduce the response times of queries when searching for stored images.*

**Keywords:** *elasticsearch, PostgreSQL, query, search, time*

**Recibido:** 28/04/2024

**Aceptado:** 12/07/2024

**En línea:** 01/08/2024

## Introducción

El desarrollo de las tecnologías computacionales ha revolucionado varias especialidades médicas, donde destaca principalmente el campo de la imagenología y sus integrantes (cardiología, neurología, radiología, angiología, entre



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

otras). Los Sistemas de Comunicación y Archivo de Imágenes, o como se le conoce por sus siglas en inglés: “PACS”, son los encargados de adquirir, almacenar, transmitir y desplegar digitalmente las imágenes médicas para su posterior análisis por parte de los especialistas. Estas imágenes digitales van desde radiografías, tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y ecografías que sustituyen las placas fotográficas con las cuales se estudiaban estos estudios médicos hace años (Daudinot López & Miller Clementell, 2016).

Un sistema PACS está compuesto por equipos de adquisición de imágenes médicas, estaciones de visualización y procesamiento de la información que se integran entre sí mediante el empleo de redes digitales y software de aplicación. Estos equipos y estaciones se encargan de controlar la información generada durante el proceso de adquisición de imágenes médicas. Es decir, toda la información relacionada de forma directa con los estudios, las propias imágenes y los detalles de su proceso de creación, el envío a las estaciones de diagnóstico, las características de estas estaciones, hasta su posterior impresión y distribución (Batista Reyes , Escalona Suárez, & Mar Cornelio, 2023).

Para que todos los procesos en un sistema PACS funcionen correctamente deben regirse por una serie de estándares de imágenes digitales entre los cuales destaca como más importante el estándar DICOM. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) es el estándar encargado de garantizar la integridad de una imagen médica desde el momento que es tomada por un equipo de adquisición de estudios imagenológicos hasta que es desplegada en la estación de visualización, una vez que la misma sea procesada y almacenada. Este estándar funciona también como el tipo de formato que toman las imágenes médicas, un formato que le da la particularidad de integrar a la imagen realizada la información relacionada a la misma como lo pueden ser los datos del paciente y el estudio que se está realizando, convirtiéndose esta información en parte de los metadatos del archivo de imagen (Mantri, Taran, & Sunder, 2020).

Para realizar el almacenamiento de las imágenes médicas a trabajar en los centros hospitalarios, los sistemas PACS incluyen un servidor donde se guardan todos los archivos DICOM. Este servidor además de permitir una lectura de todo lo que almacena, tiene una alta capacidad de recuperación y distribución ya sea a través del sistema u otro medio de transferencia que esté integrado a él. Un servidor PACS debe ser capaz de almacenar todas las imágenes una vez son tomadas por las estaciones de adquisición y tenerlas disponible para que luego sean transmitidas a otras estaciones de visualización en cualquier momento (Gelvez Ortega, y otros, 2022).

Debido a que los procesos en los hospitales nunca se detienen, los servidores PACS deben ser capaces de enfrentarse a problemas relacionados con la falta de espacio de almacenamiento y la sobrecarga datos, productos del interminable



flujo de información con el que se trabaja. Entre las causas a estos problemas se pueden mencionar los siguientes (Alonso Valencia, Adames, Rodríguez, Yolima Castañeda, & Barrios, 2022):

- El volumen de las imágenes: Las imágenes médicas, como las tomografías computarizadas, las resonancias magnéticas y las radiografías, son archivos grandes y complejos que ocupan una cantidad significativa de espacio de almacenamiento. Cada estudio o examen puede generar múltiples imágenes en DICOM, lo que aumenta rápidamente el tamaño total de los datos almacenados. Si a esto le sumamos que este tipo de imagen debe contar una alta calidad y resolución entonces el tamaño de las mismas alcanza altos valores de espacio de almacenamiento.
- El plazo de retención: Los centros hospitalarios suelen requerir la retención a largo plazo de las imágenes médicas para referencia futura, investigación, auditoría y cumplimiento de requisitos legales. Esto significa que los archivos deben almacenarse durante largos períodos de tiempo, lo que aumenta aún más la necesidad de espacio de almacenamiento.

Teniendo en cuenta estos puntos mencionados se hace necesaria la utilización de sistemas de recuperación de información, softwares capaces de procesar los archivos de registros, peticiones de información, para luego identificar y recuperar de los archivos ciertos registros en respuesta a las peticiones del usuario. La identificación de uno de estos sistemas para ser utilizados en la búsqueda de las imágenes no solo debe estar sujeto a la velocidad con la que se realice la consulta, sino que también debe ser compatible con el formato DICOM y cumplir con su estándar (Ronconi, 2020).

En el territorio cubano algunos centros hospitalarios, en especial los de la región occidental, cuentan en su haber con el sistema XAVIA PacsServer, un servidor de imágenes médicas desarrollado por el Centro de Informática Médica (CESIM), que posibilita la gestión de los archivos imagenológicos de un hospital. Entre sus principales características se encuentra que el mismo se divide en dos sistemas siendo el conocido ServerOn y al segundo se le denomina ServerOff. El primero de estos servidores se utiliza para alojar las imágenes con más demandas por parte de los usuarios en un instante de tiempo relativamente corto. El otro servidor por otra parte, es donde se almacenan todas las imágenes que históricamente se han realizado en la institución (Centro de Informática Médica, 2017) .

En la actualidad, los hospitales que cuentan con este servicio de gestión de imágenes médicas han alcanzado un volumen de información demasiado alto que atenta contra la capacidad de almacenamiento de los servidores de los hospitales. Por esta razón, se decidió la actualización de Xavia PACSServer a su versión 4.0 que al estar basada en la tecnología de la nube ayudará a solventar los gastos en infraestructura de los hospitales además de permitir compartir



toda la información de las distintas instituciones médicas. Para realizar esta actualización se tiene el reto de resolver el problema con los tiempos de respuestas en las consultas de las imágenes que acaecen en la versión 3.0 del sistema Xavia PACSServer.

La razón en la demora de las consultas se le atribuye al ser utilizado el sistema gestor de base de datos PostgreSQL para realizar la búsqueda de la información que se tiene almacenada. Es así como CESIM se ha dado la tarea de encontrar un nuevo sistema de recuperación de información que pueda ser una solución eficaz para el actual problema que se enfrenta y que así los tiempos de respuesta en la futura versión 4.0 de Xavia PACSServer sean lo más pequeño posible, siendo el motor de búsqueda Elasticsearch el escogido para realizar la tarea.

ElasticSearch es el motor de búsqueda más utilizado actualmente en el mundo por su capacidad de abordar un número enorme de resultados de búsquedas. Su capacidad de búsqueda y visualización de información es ampliamente reconocida a través de la función de búsqueda de texto completo. Esta función permite que los usuarios construyan motores de búsqueda para cualquier tipo de aplicación, lo que, a su vez, permite a los clientes buscar información. Estas funcionalidades abren la puerta a otras funciones más genéricas, como el análisis de negocios e inteligencia. Al tener acceso a diferentes vistas y métricas de los datos, se pueden llegar a conclusiones informadas y tomar acciones sobre el dominio en el que se esté trabajando (Kathare, Reddy, & Prabhu, 2022).

Es a partir de estos elementos presentes en el sistema XAVIA PACSServer que se define como problema de investigación el ¿cómo disminuir los tiempos de respuestas de las consultas de estudios imagenológicos en el sistema XAVIA PACSServer 4.0? En base a esta problemática, el objeto de estudio está centrado en los tiempos de respuestas de las consultas de estudios imagenológicos en el sistema XAVIA PACSServer. A su vez el campo de acción sobre el cual se centra la investigación son los sistemas de recuperación de la información. Esto conlleva a que el objetivo general de esta investigación sea disminuir los tiempos de respuestas de las consultas de estudios imagenológicos en el sistema XAVIA PACSServer 4.0.

### **Tiempo de respuesta**

El tiempo de respuesta es el intervalo temporal que transcurre entre la ejecución de una acción de control por parte del usuario, hasta que el software responde con la salida o acción deseada. Posee dos características importantes: longitud y variabilidad. La longitud se traduce en la duración del tiempo de respuesta, si este es demasiado largo, el usuario sentirá frustración y tensión al no ver como se ejecuta su acción. La variabilidad se refiere a la desviación del tiempo de respuesta promedio y, por muchos aspectos, es su característica más importante. La variabilidad baja permite que el usuario establezca un ritmo de interacción, aun si el tiempo de respuesta es relativamente largo. Por ejemplo, un



tiempo de respuesta de 1 segundo para un comando resulta con frecuencia preferible a una respuesta que varíe de 0.1 a 2.5 segundos. Cuando la variabilidad es significativa, el usuario siempre se sale de balance, se pregunta si ha ocurrido algo diferente en el software (Sommerville, 2011).

En el ámbito de las bases de datos, los tiempos de respuesta a las consultas que se realizan al sistema se expresan generalmente en milisegundos (ms). Este tiempo de respuesta es crucial para evaluar el rendimiento y la eficiencia del sistema de gestión de bases de datos (SGBD) y garantizar una experiencia fluida para los usuarios. Es importante destacar que los tiempos de respuesta pueden variar según la complejidad de la consulta, la cantidad de datos involucrados y la infraestructura subyacente. Optimizar estos tiempos es fundamental para garantizar un acceso rápido y eficiente a la información almacenada en la base de datos (Pilicita Garrido, Borja López, & Gutiérrez Constante, 2020).

En cuanto a la longitud tiempo de respuesta que se espera en una base de datos, no existe una longitud ideal específica ya que depende del contexto y los requisitos del sistema. Sin embargo, todo sistema debe cumplir con varios principios como lo es proporcionar una baja latencia que ofrezca una experiencia de usuario fluida, ofrecer una respuesta rápida que esté dada en milisegundos o segundos y mantener una consistencia en los tiempos que tarde el sistema en responder (Pilicita Garrido, Borja López, & Gutiérrez Constante, 2020).

Por otro lado, la variabilidad en el tiempo de respuesta de una base de datos es un aspecto crucial para evaluar su rendimiento y eficiencia. Una baja variabilidad implica que los tiempos de respuesta son consistentes y predecibles, mientras que una alta variabilidad indica que los tiempos pueden variar significativamente (Pilicita Garrido, Borja López, & Gutiérrez Constante, 2020).

El tiempo de respuesta de las consultas y sus mediciones asociadas (longitud y variabilidad) son las variables que definen los resultados de la presente investigación por lo cual un buen resultado en las mediciones de las mismas influirá en el cumplimiento del objetivo de investigación. Si el sistema Xavia PACSServer aporta una longitud y variabilidad en el tiempo que puedan considerarse pequeñas entonces el tiempo de respuesta en el sistema es óptimo.

## **Materiales y métodos**

Con el propósito de medir los tiempos de respuestas de las consultas de los estudios imagenológicos se utilizó un método de observación con enfoque cuantitativo. Para ello, se realizaron una serie de pruebas a los sistemas de recuperación de información PostgreSQL, actual sistema que se utiliza CESIM para realizar la consulta de imágenes, y con la propuesta que se piensa ser capaz de disminuir los tiempos de respuesta en las consultas. El análisis de los



resultados que arrojen estas pruebas es el determinante de cual sistema es mejor para disminuir los tiempos de respuestas. (Cortés Cortés, y otros, 2004)

Las pruebas realizadas no son más que los tipos de búsquedas que más se utilizan en los hospitales donde se encuentra montado el servidor Xavia PACSServer. Estas pruebas son:

1. Búsqueda de todos los datos personales de un paciente a partir de su nombre
2. Búsqueda de todos los estudios realizados a un paciente junto a sus datos personales
3. Búsqueda de la última imagen realizada a un paciente a partir de su nombre
4. Búsqueda de todas las imágenes asociadas a un paciente a partir de su nombre
5. Búsqueda de los datos más importantes que componen a los metadatos de un archivo DICOM tomando elementos de varias tablas, todo esto realizado a partir del nombre de un paciente

Cada una de estas pruebas fueron elegidas en cuanto al tipo de complejidad que le puede suponer al sistema de recuperación de información encargado de realizarlas. Las pruebas 1 y 2 pueden ser catalogadas como búsquedas sencillas debido a que por la estructura que posee la información que devuelven, el sistema no debe consumir muchos recursos de memoria y por tanto los tiempos de respuestas deben ser pequeños. Por otro lado, para poder obtener los resultados de las pruebas 3, 4 y 5, los sistemas deben enfrentarse a una estructura de almacenamiento muy compleja al navegar entre varias tablas (en especial la prueba 5) por lo que se esperan que estos devuelvan unos tiempos de respuesta superiores a las dos primeras pruebas.

Las mediciones de los tiempos de respuestas de cada una de las pruebas se obtuvieron mediante el análisis de la longitud de tiempo de respuesta y la variabilidad de la misma. Para poder obtener la longitud de los tiempos de respuestas se utilizó los mismos sistemas de recuperación de información que se analizan en la presente investigación mediante una función de los mismos que permite medir cuanto tiempo se demora una consulta. De esta forma se realizaron cinco iteraciones de búsquedas distintas para poder observar cómo se comportan los tiempos para datos distintos de una misma prueba. También, es a partir de estas cinco iteraciones de cada búsqueda con las que se obtuvo la variabilidad en el tiempo para las pruebas, realizándose mediante el empleo de la fórmula de la desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Para la realización de las pruebas se ha utilizado una base de datos prototipo que utiliza CESIM en su trabajo de testeado de sus sistemas, la cual cuenta con las siguientes características.

- Tipo de base de datos en el que se encuentra montada: PostgreSQL
- Cantidad de tablas: 4



- Cantidad de datos en la tabla “imagen”: 675 585
- Cantidad de filas en la tabla “patient”: 6 019
- Cantidad de filas en la tabla “series”: 18 380
- Cantidad de filas en la tabla “study”: 6 338

El equipo con el que se contó realizar estas pruebas presenta las siguientes características:

- Portátil Acer Aspire V5-571G
- Procesador: Intel® Core™ i5-3317U
- CPU: 1.70 GHz
- Memoria RAM: 4.00 GB
- Sistema operativo Windows 10 de 64 Bits

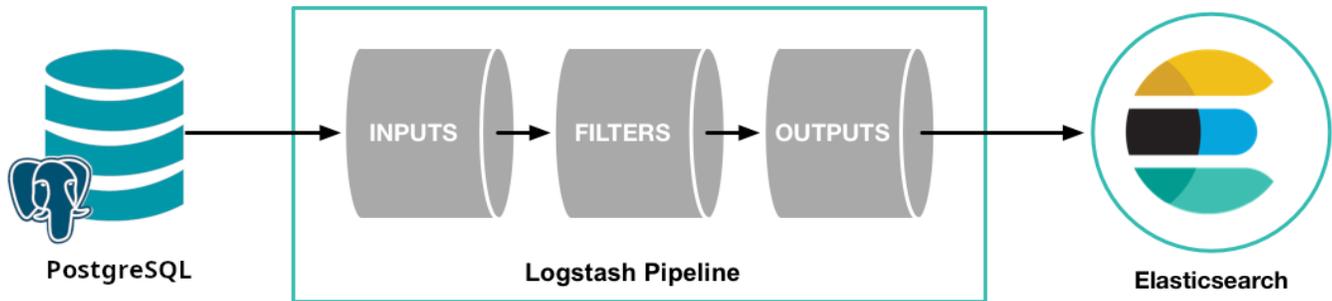
Y las versiones de software fueron las siguientes:

- Servidor PostgreSQL 16.1
- Servidor Elasticsearch 7.5.0
- Kibana 7.5.0
- Logstash 7.5.0

De estos softwares utilizados recalcar a Kibana y Logstash, herramientas indispensables en el trabajo con Elasticsearch. Kibana representa el API oficial que provee Elasticsearch para su trabajo, el mismo contiene una serie de herramientas destinadas a optimizar la búsqueda para los clientes y usuarios al ofrecerle distintos métodos de visualización de datos como lo pueden ser tablas y gráficas. Logstash es un pipeline de procesamiento de datos gratuito y abierto del lado del servidor cuya función principal es ingresar datos desde una variedad de fuentes, transformarlos y luego enviarlos a Elasticsearch para que pueda trabajar con ellos (Elastic, 2024).

Es principalmete gracias a Logstash con el que se realiza la operación de trasladar la información de las imágenes médicas almacenadas en el servidor PostgreSQL hacia el servidor de Elasticsearch. A este proceso se le llama “sincronización” y no es más que una conexión que se establece entre el sistema gestor de base de datos y el motor de búsqueda. Este sincronización se encuentra marcada por una serie de etapas que se definen en la siguiente figura:





**Figura 1.** Proceso de sincronización de datos.

Fuente: <https://medium.com/@carmelwenga/synchronize-a-postgresql-database-with-elasticsearch-using-logstash-docker-and-docker-compose-a0b77573713b>

Tal como se muestra en la figura 1, en el proceso de sincronización, Logstash mediante un documento de configuración o pipeline se encarga de tomar la información almacenada en PostgreSQL y la transforma para que pueda ser leída por ElasticSearch. Esto se realiza mediante tres fases muy diferenciadas.

La primera de esta es frase es Input o fase de entrada, donde se establecen las conexiones con la base de datos, esto incluye el puerto de escucha de PostgreSQL, el usuario, la contraseña, el nombre de la base de datos y la consulta SQL que define los datos que se quieren enviar a Elasticsearch, así como la frecuencia en la que Logstash se sincronizará nuevamente con la base de datos. Por último y no menos importante, se debe establecer la ruta con una librería “jdbc” propia de PostgreSQL que es la encargada de realizar esta conexión mediante el uso de una de sus clases internas llamada “org.postgresql.Driver”.

Filters o fase de filtrado es la segunda etapa de este proceso. Se utiliza generalmente para hacer cambios entre el estado de los datos que se sincronizarán ya sean eliminaciones de tablas o fusiones de las mismas. Esta es una etapa cuyo uso depende completamente de la situación o del encargado en realizar el proceso por lo que el desarrollo de la misma no es obligatorio

Por último, se tiene el Output o etapa de salida donde se realizan las configuraciones finales del proceso. Aquí es donde se le establece a Logstash el puerto donde se encuentra ElasticSearch para que este pueda recibir los datos. También se le ingresa el índice donde se almacenará la información enviada.

Una vez llega la información a ElasticSearch, la mismas no presenta la misma estructura con la que fue representada al estar almacenada en PostgreSQL, sino que sigue un patrón que ElasticSearch pueda leer. Este nuevo tipo de arquitectura, llamada índice es lo que le permite a ElasticSearch ofrecer los tiempos de respuestas con el que se enorgullece ofrecer. La construcción de estos índices de ElasticSearch puede ser hecha a partir de la selección de solo



los resultados de búsqueda que se desean obtener, por lo que se puede desprestigiar la demás información almacenada en la base de datos, haciendo de esta forma al sistema aún más rápido.

## Resultados y discusión

Como resultado a las pruebas realizadas, se pudo observar un claro vencedor en cuanto a cuál sistema de recuperación es capaz de aportar un menor tiempo de respuesta a las consultas en el sistema Xavia PACSServer. Esto se recalca en las dos mediciones hechas, como en la siguiente figura donde se muestran el promedio de las cinco iteraciones realizadas en cada una de las pruebas hechas con PostgreSQL y ElasticSearch.

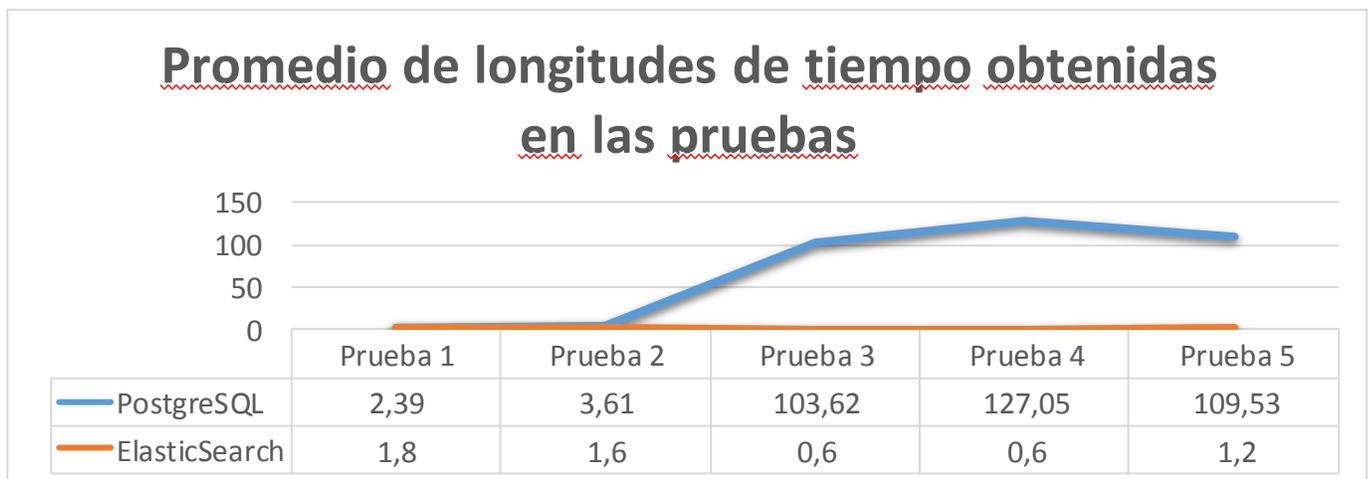
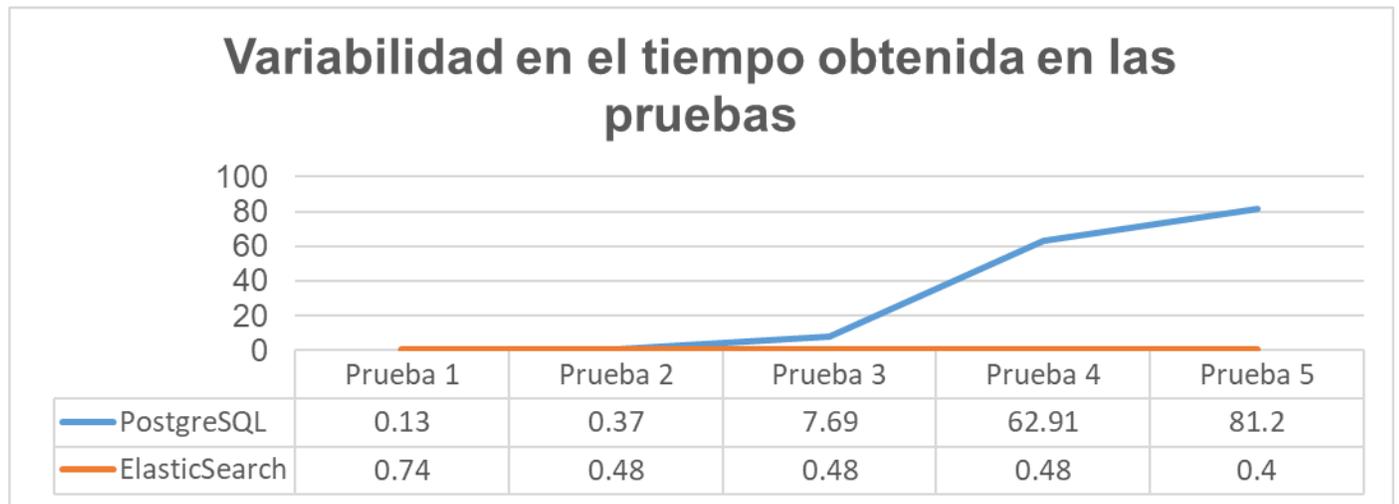


Figura 2. Promedio de longitudes de tiempo obtenidas en las pruebas

Estos resultados mostrados en la figura 3 evidencian una clara superioridad de ElasticSearch en cuanto a menor tiempo de consulta puede aportarle al sistema Xavia PACSServer. Es a partir de la prueba 3 en donde se evidencia que PostgreSQL es un sistema muy lento cuando la complejidad de búsqueda se hace mayor.





**Figura 3.** Variabilidad en el tiempo obtenida en las pruebas.

Por su parte los resultados de la figura 4, correspondientes al comportamiento de la variabilidad en el tiempo de cada una de las pruebas, ocurre un hecho curioso en las pruebas 1 y 2 donde ElasticSearch presenta una variabilidad algo superior a la de su contrincante. A pesar de esto, en las tres últimas pruebas, PostgreSQL experimenta un cambio brusco de variaciones que solo van en aumento mientras más se complejizan las pruebas.

Estos resultados obtenidos demuestran que el comportamiento de las cinco pruebas realizadas es muy distinto para cada uno de los sistemas. Los resultados de PostgreSQL tienden a un incremento muy grande a partir de la aplicación de la tercera prueba, la cual ya comienza a enfocarse en la búsqueda de las imágenes almacenada. Esto desentona mucho con los resultados de ElasticSearch que sufren una disminuida en la realización de las consultas de imagen en relación al primer grupo. Tales diferencias están asociadas a que para acceder a las imágenes el sistema gestor de base de datos debe complejizar sus consultas al conectar varias tablas suponiendo un mayor esfuerzo y por ende mayor demora. Por su parte, Elasticsearch no necesita recurrir a los mecanismos de su contrincante, al tener, sus datos a trabajar una estructura que puede ser menos compleja en dependencia del resultado de búsqueda que se quiere obtener. De hecho, tal como ocurre en las pruebas 3 y 4 sí se organiza un índice de ElasticSearch con tal de que obtenga solo los datos necesarios para su consulta entonces los tiempos de respuestas serán menores, aunque por supuesto esto depende de la cantidad de datos con los cuales se va a trabajar.

Por otro lado, la variabilidad en el tiempo prosigue con un comportamiento similar al de la longitud en el tiempo. Esta vez PostgreSQL comienza arrojando resultados menores a los de ElasticSearch en las dos primeras pruebas, pero una vez más comienza a subir precipitadamente a la hora de encontrar las imágenes. El hecho de que PostgreSQL posea



una mayor variabilidad durante la aplicación de la tercera prueba en adelante se debe a que se va adaptando a un mismo tipo de consulta mientras más veces se realice; este es un hecho que no garantiza un tiempo de respuesta acorde pues si se realiza otro tipo de consulta PostgreSQL perderá esa “adaptación” y volverá a dar tiempos altos la próxima vez que se realice esa consulta. El motor de búsqueda por su parte en un comienzo sufrió una bajada en sus resultados con respecto a PostgreSQL, pero al ser tiempos tan pequeños pueden ser considerados despreciable, eso sin contar que la variabilidad entre las cuatro últimas pruebas es casi inexistente.

Teniendo en cuenta estos resultados entonces se puede declarar que la utilización del motor de búsqueda con ElasticSearch es más beneficioso para el sistema Xavia PACSServer que el uso de PostgreSQL para las consultas de las imágenes el servidor. La disminución de la longitud del tiempo de las consultas y la estabilización de la variabilidad en el tiempo son factores que determinan que los tiempos de respuestas han disminuido.

## Conclusiones

Los resultados de las pruebas realizadas han mostrado un claro vencedor en cuanto a la capacidad de ofrecer menores tiempos de respuestas en las consultas de los estudios imagenológicos en el sistema Xavia PACSServer. Aunque ambos sistemas ofrecen una excelente seguridad en los resultados de las búsquedas que se realicen, ElasticSearch es muy superior frente a PostgreSQL en cuanto a lo que velocidad de tiempo de respuestas se refiere.

En las cinco pruebas realizadas a las magnitudes que determinan a los tiempos de respuesta, longitud y variabilidad, ElasticSearch superó con creces en cada aspecto a su contrincante. El ofrecer un promedio de longitud de tiempo de las respuestas no superior a los 2 m/s frente a los más de 100 m/s que en varias ocasiones marcó PostgreSQL es la demostración de esta afirmación. Por otro lado, la variabilidad en el motor de búsqueda durante las pruebas realizadas se mantuvo siempre constante con tiempos similares, al contrario de la gran diferencia entre los resultados de su opositor.

Son por estas razones por las cuales se debe utilizar al motor de búsqueda ElasticSearch para la búsqueda de los estudios imagenológicos en el sistema Xavia PACSServer 4.0, pues con ello se asegura que los tiempos de respuesta sean pequeños. También se recomienda la investigación de cómo se comportaría este motor en otros sistemas que actualmente ofrezcan tiempos de respuestas muy altos para así comprobar si se es capaz de disminuir los mismos.

## Agradecimientos

Agradecer por su tutoría al ingeniero Damián Socarras Lima.



## Conflictos de intereses

El autor no posee conflictos de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Ranset Mella Velázquez
2. Curación de datos: Ranset Mella Velázquez
3. Análisis formal: Ranset Mella Velázquez
4. Investigación: Ranset Mella Velázquez
5. Metodología: Ranset Mella Velázquez
6. Administración del proyecto: Ranset Mella Velázquez
7. Recursos: Ranset Mella Velázquez
8. Software: Ranset Mella Velázquez
9. Supervisión: Ranset Mella Velázquez
10. Validación: Ranset Mella Velázquez
11. Visualización: Ranset Mella Velázquez
12. Redacción – borrador original: Ranset Mella Velázquez
13. Redacción – revisión y edición: Ranset Mella Velázquez

## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.

## Referencias

- Alfonso, J. Y. (2023). Estrategia para la configuración del despliegue para el comportamiento multi-instancia del XAVIA PACSServer 4.0. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas .
- Alonso Valencia, F., Adames, C. A., Rodríguez, F. Y., Yolima Castañeda, K., & Barrios, Y. (2022). Fallas de almacenamiento en sistemas PACS. Medellín: Escuela de Ciencias de la Salud. Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas.
- Batista Reyes , L., Escalona Suárez, J., & Mar Cornelio, O. (2023). Metodología para la configuración de equipos médicos de adquisición de imágenes digitales en XAVIA PACS. 2(1).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

- Centro de Informática Médica. (2017). Xavia Pacs Server Manual de Usuario . La Habana: Universidad de la Ciencias Informáticas.
- Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M. (2004). Generalidades sobre Metodología de Investigación. Ciudad del Carmen, Campeche : Universidad Autónoma del Carmen.
- Daudinot López, M., & Miller Clementell, R. A. (2016). Una solución Pacs cubana bajo software libre de plataforma a especializaciones médicas. 8(2).
- Elastic. (2024). Elastic. (Elastic) Recuperado el 11 de enero de 2024, de Elastic: <https://www.elastic.co/es/logstash>
- Gelvez Ortega, R., Sandoval Betancourth, O. I., Herrera Montenegro, D. A., Ruedas Vega, J. C., Chica Acevedo, J. A., & Cerón Parra, J. L. (2022). Análisis de las ventajas y desventajas de la implementación de sistemas PACS en el Hospital Susana López de Valencia E.S.E. de Popayán. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Kathare, N., Reddy, O. V., & Prabhu, D. (2022). A Comprehensive Study of Elasticsearch. 4(11).
- Mantri, M., Taran, S., & Sunder, G. (2020). DICOM Integration Libraries for Medical Image Interoperability: A Technical Review. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 247 - 259.
- Pilicita Garrido, A., Borja López, Y., & Gutiérrez Constante, G. (2020). Rendimiento de MariaDB y PostgreSQL. 7(2).
- Ronconi, R. (2020). Proceso de búsqueda, recuperación y evaluación de la información. e-prints.
- Sommerville, I. (2011). *INGENIERÍA DE SOFTWARE*. Ciudad de México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Tavera Orozco, D. F., Gomez Morales, G. G., Zemanate Camayo, M. C., Polo Tenorio, L. F., & Muñoz García, V. M. (2023). Ventajas de la Implementación de un sistema PACS en la Nube en la Clínica Santa Gracia de Popayán según la administración de archivos DICOM. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

