

Implementación de un sistema web para detección y análisis de lavado de dinero aplicando grafos

Implementation of a Web-Based System
for money laundering detection and analysis using graphs

¹Francisco Cervando Lozano-Lozano, ¹Andrés Salas-Núñez, ¹Luis Eduardo Torres-Hernández, ^{1*}Alfredo García-Castañón, ¹Luis Enrique Márquez-Martínez

¹Instituto Tecnológico de Zacatecas, Tecnológico Nacional de México, Carretera Panamericana entronque a Guadalajara s/n Col. La Escondida, C. P. 98000, Zacatecas, Zac. México. Correos electrónicos: frankyer4a@gmail.com; andres.salas@zacatecas.tecnm.mx; luis.torres@zacatecas.tecnm.mx; alfredo.garcia@zacatecas.tecnm.mx; luise.mm@zacatecas.tecnm.mx; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5300-0572>; <https://orcid.org/0000-0003-4581-0202>; <https://orcid.org/0009-0008-7814-8706>; <https://orcid.org/0009-0001-3656-8293>; <https://orcid.org/0009-0001-2599-7500>

*Autor de correspondencia.

Recibido: 22 de agosto de 2025
Aceptado: 14 de mayo de 2026
Publicado: 29 de mayo de 2026
<https://doi.org/10.33064/iycuaa2026988405>
e8405

RESUMEN

El lavado de activos es un delito financiero que consiste en ocultar el origen de recursos obtenidos mediante actividades ilícitas, tales como la corrupción, el crimen organizado, el fraude, la trata de personas, la evasión fiscal y el uso indebido de recursos públicos. En 2021 la Unidad de Inteligencia Financiera reportó 172,329 operaciones inusuales provenientes de entidades financieras, asociadas a comportamientos que no concuerdan con el perfil de los clientes y que podrían vincularse con el lavado de activos. Ante esta problemática, el presente estudio propone el desarrollo e implantación de un sistema web basado en una arquitectura de microservicios, utilizando una base de datos orientada a grafos Neo4j. La solución integra algoritmos de centralidad, comunidad y cercanía para analizar grandes volúmenes de información financiera, permitiendo el cruce de múltiples fuentes de datos. Este enfoque facilita la identificación eficiente de patrones y relaciones relevantes, apoyando a las entidades gubernamentales en la detección.

Palabras clave: Lavado de dinero; modelos matemáticos; algoritmos de grafos; web 2.0; base de datos; activos.

ABSTRACT

Money laundering is a financial crime that involves concealing the origin of funds obtained through illicit activities such as corruption, organized crime, fraud, human trafficking, tax

evasion, and the misuse of public resources. In 2021, the Financial Intelligence Unit reported 172,329 unusual transaction reports from financial institutions, associated with behaviors that do not match customer profiles and may be linked to money laundering activities. In response to this issue, this study proposes the development and implementation of a web-based system built on a microservices architecture and supported by a Neo4j graph-oriented database. The system integrates centrality, community, and closeness algorithms to analyze large volumes of financial data and identify relevant patterns and relationships. By enabling the integration of multiple information sources, the proposed solution improves the efficiency of data analysis and supports governmental entities in the detection, investigation, and monitoring of suspicious financial activities, in accordance with typologies established by the Financial Intelligence Unit.

Keywords: Money laundering; mathematical models; graph algorithms; web 2.0; database; assets.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de Internet, dispositivos móviles y la generación masiva de datos digitales ha transformado significativamente los procesos económicos, financieros y tecnológicos a nivel global. Sin embargo, este mismo entorno digital ha incrementado la complejidad de las operaciones financieras ilícitas, particularmente aquellas relacionadas con el lavado de dinero, debido a la capacidad de movilizar grandes volúmenes de recursos mediante múltiples transacciones y relaciones entre individuos, empresas y organizaciones. Diversos estudios recientes destacan que los esquemas modernos de lavado de dinero utilizan estructuras financieras cada vez más sofisticadas, apoyadas en redes complejas de transacciones que dificultan su detección mediante mecanismos tradicionales basados únicamente en reglas o supervisión manual (Johannessen & Jullum, 2025).

En este contexto, el lavado de dinero representa una amenaza significativa para la estabilidad económica, la transparencia financiera y la seguridad nacional, debido a que facilita el financiamiento de actividades delictivas y debilita la confianza en las instituciones financieras. La Unidad de Inteligencia Financiera ha señalado que el fortalecimiento de los mecanismos de prevención y detección constituye una prioridad estratégica para el Estado mexicano, especialmente ante el incremento de operaciones financieras complejas

y redes de intermediarios utilizadas para ocultar el origen ilícito de los recursos (Unidad de Inteligencia Financiera, 2023).

Ante esta problemática, la incorporación de tecnologías de análisis de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático se ha convertido en una alternativa fundamental para mejorar los procesos de supervisión financiera. Investigaciones recientes demuestran que el uso de modelos basados en grafos y redes neuronales permite identificar patrones ocultos, relaciones indirectas y comportamientos atípicos entre entidades financieras con mayor precisión que los métodos tradicionales. En particular, las bases de datos orientadas a grafos facilitan la representación de personas físicas, morales, cuentas bancarias y transacciones como nodos interconectados, permitiendo visualizar y analizar redes complejas de operaciones financieras sospechosas (Johannessen & Jullum, 2025).

Por ello, se propone el desarrollo e implementación de un sistema web orientado al análisis de operaciones financieras mediante tecnologías de almacenamiento y procesamiento de grafos, con el propósito de apoyar a los entes gubernamentales en la detección de posibles conductas relacionadas con el lavado de dinero. Este sistema web permitiría integrar múltiples fuentes de información financiera y realizar análisis relacionales avanzados para identificar patrones asociados con tipologías definidas por la Unidad de Inteligencia Financiera, las cuales describen métodos comúnmente utilizados por organizaciones criminales para otorgar apariencia de legalidad a recursos de procedencia ilícita. Asimismo, el uso de análisis de redes complejas contribuiría a optimizar los procesos de investigación financiera y reducir la dependencia de análisis manuales, incrementando la capacidad institucional para prevenir y detectar operaciones sospechosas de manera oportuna.

Objetivo General. Desarrollar e implementar un sistema web inteligente que permita almacenar, gestionar y visualizar información relacionada con posibles actividades de lavado de dinero, mediante un modelo basado en relaciones entre distintas entidades, utilizando técnicas y algoritmos de grafos para facilitar el análisis, la detección de patrones y la identificación de vínculos sospechosos.

Justificación. La presente investigación se centra en el desarrollo e implementación de un sistema web orientado al análisis de entidades relacionadas mediante el uso de almacenamiento y modelado de datos basados en grafos. Este enfoque permite

representar y analizar los vínculos existentes entre personas, organizaciones, cuentas y transacciones, facilitando la identificación de patrones, comunidades y posibles redes vinculadas con actividades de lavado de activos o recursos de procedencia ilícita.

El proyecto propone un modelo de análisis de datos dirigido a la Unidad de Inteligencia Patrimonial y Económica (UIPE) de los estados de la República Mexicana, con el propósito de fortalecer los procesos de detección, seguimiento e investigación en materia de combate al lavado de dinero. A través de técnicas y algoritmos de grafos, el sistema busca mejorar la visualización de relaciones complejas y optimizar la generación de información estratégica para la toma de decisiones.

Asimismo, esta propuesta pretende contribuir al fortalecimiento institucional y al desarrollo social y económico del país, considerando que las actividades ilícitas relacionadas con el lavado de activos generan impactos negativos en la recaudación tributaria, reducen la inversión y afectan de manera directa e indirecta la calidad de vida de la población. En este sentido, la implementación de herramientas tecnológicas especializadas representa una alternativa innovadora para apoyar las labores de inteligencia financiera y promover una mayor transparencia y seguridad económica.

La presente investigación se enfoca en el desarrollo e implementación de un sistema web para el análisis de entidades relacionadas, a través del almacenamiento en grafos, ya que a partir de los vínculos que existen entre las relaciones, es posible detectar comunidades de entidades que estén involucradas en temas de lavado de activos.

Para la realización de este proyecto se enfocó el trabajo en la propuesta de un modelo de análisis de datos a seguir por la Unidad de Inteligencia Patrimonial y Económica (UIPE) de los estados de la República Mexicana, en materia al combate de recursos de procedencia ilícita. Así mismo, contribuir al desarrollo de un mejor estado y país, ya que este tipo de actos afectan y reducen los ingresos tributarios gubernamentales y por lo tanto, perjudican directa e indirectamente a la sociedad habiendo disminución en inversión y calidad de vida.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación de este trabajo se centra en el análisis de estructuras de información altamente interconectadas, representadas mediante redes de transacciones bancarias entre personas físicas y morales, con el objetivo de identificar patrones de comportamiento y entidades con alta relevancia dentro de la red y comunidades de entidades relacionadas, en el contexto del lavado de activos.

La metodología de desarrollo empleada para la implementación del sistema web es incremental, comúnmente utilizada en proyectos de software, la cual se caracteriza por la construcción progresiva del producto a través de entregas parciales (Lima, 2023). Este enfoque parte de un conjunto de requerimientos básicos, conocidos como bosquejo de descripción, y conforme avanza el desarrollo se incorporan versiones más completas del sistema, las cuales son validadas y probadas por el cliente, hasta alcanzar una versión final que satisface las necesidades del usuario y cumple con los requerimientos de información y administración del sistema (Reddy, 2024).

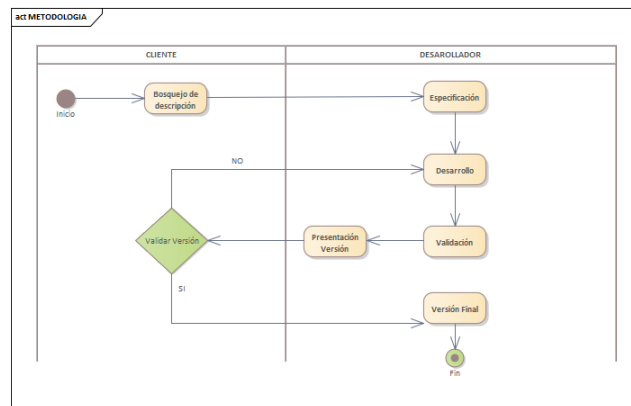


Figura 1. Diagrama de actividad metodológica de desarrollo incremental.

Nota: Elaboración propia.

Descripción de las especificaciones del sistema

El sistema de acuerdo con su naturaleza de análisis de datos e información altamente relacionada contempló la implementación de una arquitectura orientada a microservicios, de manera que existan servicios independientes, proporcionando de manera autónoma funcionalidad al sistema central y estableciendo comunicación entre los servicios a través de una interfaz de programación, para el desarrollo de servicios web *ApiRest*, creando así una infraestructura flexible y adaptable frente a modificaciones posteriores.

Para el marco de trabajo, las especificaciones del sistema incluyen una descripción, compuesta por lo siguiente:

- Requisitos del Sistema: Describe las necesidades del sistema, en base a la funcionalidad y los actores que forman parte de la gestión.
- Diseño del Microservicio de configuración: Consiste de un microservicio de gestión de usuarios, catálogos y autenticación.
- Diseño del Microservicio de lógica: Consiste de un microservicio de gestión de la base de datos de grafos Neo4j y núcleo central de procesamiento de información, con este se da solución a la problemática, gestiona la lógica de grafos y el análisis para mostrar al usuario datos procesados.

La arquitectura que se planteó para desarrollo del sistema web, consistió en dividir el sistema en dos microservicios, un Microservicio de Configuración y un Microservicio de Lógica. Como se observa en la figura 2, el microservicio de configuración se conecta a una base de datos MySQL, encargado de gestionar las peticiones de almacenamiento y administración de catálogos, el microservicio de lógica analiza las relaciones entre nodos de acuerdo con la estructura definida en el microservicio de configuración, ambos servicios conectados a una misma interfaz gráfica.

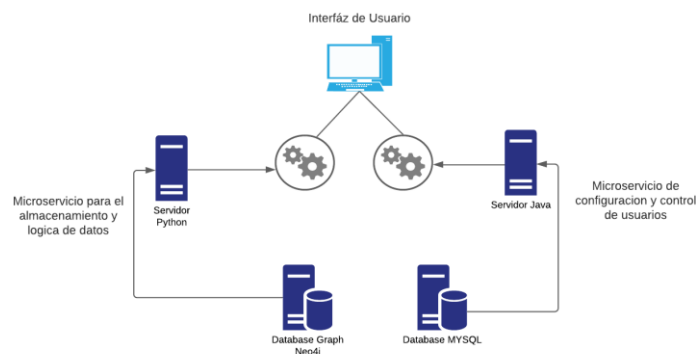


Figura 2. Arquitectura de microservicios.
Nota: Elaboración propia.

Requisitos del sistema

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés) es un lenguaje gráfico estandarizado que permite especificar, visualizar, construir y documentar artefactos que conforman un desarrollo de software. UML proporciona un conjunto de diagramas que facilitan la representación tanto de la estructura estática como del comportamiento

dinámico de los sistemas, permitiendo modelar clases, relaciones, procesos, interacciones y la arquitectura general del software. Su uso contribuye a mejorar la comprensión del sistema, la comunicación entre los involucrados en el proyecto y la calidad del diseño, al ofrecer una visión clara y coherente del funcionamiento y la organización del sistema antes y durante su implementación. (Bueno, 2022).

Para este trabajo de investigación se realizó un análisis de los nueve modelos como indica UML, como resultado de este análisis se seleccionaron para este trabajo cinco diagramas, (1) diagrama de clases, que se genera para modelar clases, atributos, operaciones y relaciones entre los objetos de cada microservicio, (2) diagrama de casos de uso, para modelar el comportamiento y las interacciones de los actores del sistema, (3) diagrama de secuencia, para la representación de los eventos de orden cronológico de los algoritmos de búsqueda, (4) diagrama de componentes, para mostrar la cantidad de componentes utilizados, así como las interacciones entre ellos en el funcionamiento del sistema, (5) diagrama de despliegue, para mostrar la arquitectura de implementación y ejecución del sistema de grafos. El sistema cuenta con ocho requerimientos funcionales como se observa en la figura 3.

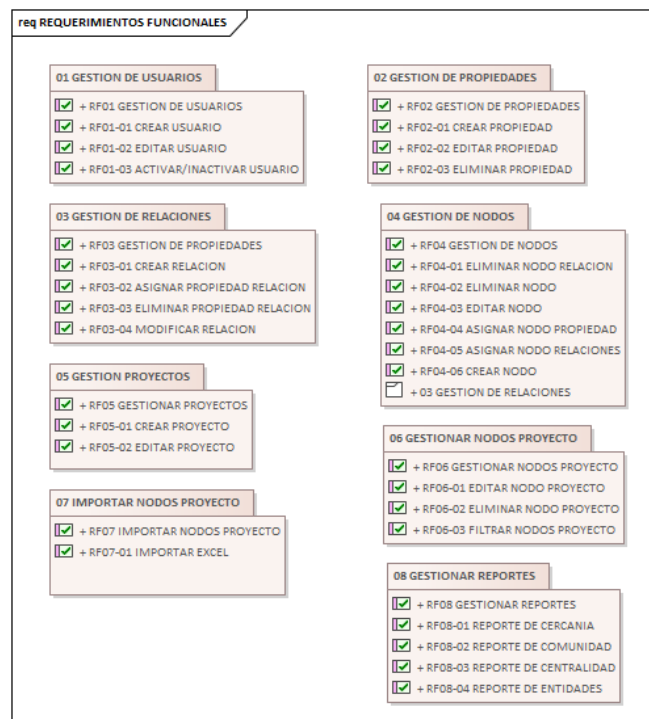


Figura 3. Requisitos funcionales.
Nota: Elaboración propia.

Diseño del microservicio de configuración

Como se muestra en la figura 4, el microservicio de configuración, representa la lógica de autenticación que se encarga de otorgar acceso y brindar seguridad a las peticiones HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*, Protocolo de Transferencia de Hipertexto) que el cliente realiza (Taibi & Lenarduzzi, 2023), además de definir la estructura de datos mediante catálogos, que mantienen una orden firme en la creación de nodos y propiedades, evitando información duplicada dentro de la estructura de la base de datos orientada a grafos.

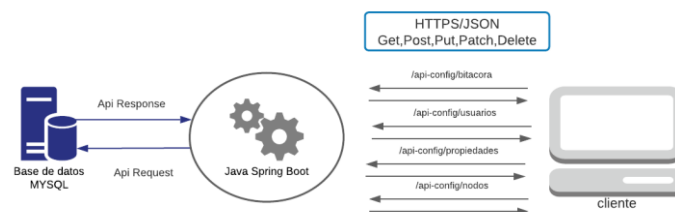


Figura 4. Diagrama de peticiones microservicio de configuración.

Nota: Elaboración propia.

Diagrama de componentes

El diagrama de componentes se utilizó para desplegar información acerca de las relaciones entre los diferentes componentes que conforman el microservicio (Meza, 2024), mediante una vista estática en la que se muestran componentes físicos y lógicos.

Diagrama de componentes microservicio de configuración

La figura 5, muestra la relación de conexión que existe entre los tres componentes principales del sistema tales como un servidor web, que representa la capa de presentación encargada de la difusión gráfica de información para los usuarios finales, un servidor de configuración, que representa la lógica de negocio, encargado del procesamiento de información y de la gestión de catálogos y un servidor de base de datos como gestor de almacenamiento para la persistencia de datos y arquitectura de los proyectos.

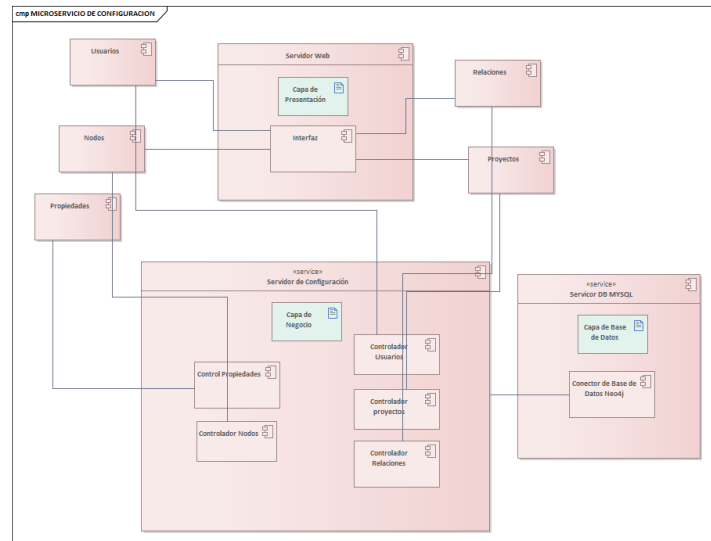


Figura 5. Diagrama de componentes microservicio de configuración.

Nota: Elaboración propia.

API REST Microservicio de configuración

La comunicación al servicio de configuración se realizó mediante el protocolo *HTTP*, por medio de una *Url* (*Uniform Resource Locator*, Localizador Uniforme de Recursos), que responde a las peticiones en formato *JSON* (*Java Script Object Notation*, Formato ligero de intercambio de datos), (Tuyishime, 2024).

El microservicio se compone de cinco módulos principales que brindan seguridad y estructura a la información de la siguiente manera: módulo de usuarios, módulo de nodos, módulo de propiedades, módulo de relaciones y módulo de proyectos.

Gestión de nodos

Las entidades nodos, propiedades y relaciones, comprenden el módulo principal del microservicio de configuración, que provee la estructura para organizar un modelo de nodos robusto y flexible, de tal manera que el sistema evolucione de acuerdo con los cambios y necesidades de la información. La gestión de nodos funciona de la siguiente forma como se observa en la figura 6, las entidades mencionadas se relacionan entre sí, para formar una estructura sólida que cumple los requisitos para modelar cualquier grafo, los nodos contienen relaciones y propiedades extendiendo la funcionalidad y herencia.

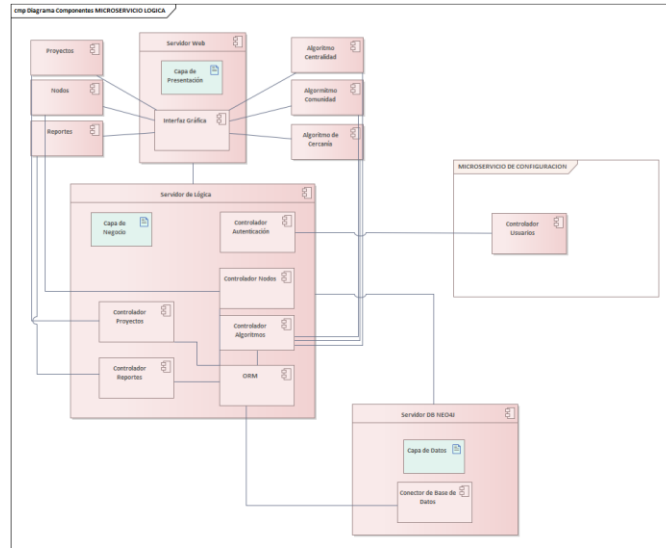


Figura 7. Diagrama de componentes microservicio de lógica.
Nota: Elaboración propia.

Diagrama de clases

El modelo de clases es uno de los más importantes ya que representa la estructura estática del sistema mostrando las clases, atributos, métodos y relaciones entre ellas, en este proyecto nos permite definir la estructura de grafos que se utiliza para la creación de entidades como nodos, relaciones y propiedades, además que cuenta con una entidad general llamada Nodo que contiene n cantidad de propiedades y relaciones que conforman un grafo para trabajar con múltiples relaciones. La entidad Nodo gestiona las siguientes operaciones, crearNodo, eliminarNodo, modificarNodo como se muestra en la figura 8.

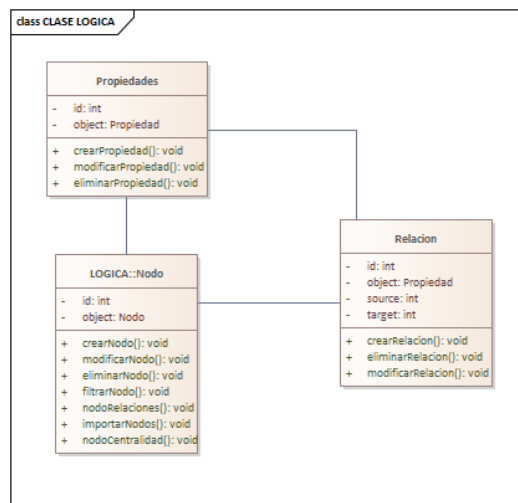


Figura 8. Diagrama de clases microservicio de lógica.
Nota: Elaboración propia.

Con la finalidad de mostrar la estructura y el comportamiento de relaciones y propiedades de los nodos, en la figura 9, se presenta un diagrama de entidades como Nodos y Relaciones que existen entre estos, describiendo en el grafo las entidades de tipo Persona Física y Persona Moral, entre las cuales existe una relación de tipo TRANSFERENCIA que une estos nodos para formar una estructura de transferencias bancarias.

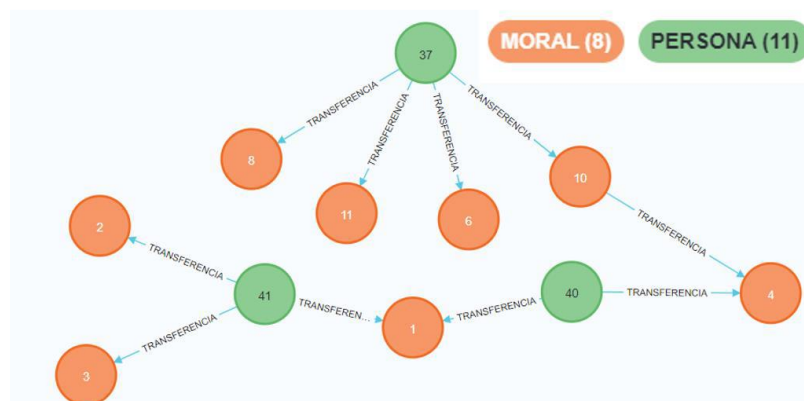


Figura 9. Esquema representativo de base de datos NoSQL Neo4j.
Nota: Elaboración propia.

Algoritmo de centralidad

El algoritmo de centralidad (Díaz, 2022), se utiliza para determinar la importancia de distintos nodos en una red de vínculos y es proporcionado por Neo4j GDS (*Graph Data Science*, Ciencia de Datos basada en grafos) biblioteca de ciencia de datos. La centralidad de grado mide el número de relaciones entrantes o salientes (o ambas) de un nodo, según la orientación de una proyección de relación y se aplica a grafos ponderados o no ponderados, el algoritmo calcula la suma de todos los pesos positivos de las relaciones adyacentes de un nodo, para cada nodo del gráfico.

El algoritmo de centralidad recibe dos parámetros de entrada, como primer parámetro el nombre del grafo, como segundo parámetro un objeto JSON de configuración, en el cual se indica los nodos que se van a analizar, las relaciones que unen estos nodos, las direcciones de las relaciones y los pesos que se quieren añadir para enriquecer el gráfico, retornando como resultado el *id* del nodo, así como la puntuación de centralidad de cada nodo en base a la configuración definida como se muestra en la figura 10.

```
CALL gds.degree.stream(  
  graphName: String,  
  configuration: Map  
) YIELD  
  nodeId: Integer,  
  score: Float
```

Figura 10. Código Cypher algoritmo de centralidad.

Nota: Elaboración propia.

Algoritmo de comunidad Louvain

El algoritmo de comunidad se utiliza para evaluar cómo se agrupan o dividen los grupos que conforman los conjuntos de nodos, así como la tendencia a fortalecerse o dividirse según sea el caso. El método Louvain es un algoritmo para detectar comunidades de nodos en grandes redes, de tal manera que maximiza una puntuación de modularidad para cada comunidad (Nunes, 2023), esto significa evaluar que tan densamente conectados están los nodos dentro de cada comunidad, en comparación con que tan conectados estarían en una red aleatoria.

Al igual que el algoritmo de centralidad, para calcular el número de comunidades se reciben 2 parámetros de entrada, (1) nombre del grafo, (2) configuración del grafo, es decir los nodos de análisis, las relaciones y las propiedades con peso entre estos, el procedimiento almacenado retorna el *id* del nodo, la comunidad a la que pertenece en dato numérico y si existe a un conjunto de comunidades intermedias; es decir, que pertenezca a dos o más comunidades como se muestra en la figura 11.

```
CALL gds.louvain.stream(  
  graphName: String,  
  configuration: Map  
)  
YIELD  
  nodeId: Integer,  
  communityId: Integer,  
  intermediateCommunityIds: List of Integer
```

Figura 11. Código Cypher algoritmo de comunidad.

Nota: Elaboración propia.

RESULTADOS

Las pruebas sobre el sistema de grafos se realizaron en evaluaciones periódicas por analistas de la unidad de trabajo de la Unidad de Inteligencia Financiera que conocen el tema y realizan el análisis en base a cualquier tipo de vínculo que se tenga entre diferentes elementos, los cuales fueron evaluando su funcionamiento y retroalimentando mediante sugerencias de mejora al sistema, así como la evaluación del diseño de la aplicación donde se verificó que la estructura de componentes se adaptara a un entorno que permitiera las actualizaciones para su crecimiento en la arquitectura en cambios futuros.

Los datos utilizados para las pruebas del sistemas son ficticios, los cuales se dividen por dos entidades tales como PERSONAS FÍSICAS y PERSONAS MORALES, como se muestra en la tabla 1, donde se identifican catorce registros, entre los cuales seis son mujeres y ocho hombres, con diferentes domicilios a lo largo del país, además de incluir la actividad fiscal, el nombre y datos únicos de identificación, como el Registro Federal de Contribuyentes (RFC) y la Clave Única de Registro de Población (CURP).

Tabla 1.
Listado de personas físicas (datos ficticios)

Nombre	Edad	Sexo	RFC	CURP	Observaciones	Actividad Fiscal	Domicilio
Maria Rosavet Ancaba Marat	18	Mujer	MARM482798 HZX	MARM482798HZX 546TG	Ninguna	Ninguna	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 200
Jaime Del Carmen Perez Medosa	20	Hombre	MPCJ482798 HZ12	MPCJ482798HZ13 FGDFG	Ninguna	Ninguna	México, Michoacán, Morelia, El Chique, Calle Principal No. 211
Sakshi Ivet Morales Perez	19	Mujer	PMIS482798H ZX1	PMIS482798HZX3 VCBCB	Ninguna	Ninguna	México, Guanajuato, Leon, Cerro Alto Calle Principal No. 222
Caludia Alrex Dominguez Vira	30	Mujer	VDAC482798 HZX	VDAC482798HZX 3GHFGH	Ninguna	Ninguna	México, Zacatecas, Jal, Jalpa Calle Principal No. 233
Juan Del Rio Cabral Rodriguez	60	Hombre	RCRJ482798H ZX	RCRJ482798HZX3 FGHFGB	Ninguna	Servicios profesionales	México, Nuevo León, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2334
Irlanda Garcia Esqueda	18	Mujer	EGI482798HZ X78	EGI482798HZX73D FGHH	Ninguna	Ninguna	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 255
Elsa Rivera Cardona	56	Mujer	CRES482798H ZX	CRES482798HZX3 GHFGH	Ninguna	Tienda de Abarotes	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 276
Martha Meriela Erizo Martinez	45	Mujer	MEMM89083 4HZ	MEMM890834HZ4 5RGR	Ninguna	Tienda de Abarotes	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 277

Jairo Camaro Perez Damaso	45	Hombre	DPCJ78035N UD	DPCJ78035NUDW E44	Delito penal narcotráfico de estupefacientes	Ninguna	México, Zacatecas, Panuco, La Pendencia Calle Principal No. 2177
Javier Ramirez Gonzales Del Rio	46	Hombre	RGRJ45232B H3	RGRJ45232BH3W EF45	Ninguna	Maestro Secundaria	México, Zacatecas, Pinos, El Bordo Calle Principal No. 2718
Anuel Garza Soto	23	Hombre	SGAN34589J SDN	SGAN34589JSDNJ Y89	Ninguna	Proveedor restaurant e	México, Zacatecas, Apozol, Nuevo Mundo Calle Principal No. 2179
Mirel Esquivel Dicora	44	Hombre	DEMI45U98DS KJ	DEMI45U98DSKJH J23	Ninguna	Ninguna	México, Zacatecas, Trancoso, El Pedregal Calle Principal No. 2580
Ricardo Balderas Figuera	39	Hombre	FBRI87393SD CS	FBRI87393SDCSE GE34	Ninguna	Ninguna	México, Zacatecas, Loreto, La Pendencia Calle Principal No. 2815
Adian Casimiro Andores Rimmer	74	Hombre	RIANCASA34 8TY	RIANCASA348TY G568	Ninguna	Empresario GYM	México, Zacatecas, Panuco, La Chiquilla Calle Principal No. 2825

Como se observa en la tabla 2, dentro de la información se identifican diecisiete personas morales, con los siguientes datos: razón social, actividad fiscal, RFC y domicilio.

Tabla 2.
Listado de personas morales (datos ficticios)

Razón Social	Actividad Fiscal	RFC	Domicilio
ACEROS INOXIDABLES DEL NORTE SA DE CV	Edificios	DFVFD44533R 3R11	México, Puebla, Puebla, Villas, Calle Principal No. 2060
ASESORES Y ADMINIS AGRICOLAS, S. DE R.L. DE C.V.	Ingenieros	DFVFD44533R 3R12	México, Veracruz, Veracruz, Castaños, Calle Principal No. 2071
WEBESR MENDSOZA	Servicios de hospedaje a través de Internet, mediante plataformas tecnológicas, aplicaciones informáticas y similares	DFVFD44533R 3R13	México, Aguascalientes, Aguascalientes, Asientos, Calle Principal No. 2032
WISDOMAWENAGER, S.C.	Servicio de transporte terrestre de pasajeros a través de Internet, mediante plataformas tecnológicas, aplicaciones informáticas y similares	DFVFD44533R 3R14	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2043

VROZSDNIC, S.A. DE C.V.	Extracción y explotación de minerales estimados sobre todo por su alto contenido de cobre y níquel	SDVD44533R3 R15	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2047
VIBRANT SOCWIETY, S.A. DE C.V.	Elaboración de queso, crema, mantequilla, yogur y otros fermentos lácteos. Incluye también la producción de caseína, lactosa y suero	DVWFD44533 R3R16	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2059
VIAS AEREAS ATIVA, S.A. DE C.V.	Elaboración de cereales, como granola, cereales inflados, en hojuelas, rallados, pre endulzados y recocidos	DFVFD44533R 3R17	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2096
VIYASDNET, S.A. DE C.V.	Confección de ropa (chamarras, sacos, faldas, abrigos) de cuero, piel y materiales sucedáneos	DFVFD44533R 3R18	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 3207
LIMPIEZA, S. DE R.L. DE C.V.	Comercio al por menor de artículos para la limpieza	DFVFD44533R 3R19	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2108
DENTAL, S. DE R.L. DE C.V.	Fabricación de equipo y aparatos para uso médico, dental, para laboratorio y de máxima seguridad	DFVFD44533R 3R20	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2069
GRUPO GOLDEN CAR S.A. DE C.V.	Cajas de ahorro popular	DFVFD44533R 3R21	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2170
ARCADES DEL RIO S.A. DE C.V.	Construcción de presas, represas y bordos para almacenamiento de agua	DFVFD44533R 3R22	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2511
GRUPO INMOBILIARIA, S.A. DE C.V.	Colocación de muros falsos y aislamiento	DFVFD44533R 3R23	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2172
GOESSWA EXPORT, S.A. DE C.V.	Construcción de naves y plantas industriales, como plantas químicas, de alimentos, de manufacturas, de fertilizantes, de cemento y de armado	DFVFD44533R 3R24	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2163
MIRAMARES MARISCOS, S.A. DE C.V.	Construcción y/o adquisición de fincas destinadas fines agrícolas o ganaderos	DFVFD44533R 3R25	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2154
GYM GLOBAL S.A. DE C.V.	Administración y supervisión de construcción de vías de comunicación	DFVFD44533R 3R26	México, Guadalajara, Jal, Tlaquepaque, Calle Principal No. 2175

GRUPO GLOBAL CALAM, S.A.
DE C.V.

Construcción de inmuebles para fines comerciales, institucionales y de servicios, como tiendas, almacenes, centros comerciales, restaurantes, oficinas, hospitales

DFVFD44533R
3R27

México, Guadalajara, Jal,
Tlaquepaque, Calle Principal No.
216

Caso de estudio. El caso de estudio presenta información y datos de trabajo recabados de documentos físicos obtenidos a partir de la tipología que apoya a la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF), de manera aleatoria, es decir no se cuenta con una estructura secuencial definida, sin embargo para mantener la privacidad de la información se presentan durante la investigación como "datos simulados", de esta manera se categorizó en tablas con formato csv, mismos que buscan asegurar el proceso de análisis de personas físicas y morales, en base a redes de conexiones de transferencias bancarias que existan entre estas dentro de un periodo definido para realizar la validación de la aplicación desarrollada, que contempla el análisis de información para la detección de lavado de activos.

Diseño del caso de estudio. Para definir el caso de estudio es importante identificar los objetivos específicos del caso en particular a estudiar, lo que permite brindar una alternativa para el análisis de vínculos de información, a través del almacenamiento en grafos, con el propósito de determinar la información con la que se va a trabajar y definir un plan para establecer el método o estrategia de recolocación de datos; para esta investigación los datos se obtuvieron de manera simulada, igualando entidades del mundo real, como personas físicas y morales interactuando a través de una serie de transferencias entre estas.

Caso a estudiar. En el caso de estudio, se generó un evento que contribuya a la evaluación del caso para esta investigación, el sistema de gestión de grafos es evaluado en base a un conjunto de entidades simuladas del mundo real, donde se presentaron las entidades, propiedades y relaciones que formaron parte del almacenamiento de datos para la detección de comunidades, personas centrales y la cercanía que existen entre estas.

Propiedades. Como primera entrada de datos, se registró en el sistema todas las propiedades que se utilizaron para la recolección de información, estas son intercambiables entre las diferentes entidades que existen, como se muestra en la figura 12.

#	Nombre	Tipo de Dato	Acciones
73	nombre	String	EDITAR ELIMINAR
74	edad	Number	EDITAR ELIMINAR
75	sexo	String	EDITAR ELIMINAR
76	domicilio	String	EDITAR ELIMINAR
77	razon_social	String	EDITAR ELIMINAR
78	rfc	String	EDITAR ELIMINAR
79	curp	String	EDITAR ELIMINAR
80	observaciones	String	EDITAR ELIMINAR
81	banco	String	EDITAR ELIMINAR
82	cantidad	Number	EDITAR ELIMINAR
83	fecha	Date	EDITAR ELIMINAR
84	actividad_fiscal	String	EDITAR ELIMINAR
85	tipo_transferencia	String	EDITAR ELIMINAR

Figura 12. Listado de propiedades.
Nota: Elaboración propia.

Relaciones. En el caso de estudio solo existe una relación de tipo TRANSFERENCIA, la cual conecta los nodos existentes, la relación generaliza una transacción bancaria de un nodo a otro con las siguientes propiedades clave-valor: tipo_transferencia, la cual indica si la transferencia se efectuó en efectivo o mediante pago electrónico, cantidad, indica la cantidad de transferencia, fecha, indica la fecha en que se realizó dicha TRANSFERENCIA, como se muestra en la figura 13.

#	Relacion	Propiedades	Acciones
49	TRANSFERENCIA	tipo_transferencia (String) cantidad (Number) fecha (Date)	EDITAR ELIMINAR PROPIEDADES

Figura 13. Listado de relaciones.
Nota: Elaboración propia.

Nodos. Existen dos tipos de entidades (1) *PERSONA FISICA*, que integra las siguientes propiedades: nombre, edad, RFC, sexo, CURP, observaciones y las actividades fiscales que se tienen dadas de alta, (2) *PERSONA MORAL* que integra las siguientes propiedades dentro de su estructura: RFC, razón social, actividad fiscal, como se muestra en la figura 14.

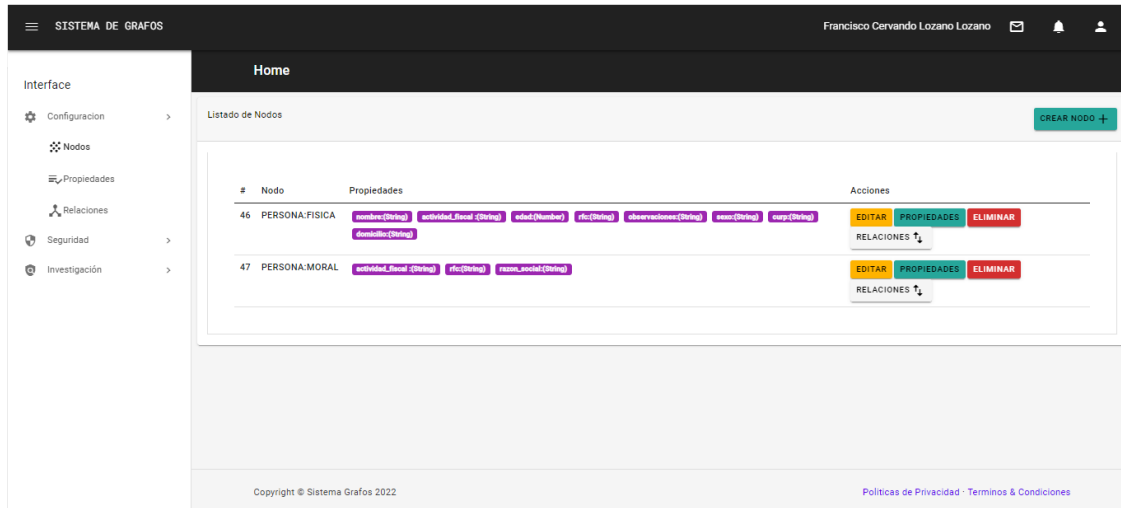


Figura 14. Listado de nodos.
Nota: Elaboración propia.

Visualización del proyecto. La visualización de grafos permite recorrer el grafo y ver la estructura de la red, así como el comportamiento que va teniendo conforme se agrega información adicional relevante, esto permite al analista ver desde un punto de vista diferente como se conecta la información, donde cada entidad es identificada por el tipo de nodo que representan, distinguiéndose por un color diferente que pertenece al grupo de nodos que se especificó anteriormente.

En este contexto los datos cargados se visualizan en formato de grafo a través de una representación gráfica 3D, donde el usuario analista navega a través de los diferentes caminos y la estructura de grafos como se representa en la figura 15, de manera que se puede ver el flujo y dirección de las diferentes transferencias realizadas.

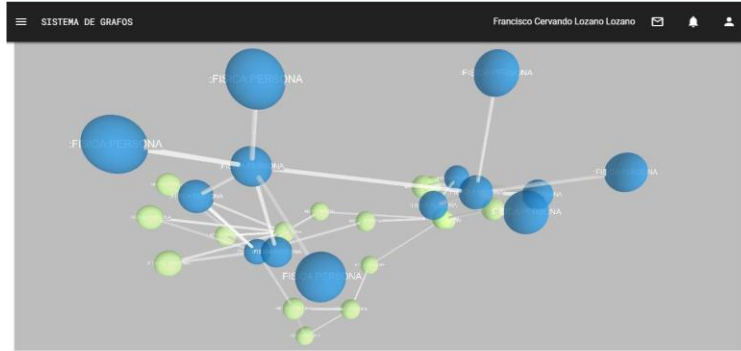


Figura 15. Visualización proyecto 3D.
Nota: Elaboración propia.

Filtrado de nodos. El Ordenamiento DAG (Grafo Acíclico Dirigido) organiza los nodos de un grafo de manera lineal, respetando las dependencias entre ellos a manera de estructura de árbol. Para realizar las búsquedas se aplicaron filtros a los nodos seleccionando una determinada entidad, aplicando diferentes métodos de ordenamiento para visualizar la información en diferentes ángulos corresponden a búsquedas que se realizan en base a la entidad que se selecciona, además de contar con diferentes métodos de ordenamiento para ver desde diferentes ángulos, como se muestra en la figura 16.

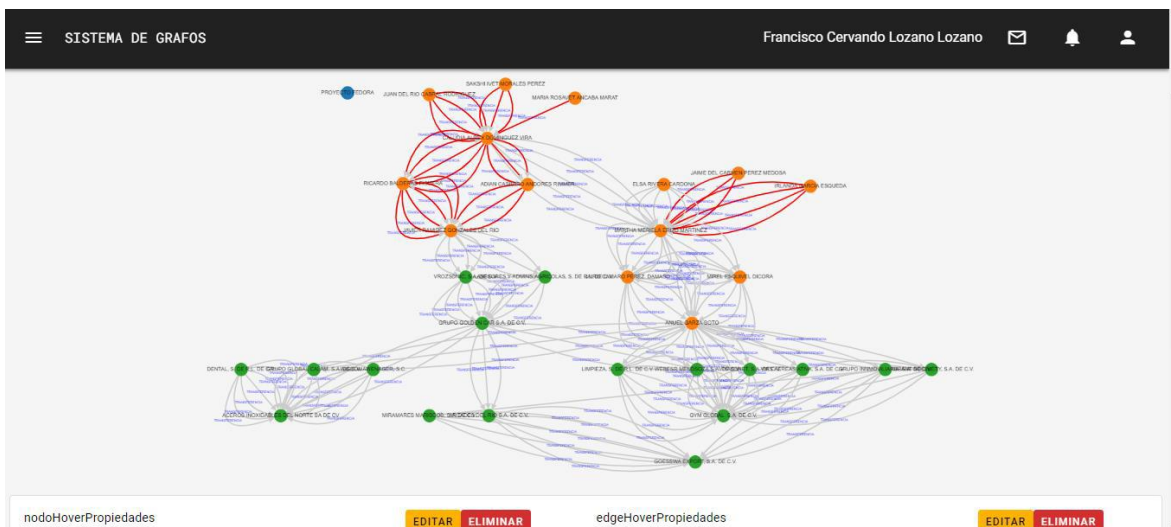


Figura 16. Ordenamiento Dagre.
Nota: Elaboración propia.

El algoritmo *Klay Layered* organiza los grafos dirigidos de manera jerárquica utilizando herramientas de visualización como diagramas de flujo, redes de procesos y sistemas dependientes. En este contexto se organizó el diseño en base a capas, especialmente para diagramas de enlaces de nodos con una dirección, como se muestra en la figura 17.

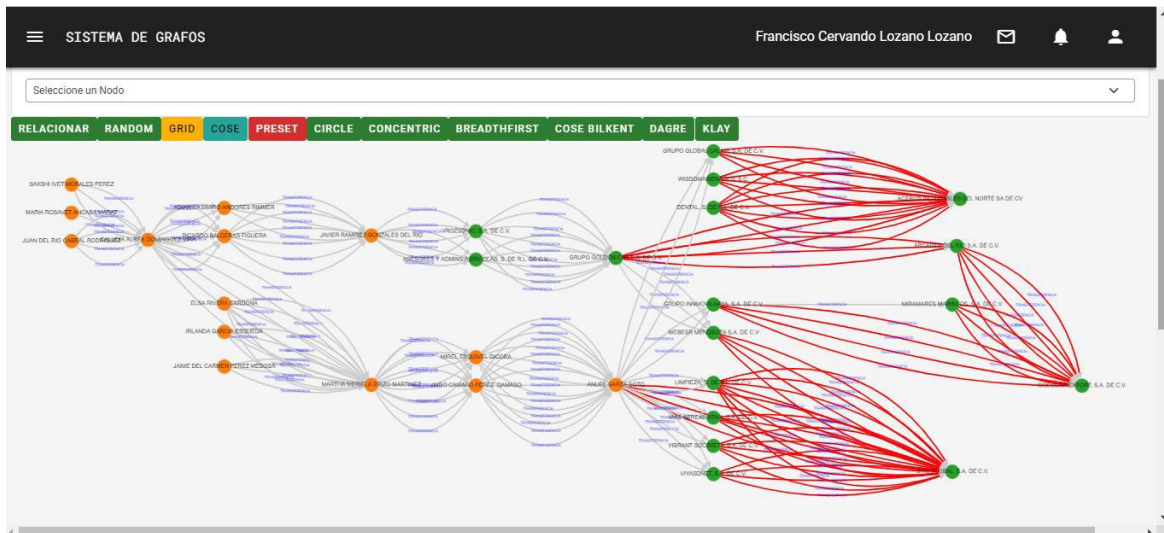


Figura 17. Ordenamiento Klay.
Nota: Elaboración propia.

Posteriormente, mediante el ordenamiento Circle los nodos se colocan de manera uniforme y se distribuyen sobre una circunferencia, y las aristas se dibujan conectando estos nodos estableciendo relaciones que atraviesan con su nodo correspondiente de manera ordenada, como se muestra en la figura 18.

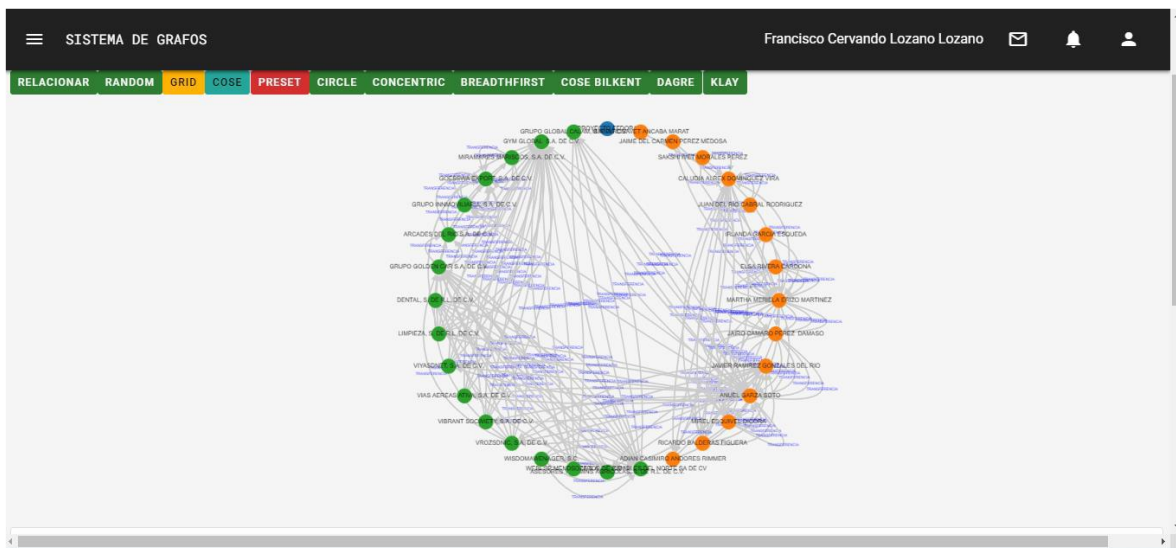


Figura 18. Ordenamiento Circle.
Nota: Elaboración propia.

Análisis de datos. Como se observa, la visualización del grafo es un elemento importante para ver la manera en que se comportan las relaciones y los nodos a su vez, además de resaltar aquellas entidades con más peso dentro de sus relaciones. Ahora bien, un paso

importante para avanzar hacia la aplicación de los algoritmos consistió en definir la estructura y el diseño de los nodos y a su vez ingresar información en la base de datos.

A continuación, se presenta una tabla comparativa general de la evaluación del sistema. Donde se evaluaron dos aspectos importantes, el proceso manual y el proceso automatizado de análisis de información. El objetivo de la tabla comparativa es demostrar el desempeño del sistema en los procesos de gestión de información a través de grafos y la viabilidad del uso de los algoritmos presentados como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.
Comparativo del sistema

Característica Analizada	Descripción	Sistema de Grafos	Proceso de Análisis Manual
Tiempo de recolección de información	Tiempo de definición de estructura de datos y almacenamiento.	10 MIN -60 MIN	5 DÍAS
Número de actividades	Número de actividades para completar un análisis de personas	1-9 ACTIVIDADES	18 ACTIVIDADES
Número de algoritmos por análisis	Número de algoritmos con los que cuenta para analizar y procesar información.	3 ALGORITMOS	1 ALGORITMO
Recursos humanos	Número de personas, para generar un análisis	1 PERSONA	5 PERSONAS
Tiempo de respuesta	Tiempo de respuesta en arrojar resultados de análisis de algoritmos	1-5 segundos	2 DÍAS
Organización de información	Establece una estructura definida para almacenar y modelar información	SI	NO
Gestión de proyectos	Permite la automatización de múltiples proyectos en diferentes hilos de análisis.	SI	NO
Gestión de reportes en tiempo y forma	Integración de reportes con forme a información actualizada en tiempo real.	SI	NO

En el aspecto a la evaluación de la característica tiempo de recolección de información como se observa en la tabla 3 , el sistema y el usuario analista tardaron de 10 a 60 minutos en mapear el caso de estudio presentado en la tabla 1, así mismo en comparativa a la forma manual de recopilar la información, se llevó a cabo un tiempo de 5 días hábiles, esto con el motivo de que las inserciones de información se realizaron de forma manual directamente en el código, lo que retardó la manipulación de las entidades de manera ágil.

En cuanto al número de actividades que realizó el sistema para completar el análisis de personas, el sistema realizó de 1 a 9 actividades para responder al análisis solicitado, que en comparación con la forma manual aumenta a 18 actividades definidas para obtener resultados concretos.

El sistema trabaja con 3 algoritmos, de manera que puede cambiar de uno a otro sin afectar el rendimiento de estos, en comparación con la forma manual de generar los algoritmos, para cada uno se tiene que generar un proceso detallado, anteponiendo que cada algoritmo se tiene que generar por separado.

En el tema de recursos humanos para completar el llenado de información, el sistema necesita solo de una persona de análisis de datos para llevar a cabo todo el proceso, que en comparación con la forma manual se necesita cinco personas, que se dividen a su vez en 3 personas recolectoras de información, 1 persona de estructura de información y 1 persona técnica para inserción y análisis de datos.

El tiempo de respuesta del sistema frente a la ejecución de algoritmos es aproximado de 1 a 5 segundos, que en comparación con el tiempo de ejecución manual tarda aproximadamente hasta 2 días en ejecutar y arrojar resultados legibles.

Considerando que el sistema permite la organización y gestión de información de proyectos a través de una arquitectura definida por el usuario administrador, la dificultad del proceso sin duda genera mejores rendimientos del sistema, que en comparación con la forma manual, se tienen que hacer actividades muy técnicas y variadas para llegar a un resultado concreto con un 100% de dificultad; añadiendo a esto la generación de reportes en tiempo y forma por parte del sistema, de manera que se integren como evidencia dentro de una carpeta de investigación, conforme incrementa el volumen de ésta.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo evidencian que el uso de bases de datos orientadas a grafos constituye una alternativa efectiva para la gestión y el análisis de información relacionada con el lavado de dinero. La implementación del sistema permitió representar de manera estructurada las relaciones entre personas físicas y morales, facilitando la identificación de patrones de comportamiento y vínculos relevantes que resultan difíciles de detectar mediante enfoques tradicionales. Asimismo, el almacenamiento de la información en estructuras de grafos demostró ser especialmente útil en el contexto gubernamental, al favorecer la visualización de comunidades y la detección de entidades con alta relevancia dentro de la red de transacciones analizadas. Por otro lado, la arquitectura basada en microservicios aportó flexibilidad y escalabilidad al sistema, permitiendo su adaptación ante futuras expansiones o modificaciones. En conjunto, estos resultados sugieren que la integración de tecnologías web, arquitecturas distribuidas y análisis de grafos puede fortalecer significativamente los procesos de análisis y seguimiento de entidades vinculadas al lavado de activos.

CONCLUSIONES

Una vez desarrollado el sistema, se demostró la funcionalidad en base a un caso de estudio simulado, los resultados obtenidos arrojan que la aplicación cumple con los objetivos establecidos, es decir, con base al análisis de entidades y la aplicación de algoritmos se detectan comunidades de datos existentes, centralidad de entidades analizadas y cercanía que existen entre estas.

En este contexto se logró implementar satisfactoriamente un sistema web de análisis a personas físicas y morales como entidades, mediante una arquitectura orientada a microservicios que permite adaptabilidad y crecimiento en expansiones futuras, haciendo uso de las estructuras de grafos para almacenar y procesar las entidades y relaciones definidas.

Por lo tanto, la adopción de la arquitectura a través de estructuras de grafos reflejada en este sistema permite y facilita coadyuvar en las investigaciones gubernamentales como dato de prueba, a la altura de la compleja búsqueda y detección del delito.

REFERENCIAS

- Johannessen, F., & Jullum, M. (2025). *Finding money launderers using heterogeneous graph neural networks*. *The Journal of Finance and Data Science*, 11, 100175. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2025.100175>
- Johannessen, F., & Jullum, M. (2025). *Finding money launderers using heterogeneous graph neural networks*. *The Journal of Finance and Data Science*, 11, 100175. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2025.100175>
- Unidad de Inteligencia Financiera. (2023, diciembre 7). *La Unidad de Inteligencia Financiera presenta la Evaluación Nacional de Riesgos de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo 2023* (Comunicado No. 11/2023). Gobierno de México
- Lima, C. R. C., Carr, C. N., Margarido, J. J. P., & Silva, R. D. (2023). *The incremental model in software development: A structured and interactive way to deliver quality products*. *Research, Society and Development*, 12(4), e7512440934. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i4.40934>
- Reddy, A. S. (2024). *A systematic review of software development methodologies and their application in Agile and DevOps environments*. *Journal of Recent Trends in Computer Science and Engineering*, 12(5), 50–54. <https://jrtcse.com/index.php/home/article/view/JRTCSE.2024.5.7>
- Bueno, L. I. L. (2022). Un lenguaje de modelo de objetos. *Dialnet*, 7 (1), 25–29.
- Meza, R. A. (2024). Formal thinking, a determining factor in the teaching of class design under UML in programming. *Revistas Milpa Alta TecNM*, 7 (2).
- Tuyishime, A., Basciani, F., Cánovas Izquierdo, J. L., & Iovino, L. (2024). *Dynamic Provisioning of REST APIs for Model Management*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2406.17176>.
- Díaz, M. A., & Grass, B. D. (2022). A new framework for centrality on multilayer networks. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*.
- Nunes, M., Silva, T., & Lopes, A. (2023). *Community detection in complex networks using the Louvain algorithm: Applications and performance analysis*. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 625, 128998. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2023.128998>
- Taibi, D., & Lenarduzzi, V. (2023). *Microservices Architecture: Principles, Benefits and Challenges in Modern Software Systems*. *IEEE Access*, 11, 74215–74230. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3291456/>