

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO DE LIQUIDEZ EN EL SECTOR SOLIDARIO COLOMBIANO

INFORMATION SYSTEM FOR THE QUANTIFICATION OF LIQUIDITY RISK IN THE COLOMBIAN SOLIDARITY SECTOR

M. Andrea Arias-Serna, Jaime A. Echeverri-Arias, Diego A. Hernández-Varela

marias@udem.edu.co, jaecheverri@udem.edu.co, dieherna@hotmail.com

Facultad de Ingenierías, Universidad de Medellín, Carrera 87 N° 30 - 65 Medellín - Colombia.

DOI:

Resumen: En este artículo se presenta el análisis, diseño e implementación del sistema de información denominado "IRL" que calcula el indicador de riesgo de liquidez, el cual está desarrollado según los requerimientos de la Superintendencia de la Economía Solidaria Colombiana. La plataforma implementada cuantifica el riesgo de liquidez, identifica alertas tempranas con el fin de mitigar la materialización de este riesgo y facilita la ejecución del plan de contingencia de riesgo de liquidez. Para el desarrollo del sistema se diseñó una arquitectura basada en microservicios, destacando la posibilidad de que cada microservicio implementado se encargue de una única parte de la funcionalidad del sistema, otorgando propiedades como la independencia, el escalamiento y la facilidad en el mantenimiento.

Palabras-clave: XQuery; Microservicios; Arquitectura de Software; Indicador de Riesgo de Liquidez; Riesgo financiero.

Abstract: This article presents the analysis, design and implementation of the information system called "IRL" that calculates the liquidity risk indicator, which is developed according to the requirements of the Superintendency of the Colombian Solidarity Economy. The implemented platform quantifies liquidity risk, identifies early warnings to mitigate the realization of this risk, and facilitates the implementation of the liquidity risk contingency plan. For system development, a microservices-based architecture was designed, highlighting the possibility of each microservice implemented taking care of a single part of the system's functionality, providing properties such as independence, scaling, and ease of maintenance.

Keywords: XQuery; Microservices; Software Architecture; Liquidity Risk Indicator; Financial risk.

1. Introducción

A través de los acuerdos de Basilea los gobiernos pertenecientes al G10 han emitido recomendaciones sobre regulación bancaria, las cuales son adoptadas a través de los entes de control en los diferentes países a nivel mundial, estableciendo lineamientos para regular las actividades financieras. Uno de estos lineamientos son las reglas relativas al sistema de administración del riesgo de liquidez del acuerdo de Basilea III, que surge como respuesta a la crisis financiera internacional y por ende busca que las entidades financieras se enfoquen principalmente en la generación de reservas de capital.

La liquidez juega un papel muy importante en las instituciones financieras y la carencia de esta liquidez tiene efectos perjudiciales, que incluso pueden llevarlas a la quiebra. En casos extremos las instituciones deben tomar recursos del capital de la empresa para afrontar sus deudas. La falta de liquidez se puede definir como no contar con los recursos suficientes para hacer frente a las obligaciones de corto o largo plazo (Parada Martinez, 2015).

La iliquidez en una sola entidad financiera puede tener repercusiones en el sector financiero, porque desencadena en la desconfianza y la falta de credibilidad de los clientes, dificultando así la captación de recursos para cubrir los descargos de liquidez, afectando la estabilidad financiera en grandes proporciones, el incumplimiento en la entrega de los recursos aportados por los ahorradores y asociados y el incumplimiento en los pagos a terceros, que conllevan a la generación de un riesgo sistémico en el sector Financiero (García Castro, 2015).

En el presente artículo se propone dar solución a la necesidad de establecer, renovar y modernizar la información respecto a la normativa que envuelve y supervisa el riesgo de liquidez para el sector vigilado por la Superintendencia de la economía solidara colombiana (S.E.S); es por ello que, mediante la cuantificación del Indicador de Riesgo de Liquidez (IRL) como herramienta de medición de la posición de liquidez de las entidades del sector, se pretende proporcionar la aplicación y actualización de la norma a través del modelo estándar propuesto en esta, teniendo en cuenta sus variables de afectación, igualmente, se procura adaptar la norma actual a situaciones y manejos propios de cada negocio, puesto que al ser una metodología implementada bajo un nuevo marco normativo establecido por la S.E.S, algunos de los métodos inmersos en su cálculo pueden modificarse o mejorarse de forma tal que este sea más preciso y eficiente.

El software está construido a partir de una aplicación WEB con una arquitectura orientada en microservicios. Para el diseño y construcción de la GUI se usó el

Framework AngularJS, el cual realiza las interacciones con el servidor, este cuenta con un desarrollo en lenguaje Java con Spring Web para así garantizar una capa intermedia que se encarga de controlar las operaciones entre la interfaz y la base de datos de los usuarios. (Brad Green, 2013).

En la actualidad evidenciamos evoluciones tecnológicas que nos hacen replantear la forma tradicional de hacer las cosas, el incremento en las velocidades de navegación en la WEB, la seguridad para ejecutar servicios almacenados y en la mayoría de los casos procesados localmente pone de manifiesto nuevos mecanismos de desarrollo de software y el uso de nuevos estilos de organización, la arquitectura de microservicios permite afrontar los nuevos desafíos para atender altas demandas en cuanto a escalabilidad y mantenimiento de proveedores de servicios en línea. En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema que permite cuantificar el valor del IRL usando una construcción arquitectónica del mismo orientada por microservicios.

El resto del artículo esta organizado como se describe a continuación, en la sección 2. Se especifica la metodología para la cuantificación del riesgo de liquidez. En la sección 3. Se presenta la descripción de la tecnología implementada “IRL”, en la sección 4. Se describen las funcionalidades del sistema, en la sección 5 se realiza un análisis de los resultados obtenidos del aplicativo y en la última sección de presentan algunas conclusiones.

2. Metodología estándar de medición del riesgo de liquidez

La Superintendencia de la Economía Solidaria Colombiana (S.E.S), define la metodología para la cuantificación de Indicador de riesgo de liquidez (IRL), el cual permite estimar el colchón de activos líquidos requerido por las organizaciones solidarias para cubrir los requerimientos de flujo de caja en diferentes horizontes de tiempo, generados por la materialización de eventos de riesgo de crédito, mercado, operativos, entre otros que pueden afectar las entradas como las salidas de efectivo de las organizaciones solidarias (Superintendencia de la Economía Solidaria, 2020).

El resultado del indicador de riesgo de liquidez-IRL representa la proporción en la cual la entidad es capaz de cubrir sus salidas totales con sus ingresos totales y corresponde al cociente entre los activos líquidos netos (ALN), entradas netas de efectivo y el valor absoluto de las salidas netas de efectivo acumuladas hasta la respectiva banda de tiempo, dicho indicador, refleja el grado en que los activos líquidos netos y los ingresos cubren las salidas proyectadas por la organización solidaria y está definido por:

$$IRL_{ct} = \frac{ALN + IE_{ct}}{SEC_{ct} + SENC_{ct}}$$

Donde

IRL_{ct} = IRL para cada banda acumulada.

ALN = Activos líquidos netos.

IE_{ct} = Entradas netas de efectivo para cada banda acumulada.

SEC_{ct} = Salidas esperadas contractuales para cada banda acumulada.

$SENC_{ct}$ = Salidas esperadas no contractuales para cada banda acumulada.

Los componentes de la metodología propuesta se detallan a continuación:

Horizonte general de tiempo: El horizonte de cálculo de la posición de liquidez es de noventa (90) días distribuidos en las siguientes cuatro bandas: Primera banda (Día 1 a 15), Segunda banda (Día 16 a 30), Tercera banda (Día 31 a 60), Cuarta banda (Día 61 a 90).

Activos Líquidos Netos (ALN): Los Activos Líquidos Netos están representados en efectivo o en instrumentos a la vista que sirven para cubrir los faltantes netos de recursos, que pueden resultar de la interacción entre las entradas y salidas de fondos. Los Activos Líquidos están conformados por el efectivo, el fondo de liquidez y las inversiones líquidas (inversiones disponibles para la venta en títulos de deuda e inversiones negociables en títulos de deuda).

Ingresos esperados de flujos de recursos (I.E): Las organizaciones deben identificar las variables que generan flujos de entrada de recursos y asignar dichos flujos en cada una de las bandas. Las variables bajo consideración están dadas por: Recaudo de la cartera de créditos, Recaudo de aportes, Recaudos de ahorro contractual, Recaudos de ahorro permanente, Cuentas por cobrar (deudoras patronales).

Salidas de flujos de recursos en el horizonte de cálculo

Las salidas de flujos están conformadas por las Salidas Esperadas Contractuales y las Salidas Esperadas no contractuales, donde:

Salidas Esperadas Contractuales (SEC): las variables a considerar están dadas por: Certificados de ahorro a término – CDAT, Ahorro Contractual, Obligaciones Financieras, Créditos aprobados y no desembolsados, Gastos administrativos, Servicios de Recaudo y remanentes por pagar, Cuentas por pagar.

Salidas Esperadas No Contractuales (SENC): las variables consideradas como salidas no contractuales están dadas por: Salidas depósitos de ahorro ordinario, Salidas de aportes sociales, Salidas de ahorro permanente, Salidas fondos sociales pasivos.

3. Descripción de la plataforma

En la Figura 1 se muestra el diagrama de clases definido para la construcción de la plataforma, en el cual se describen las clases del sistema, sus relaciones, atributos y operaciones en cada clase implementada.

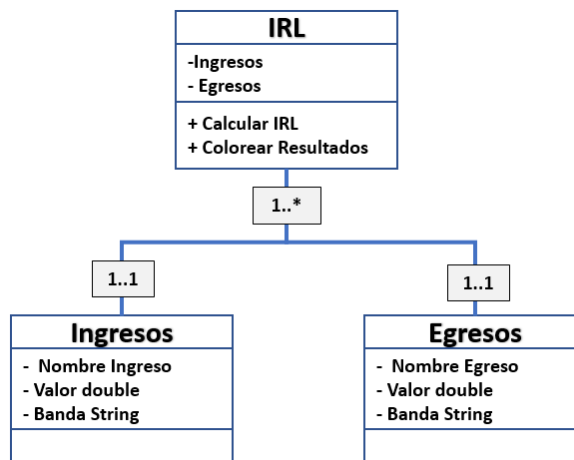


Figura 1. diagramas de clase del sistema
Fuente: elaboración propia

En el diagrama es posible visualizar las relaciones semánticas y las cuantificaciones de estas clases en el sistema, se establece así una arquitectura de software con un estilo de organización estructural de componentes y conectores entre una clase padre denominada IRL, y su relación con los activos líquidos netos, ingresos y egresos. Para la construcción del sistema fue necesaria la descomposición en artefactos simples y bien definidos con una interacción mutua y organizados de una manera eficiente permitiendo una comunicación funcional entre ellos (Cerny Tom, 2018).

Para este sistema se utilizó un estilo arquitectónico ampliamente conocido como son los microservicios. El enfoque de la arquitectura basada en microservicios es relativamente nuevo en lo referente a patrones de arquitectura de software. El microservicio consiste en un conjunto de pequeños servicios independientes, cada servicio se ejecuta en proceso separado, además los servicios pueden comunicarse con algunos mecanismos ligeros, pueden estar escritos en diferentes lenguajes, idiomas y utilizar modelos de datos propios (Dieter, 2011).

Con el uso de los microservicios está clara la escalabilidad del sistema implementado y es posible ejecutar diversas copias de la aplicación, las cuales pueden correr por debajo de un calibrador de carga, adicionalmente se cuenta con la facilidad de comprender, debido a su simplicidad para actualizar e incorporar cambios, de esta manera, cuando sea necesaria la adición de nuevos módulos como los previamente implementados en (Echeverri-Arias, Arias-Serna, & Murillo-Gómez, 20015), (Arias-Serna, Caro-Lopera, & Murillo, 2016) (Arias-Serna, Caro-Lopera, & Castaño, 2017), (Arias-Serna, Guzmán-Aguilar, & Valdez, 2021) o la integración con módulos previamente implementados como los que se pueden consultar en (Akbulut & Perros, 2019).

La adopción de esta figura arquitectónica ha permitido facilidad en la capacitación de nuevos desarrolladores o reemplazar los miembros salientes del equipo. De esta manera cada microservicio se puede desplegar de forma independiente; un cambio en un módulo no afectará a los demás, solo requiere subir ese módulo y actualizar la comunicación necesaria entre cada componente funcional. De otra parte, la lógica de negocio está separada, lo que garantiza la independencia funcional y la facilidad para adicionar mejoras o actualizaciones. (D. Bhamare, 2017).

La Figura 2, presenta el diagrama de paquetes definido en la implementación del sistema, en él se muestran las dependencias entre los paquetes que componen el modelo.

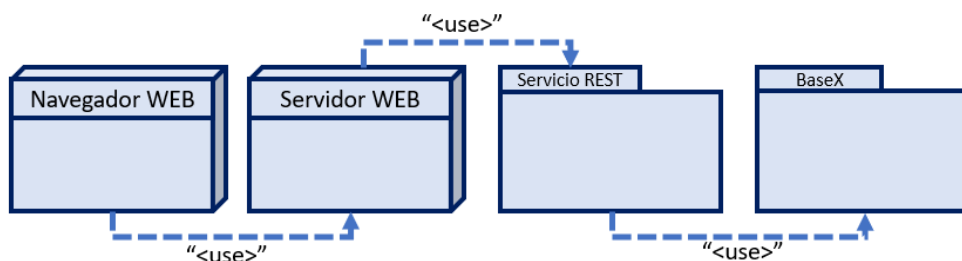


Figura 2. diagrama de paquetes del sistema
Fuente: elaboración propia

En la figura anterior se muestran las agrupaciones lógicas y jerárquicas definidas en el sistema y las dependencias entre esas agrupaciones. La organización presentada permite comprender la coherencia interna dentro de cada paquete, pues de esta forma se agrupan las abstracciones mayores establecidas en el sistema y la manera de minimizar el acoplamiento externo entre los paquetes.

En la Figura 3 se hace una descripción detallada del flujo de información para el cálculo del IRL. Inicialmente se ingresa a una hoja de cálculo previamente diseñada,

para la cual se han implementado una serie de procedimientos que permiten la conversión a dos formatos diferentes, a saber son eXtensible Markup Language (XML) y JavaScript Object Notation - Notación de Objetos de JavaScript (JSON) esto porque las entidades financieras trabajan con plataformas escritas con diferentes lenguajes de programación y almacenan los datos con diferentes gestores de bases de datos o utilizan sistemas con formatos de representación de datos basado en texto, tales como listas ordenadas y parejas pares clave-valor, estas plataformas en la mayoría de los casos requieren intercambio de información entre sistemas y la alimentación a estas plataformas se realiza en alguno de los formatos mencionados. Posteriormente la información se filtra por medio de sentencias en los lenguajes de consulta XQuery y JScript respectivamente facilitando de esta manera la disposición de la información para ser analizada por medio de gráficos de diferente tipo tal como se muestra en la Figura 3 y como se menciona en (Bakshi, 2017).

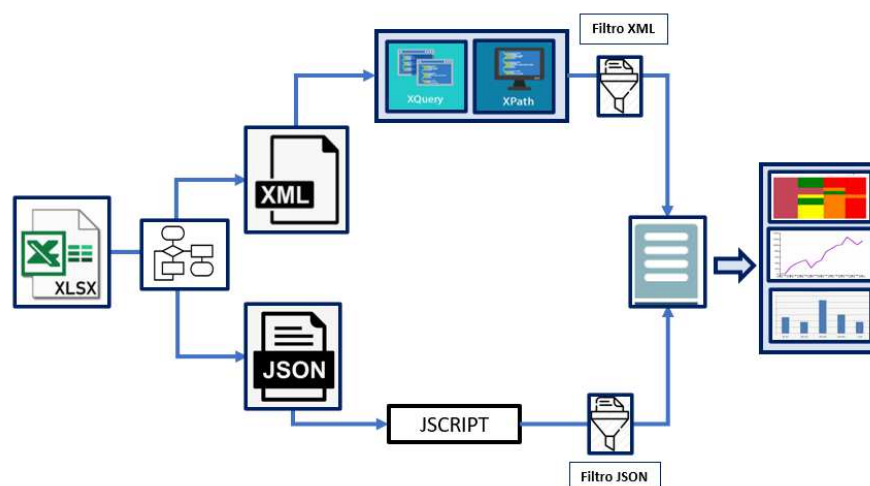


Figura 3. Flujo de información en el Sistema de Información IRL.
Fuente: elaboración propia

El motor de cálculo se escribió en *JAVA* y se comunica con la interfaz de usuario ofreciendo una interfaz de programación *API* (*Application Programming Interfaz*). Está *API* se construyó usando el componente abierto *Jersey*, usando la Implementación de referencia *JAX-RS*. *Jersey* proporciona su propia *API* que amplía el conjunto de herramientas *JAX-RS* con características y utilidades adicionales para simplificar aún más el servicio *RESTful* y el desarrollo del cliente. *Jersey* también expone numerosos *SPI* de extensión para que los desarrolladores puedan extender *Jersey* para que se adapte mejor a sus necesidades.

Para el almacenamiento en base de datos se utiliza *BaseX* que es un motor de base de datos *XML* muy potente y flexible, basado en el estándar *XQuery* 3.1 de la *W3C*. Sirve como un excelente marco para construir aplicaciones web complejas con uso intensivo de datos.

La Figura 4 presenta el diagrama de arquitectura del sistema y los componentes reutilizables empleados:

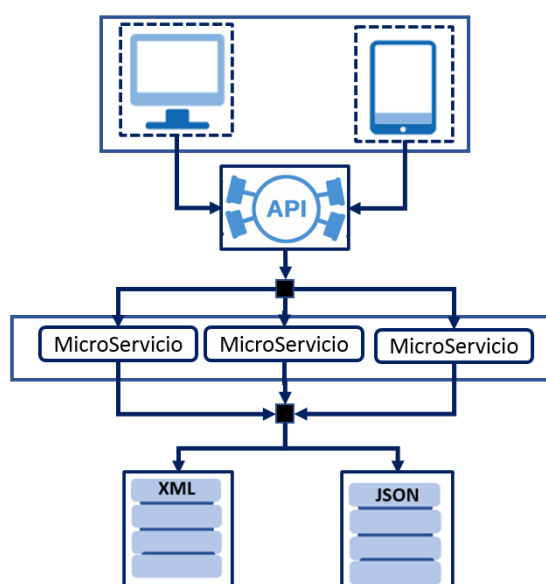


Figura 4. Arquitectura de la aplicación
Fuente: elaboración propia

4. Funcionalidades del Sistema

En este apartado se presentan las funcionalidades del sistema implementado (IRL). Para el ingreso al sistema el usuario debe proporcionar sus credenciales (Login Password) las cuales deben estar previamente registradas en una base de datos. Posterior a la autenticación el usuario parametriza el sistema de acuerdo con el apetito de riesgo definido por cada entidad. En el sistema es posible obtener los totales del IRL, para lo cual es necesario especificar: nombre del nuevo proyecto, mes y año de corte de la información y la fecha. La Figura 5. ilustra el proceso descrito anteriormente.

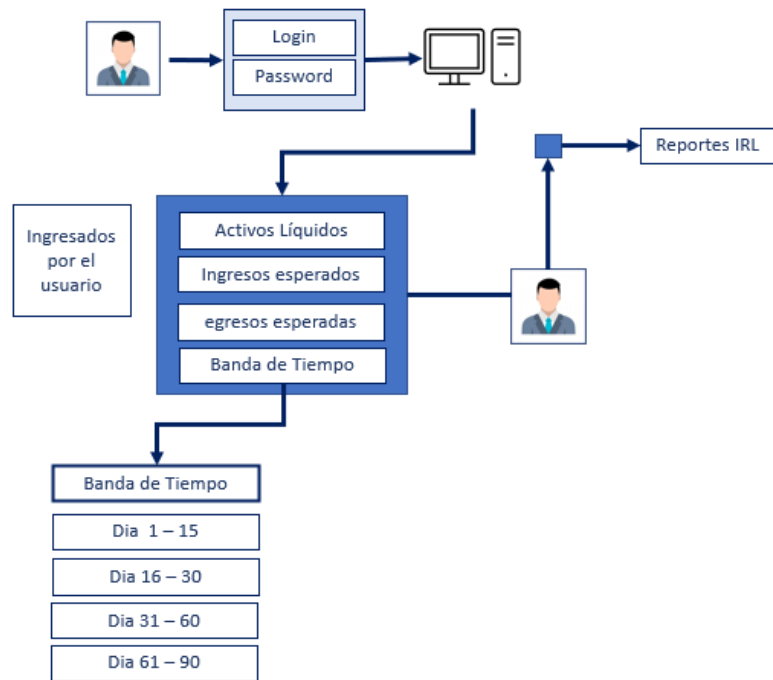


Figura 5. Proceso para el cálculo del IRL
Fuente: elaboración propia

Posterior a la autenticación se ingresa al sistema IRL el cual despliega cinco submenús, a saber: proyectos, señales, IRL, reporte IRL e indicadores, como se observa en la Figura 6.

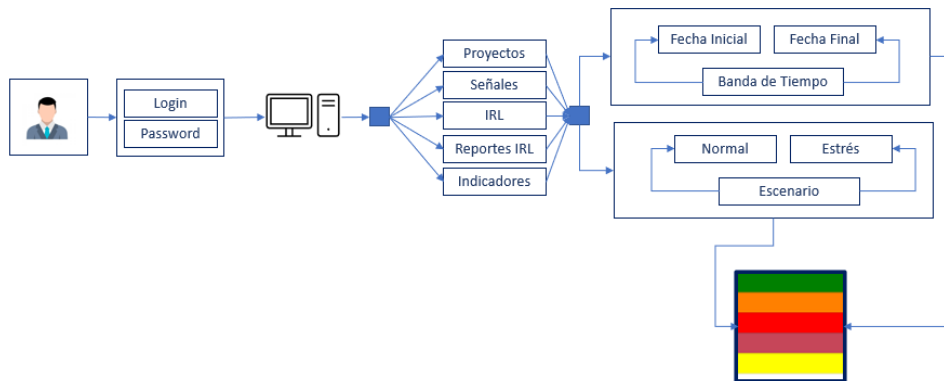


Figura 6. Funcionalidad del Sistema IRL
Fuente: elaboración propia

Finalmente, el aplicativo determina los correspondientes resultados del IRL para cada banda de tiempo y para cada uno de los periodos analizados como se puede observar en la Figura 7.

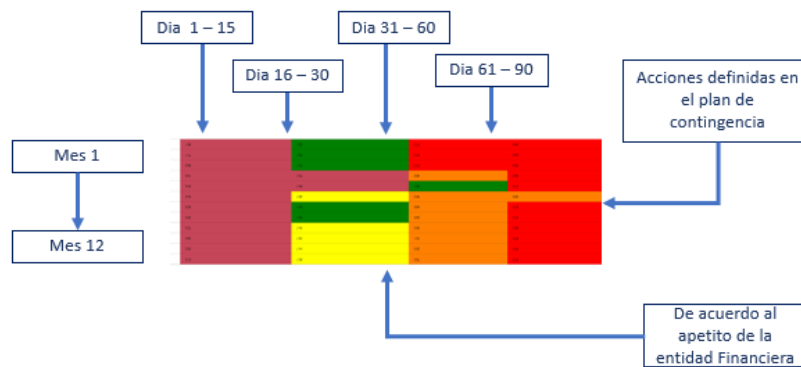


Figura 7. Información obtenida según la parametrización
Fuente: elaboración propia

5. Análisis de los resultados

Como caso de estudio se utilizó la información mensual de enero a diciembre de 2020 de una entidad perteneciente al sector solidario colombiano, cada uno de los meses contiene la información correspondiente a los activos líquidos, los ingresos y las salidas esperadas (contractuales y no contractuales). Con base en la información ingresada en el aplicativo IRL se realiza todo el análisis correspondiente al comportamiento de la liquidez de la entidad.

Inicialmente, la plataforma es parametrizada por parte del usuario según el apetito de riesgo. Bajo dicha parametrización se definen las zonas de riesgo, el rango de valores posibles para el IRL, las acciones a implementar según el valor que toma el IRL y el código de colores de riesgo como se observa en la Figura 8.

Zona de riesgo	Rango Inferior ↑	Rango Superior	Descripción	Color	Acciones
Crítico	0	0.8	Activar plan de contingencia	Rojo	 
Alerta	0.801	0.99999	Aplicar correctivos inmediatos en el IRL.	Naranja	 
Adecuado	1	1.3	IRL adecuado, se hace seguimiento.	Verde	 
Liquidez estable	1.301	1.6	Activar estrategias de mercadeo.	Amarillo	 
Exceso de liquidez	1.601	20	Reevaluar las estrategias de inversión.	Púrpura	 

Figura 8. Parametrización del sistema
Fuente: elaboración propia

Posterior a la parametrización del sistema, el usuario realiza el cargue de la información con el fin de obtener los resultados asociados al IRL. La finalidad de dicho cálculo es apreciar, en qué períodos sobra (exceso de liquidez) o falta dinero (escenario crítico). Como se puede observar en la Tabla 1, de acuerdo con los resultados obtenidos en la plataforma, se evidencia que para el periodo en estudio (año 2020), en la primera banda se cuenta con valores del IRL promedio del 2.29, lo que indica que la entidad cuenta con más del doble de ingresos para cubrir sus egresos, lo que de acuerdo con las escalas definidas en la parametrización representa un exceso de liquidez. Por otro lado, en la segunda banda, se observa que para los meses de agosto y septiembre también se cuenta con exceso de liquidez (IRL 1.65 y 1.67), para los meses de enero, febrero, marzo, abril y julio con liquidez estable (IRL entre 1.35 y 1.56) y mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre con liquidez adecuada (IRL entre 1.05 y 1.3), con lo que se concluye que no existe exposición significativa al riesgo de liquidez porque ni en la primera ni en la segunda banda de tiempo se registró un IRL acumulado inferior a uno (100%). Es importante resaltar que presentar un exceso de liquidez usualmente, afecta las utilidades de la entidad debido a una disminución en los rendimientos de los activos.

En la tercera banda, se observa que el mes de agosto se cuenta con liquidez adecuada (IRL 1.06), para los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y septiembre con alerta de liquidez (IRL entre 0.82 y 1.00) y octubre, noviembre y diciembre con nivel crítico de liquidez (IRL entre 0.72 y 0.79).

En la cuarta banda, se observa que el mes de julio se cuenta con alerta de liquidez (IRL 0.82) y el resto de los meses se cuenta con nivel crítico de liquidez (IRL entre 0.62 y 0.78). Es importante resaltar que cuando se presenta iliquidez usualmente las entidades deben recurrir a préstamos interbancarios con el fin de cubrir dichos faltantes.

Tabla 1. Resultados del IRL obtenidos del aplicativo

	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4
Enero-IRL	2.12	1.35	0.87	0.73
Febrero-IRL	2.32	1.44	0.92	0.78
Marzo-IRL	2.54	1.5	1.00	0.78
Abril-IRL	2.37	1.49	0.89	0.69
Mayo-IRL	2.32	1.3	0.82	0.7
Junio-IRL	2.02	1.24	0.86	0.73
Julio-IRL	2.43	1.56	0.99	0.82
Agosto-IRL	2.43	1.65	1.06	0.74
Septiembre-IRL	2.61	1.67	0.86	0.65
Octubre-IRL	2.68	1.12	0.72	0.62
Noviembre IRL	1.77	1.05	0.75	0.66
Diciembre IRL	1.85	1.23	0.79	0.66

Fuente: elaboración propia

6. Conclusiones

El mercado del desarrollo de aplicaciones informáticas evidencia un ritmo de cambio constante, las empresas de este sector requieren de la adopción de estas nuevas

tecnologías para mantenerse vigentes, la arquitectura basada en microservicios constituye parte de éstas.

En este trabajo se presentó el uso de esta arquitectura para el desarrollo de un sistema para el cálculo del IRL que ofrece un sistema flexible, con la capacidad de hacer cambios de manera relativamente cómoda donde cada microservicio trabaja de manera independiente y toda la funcionalidad esta agrupada en mismo módulo de código.

Con la implementación del aplicativo propuesto se facilita la adopción de la normatividad emitida por la superintendencia de economía solidaria colombiana reflejando el estado actual y de corto plazo de las entidades vigiladas por la superintendencia en mención.

El aplicativo propuesto puede ser adaptado a cualquier entidad del sector financiero, ya que su estructura es completamente parametrizable.

La plataforma desarrollada permite realizar parametrizaciones para incluir el apetito de riesgo, cuantificar el riesgo de liquidez, a partir del cálculo del IRL, identificar alertas tempranas con el fin de mitigar la materialización de este riesgo y facilita la implementación del plan de contingencia de riesgo de liquidez.

Como trabajo futuro, se espera incorporar otras medidas de riesgo como las estudiadas en (Arias-Serna, Caro-Lopera, & Loubes, 2021).

Referencias

- Akbulut, A., & Perros, H. (2019). Performance Analysis of Microservices Design Patterns. *IEEE Internet Comput.*, 19-27.
- Arias-Serna, M. a., Caro-Lopera, F. J., & Loubes, J. M. (2021). Risk measures: a generalization from the univariate to matrix- variate. *Journal of Risk*, 23(4), 1-20. doi:10.21314/JOR.2021.003.
- Arias-Serna, M. A., Caro-Lopera, F., & Murillo, J. (2016). «Information system for the quantification of operational risk in financial institutions. *11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. Gran Canaria.
- Arias-Serna, M., Caro-Lopera, F., & Castaño, D. (2017). Information system for the quantification of financial risk. *de 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. Lisbón.
- Arias-Serna, M., Guzmán-Aguilar, D., & Valdez, D. (2021). Sistema de información para la cuantificación de pérdidas esperadas: Una aplicación en las entidades

del sector solidario colombiano. *Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, E39, 440-460.

- Arora, A., & Kohli, H. K. (2018). Liquidity Risk and Asset-Liability Management: A Comparative Study of Public and Private Sector Banks. *Journal of Applied Finance*, 18-33.
- Bakshi, K. (2017). Microservices-based software architecture and approaches. *2017 IEEE Aerospace Conference. IEEE*, 1-8.
- Cerny Tom, M. J. (2018). Contextual understanding of microservice architecture: current and future directions. *ACM SIGAPP Applied Computing Review* 17(4):, 29-45.
- Chen, Y. K., Shen, C. H., Kao, L., & Yeh, C. Y. (2018). Bank Liquidity Risk and Performance. *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, 395-415.
- D. Bhamare, M. S. (2017). Multi-objective scheduling of micro-services for optimal service function chains. *In 2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, , pages 1–6.
- Dieter, M. H. (2011). "An architectural approach towards the future internet of things, *Architecting the internet of things*. 1-24: Springer Berlin Heidelberg.
- Echeverri-Arias, J., Arias-Serna, M., & Murillo-Gómez, J. (2015). Design of information system for the Liquidity Risk Management in financial institutions. *10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. Portugal.
- García Castro, Á. A. (2015). *Metodología para la Medición del Riesgo de Liquidez en una Cooperativa Financiera*. Medellín: Facultad de Ingenierías - Universidad de Medellín.
- Gonzales Uribe, J., & Osorio Rodríguez, D. E. (2007). Una propuesta para la medición, seguimiento y regulación del riesgo de liquidez en Colombia. *Boletín del CEMLA*, 77-82.
- Osorio Rodríguez, J. E. (2011). *Riesgo de Fondeo, riesgo de liquidez y relación de solvencia en un modelo de espirales de liquidez*. México D.F.: Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.
- Pagliacci, C., & Peña, J. (2017). Una Medida Sistémica del Riesgo de Liquidez. *Revista Monetaria*, 175-218.

- Parada Martinez, J. V. (2015). *Modelos de Riesgo de Liquidez*. México D. F.: Facultad de Ingenierías - Universidad Nacional Autónoma de México.
- Saifuddin Khan, M., Scheule, H., & Wu, E. (2017). Funding liquidity and bank risk taking. *Journal of Banking and Finance*, 203-2016.
- Sánchez Mayorga, X., & Millán Solarte, J. C. (2012). Medición del Riesgo de Liquidez. Una Aplicación en el Sector Cooperativo. *Revista Entramado-universidad Libre de Colombia*, 90-98.
- Superintendencia de la Economía Solidaria. (2020). *Metodología y modelo estándar de medición del riesgo de liquidez para las cooperativas de ahorro y crédito, multiactivas e integrales con sección de ahorro y crédito*. Bogotá: Ministerio de Hacienda y Crédito Público.