



Revista CEA
ISSN: 2390-0725
ISSN: 2422-3182
revistacea@itm.edu.co
Instituto Tecnológico Metropolitano
Colombia

Propuesta de modelo de analítica para flujo de caja en mipymes en Colombia*

 Taborda Blandón, Gabriel Enrique

 Castaño Zuluaga, Brayan Stiven

 Durán Vásquez, Javier Mauricio

 Conto López, Romario

 Reyes Moreno, Enevis Rafael

Propuesta de modelo de analítica para flujo de caja en mipymes en Colombia*

Revista CEA, vol. 10, núm. 22, e2607, 2024

Instituto Tecnológico Metropolitano

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638176083008>

DOI: <https://doi.org/10.22430/24223182.2607>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Artículos de investigación

Propuesta de modelo de analítica para flujo de caja en mipymes en Colombia*

A Cash Flow Analysis Model Proposed for MSMEs in Colombia

Gabriel Enrique Taborda Blandón

Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

gabrieltaborda@itm.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-8067-1490>

Brayan Stiven Castaño Zuluaga

Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

brayancastano257110@correo.itm.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0001-5899-7964>

Javier Mauricio Durán Vásquez

Grupo NEX, Colombia

javierduran@gruponex.co

 <https://orcid.org/0000-0003-0152-0529>

Romario Conto López

Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

romarioconto@itm.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-9944-137X>

Enevis Rafael Reyes Moreno

Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Colombia

erreyes@sena.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-4145-1898>

Revista CEA, vol. 10, núm. 22, e2607,
2024

Instituto Tecnológico Metropolitano

Recepción: 12 Diciembre 2022
Aprobación: 29 Noviembre 2023

DOI: [https://doi.org/
10.22430/24223182.2607](https://doi.org/10.22430/24223182.2607)

Resumen: Objetivo: Proponer un modelo de analítica de datos para contribuir al seguimiento del flujo de caja que apoye el sostenimiento de las mipymes.

Diseño/metodología: Se llevó a cabo una caracterización de los procesos de flujo de caja en las mipymes colombianas mediante la construcción de un estado del arte y del análisis descriptivo de datos obtenidos a partir de una encuesta.

Resultados: Se ha determinado que la adopción del control de flujo de caja en las mipymes colombianas no es tan frecuente como sería recomendable, considerando su baja tasa de supervivencia. Adicionalmente, se observó que la implementación de este control raramente se realiza utilizando software especializado. En cuanto a los modelos de análisis predictivo examinados, el modelo de bosques aleatorios demostró ser el más eficaz, con una precisión del 76.67, una sensibilidad del 83.33 y una especificidad del 70. En relación con los modelos de análisis descriptivo y diagnóstico, se han desarrollado propuestas de análisis que se adaptan a la naturaleza y disponibilidad de la información a reunir de las mipymes colombianas.

Conclusiones: El uso de herramientas informáticas del tipo de analítica de datos puede contribuir a la mitigación de riesgos de iliquidez y de insolvencia de las empresas, ya que les ofrece a los emprendedores una visualización de información del flujo de caja en diversos escenarios, una proyección de posibles periodos de déficit o superávit y un apoyo para una mejor toma de decisiones de operación, inversión y financiación.

Originalidad: En estados del arte, realizados entre 2012 y 2022, no se encontraron resultados significativos relacionados específicamente al área de analítica predictiva aplicada al flujo de caja, y ninguno similar al modelo de analítica sobre flujo de caja propuesto en este manuscrito, el cual busca reducir la cantidad de mipymes que

quiebran Colombia debido al desconocimiento de su información financiera y la falta de apoyo en la toma de decisiones.

Palabras clave: mipymes, flujo de caja, analítica predictiva, analítica diagnóstica, analítica descriptiva, **Clasificación JEL:** M10, M41, C63.

Abstract: Purpose: To propose a data analytics model that can be used to monitor the cash flow and support the survival of MSMEs.

Design/methodology: The cash flow processes at Colombian MSMEs were characterized based on a state-of-the-art review and a descriptive analysis of data obtained from a survey.

Findings: It was determined that the adoption of cash flow management by Colombian MSMEs is not as frequent as it would be advisable considering their low survival rate. Additionally, it was observed that this kind of management is rarely implemented using specialized software. Predictive analysis models were examined, and the random forest model proved to be the most effective, with an accuracy of 76.67%, a sensitivity of 83.33%, and a specificity of 70. In relation to the descriptive and diagnostic analysis models, other authors have developed analysis proposals that can be adapted to the nature and availability of the information that can be collected about Colombian MSMEs.

Conclusions: Data analytics software can contribute to mitigating the illiquidity and insolvency risks of these enterprises because it offers entrepreneurs a general overview of cash flow information in different scenarios, a projection of possible deficit or surplus periods, and support for better operational, investment, and financing decision-making.

Originality: In the state-of-the-art review, which covered from 2012 and 2022, few studies specifically about predictive analytics applied to cash flow were found, and none of them presented a cash flow analysis model similar to the one proposed in this paper—which seeks to reduce the number of bankrupt MSMEs in Colombia due to lack of knowledge of their financial information and decision-making support.

Keywords: MSMEs, cash flow, predictive analytics, diagnostic analytics, descriptive analytics, **JEL classification:** M10, M41, C63.

Highlights

- Las mipymes son relevantes en la construcción de tejido empresarial y la generación de empleo.
- La baja valoración del flujo de caja conlleva a la desaparición temprana de las mipymes.
- El uso de herramientas TIC es fundamental para la toma de decisiones con respecto al flujo de caja.
- Las mipymes deben establecer un modelo de analítica de datos para mitigar el riesgo de iliquidez y de insolvencia.

Highlights

- MSMEs are relevant for the construction of a business sector and job creation.
- Limited cash flow analysis leads to an early death of MSMEs.
- Using computer tools is essential to make decisions regarding cash flow.
- MSMEs should establish a data analytics model to mitigate their risk of illiquidity and insolvency.

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de dos décadas, las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) han contribuido al desarrollo económico y la generación de empleo en Latinoamérica (Dela Cruz et al., 2023); por ello, se han dirigido esfuerzos significativos a la creación, sostenibilidad y crecimiento de este tipo de negocios. Además, se destaca que, para el año 2000, las mipymes representaban más del 95% del total de empresas establecidas y generaban más del 85% del empleo total en la mayor parte de los países que conforman la región (Banco Interamericano de Desarrollo, 2000).

Dentro de este panorama, Colombia no es la excepción, pues actualmente las cifras presentadas en el informe de «Dinámica de creación de empresas en Colombia» muestran que «entre enero y marzo de 2021 se crearon 96.431 unidades productivas, 9.3% más que en el mismo periodo de 2020, cuando se crearon 88.248. Del total de unidades registradas, 75.4% corresponden a personas naturales y 24.6% a sociedades» (Confecámaras, 2021). Los resultados para octubre del 2022 se muestran en la Figura 1.

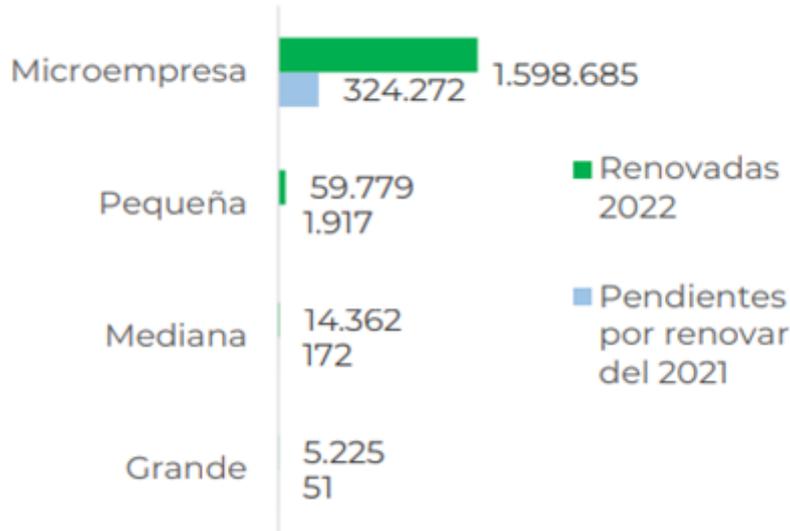


Figura 1

Empresas activas por tamaño

Figure 1. Active companies classified by size

Nota. «Las microempresas componen el 95.9% del tejido empresarial a octubre de 2022. Las pequeñas empresas representan el 3.1%. Las medianas y grandes empresas son el 0.7% y el 0.3% del total nacional de empresas, respectivamente» (p. 9).

Fuente: Oficina Estudios Económicos, (2022).

En cuanto a la relación de ocupación por tamaño de empresa (ver Figura 2), para octubre del 2022 en Colombia las mipymes poseían 17.1 millones de empleados, y las grandes empresas 5.0 millones, lo cual implica que las mipymes cuentan con el 77.38% de los empleados del país. En América Latina, por su parte, la participación en el empleo formal es más del 60%, mientras que en la Unión Europea el aporte alcanza el 69.4% (Dini y Stumpo, 2020); de allí se concluye que la importancia de este tipo de negocios se refleja en el ámbito global. Otro factor social relevante de la empleabilidad de las mipymes, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, es que estas tienden a contratar, en buena cantidad, a trabajadores de sectores vulnerables de la sociedad, como son mujeres y jóvenes, además de ofrecer empleo formal a las personas de zonas rurales (Martínez Vargas et al., 2022, p. 62).

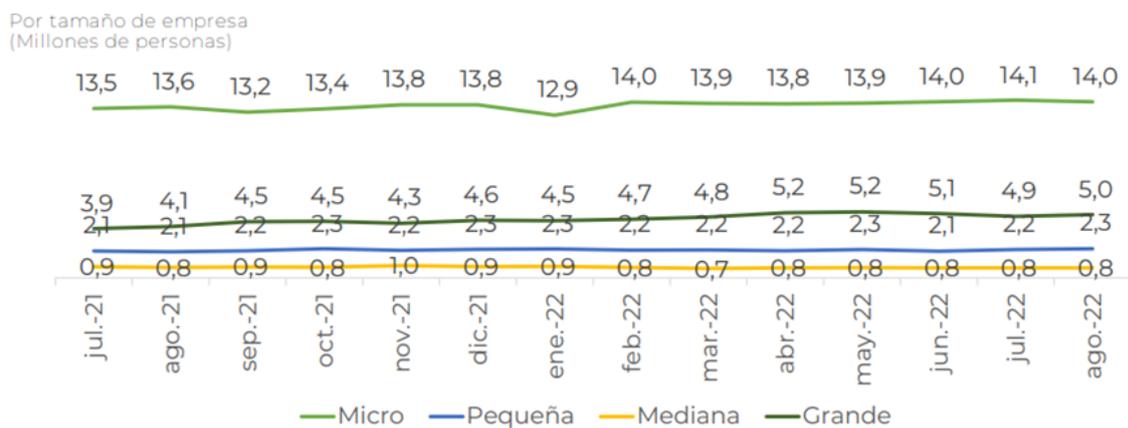


Figura 2

Evolución de los ocupados totales

Figure 2. Total number of employees over time

Nota. «En agosto de 2022, el número de ocupados aumentó con respecto al mismo mes del año anterior un 7.7%. En las microempresas el número de ocupados aumentó 3.1%, en las empresas pequeñas un 11.9% y en las grandes un 23.3%. Mientras que en las medianas empresas se registró una caída de los ocupados del 3.2%» (p. 15).

Fuente: Oficina Estudios Económicos (2022).

En contraste, según el estudio sobre los «Determinantes de la supervivencia empresarial en Colombia», publicado por Confecámaras (2017), el 60% de las empresas nuevas en Colombia se quiebra antes de alcanzar los cinco años de existencia, de las cuales el 98% son microempresas; es decir, solo cuatro de cada diez emprendimientos sobreviven a la fase de posicionamiento inicial en el mercado del país. Y esta situación no es coyuntural o particular de Colombia, pues existen cifras muy similares para Latinoamérica, donde el 80% de las mipymes desaparecen en los cinco primeros años por el mal manejo financiero. Por otra parte, en el trabajo de Martínez Vargas et al. (2022) se plantea que en Colombia solamente el 50% sobreviven el primer año y el 20% al tercer año; allí, los autores afirman que el aspecto financiero es determinante para la estructura económica y financiera en cualquier organización: el manejo del flujo de caja, el estado financiero básico para la toma de decisiones financieras, la gestión y el control de la liquidez, la solvencia y la capacidad de capital de trabajo, son temas que requieren un especial cuidado por parte de los empresarios. Estos también argumentan que las mipymes «se enfrentan a situaciones financieras confusas de carácter estructural, debilidades que hacen más compleja su competitividad y condicionan su capacidad de productividad, supervivencia y crecimiento» (Martínez Vargas et al., 2022, p. 62).

Los estados financieros, o estados contables, se entienden como cuentas periódicas (por lo general anuales) (Jackson y Luu, 2023), y cumplen el papel de informar, tanto al interior como al exterior, sobre la situación contable de una entidad; además, son una herramienta básica para la gestión y toma de decisiones (Correa García y Correa Mejía, 2021). Según las búsquedas adelantadas, existen básicamente cuatro estados financieros: estado de resultados, estado de cambios en el patrimonio, estado de cambios en la situación financiera y estado de flujos de efectivo. La regulación u obligatoriedad de la gestión de

estados contables depende de la legislación de cada país; en Colombia, por ejemplo, son obligatorios estos cuatro estados financieros, así como requeridos por las distintas entidades de vigilancia y control, a partir de la Ley 1314 de 2009, con la cual se implementaron las normas internacionales de información financiera (NIIF) y se dividieron las empresas en tres grupos de aplicación, como se observa en la Tabla 1. Sin embargo, la cultura contable y empresarial colombiana no posee una inclinación hacia el uso gerencial del flujo de caja efectivo como herramienta de control contable, limitándose principalmente a cumplir exigencias de reportes financieros legales (Correa García, 2005).

Tabla 1

Legislación de los estados financieros en Colombia

Marco normativo	Estados financieros	Flujo de efectivo
Decreto 2420 de 2015 Grupo 1 (NIIF Plenas) y Grupo 2 (NIIF pymes)	Estado de situación financiera	Si
	Estado de resultados integrales	
	Estado de cambios en el patrimonio	
	Estado de flujos de efectivo	
Decreto 2420 de 2015 Grupo 3	Estado de situación financiera	No
	Estado de resultados	

Table 1. Colombian legislation on financial statements

Fuente: Adaptada de Correa García y Correa Mejía (2021).

El flujo de caja es una herramienta que contribuye a la toma de decisiones y la distribución del capital en forma óptima, para mantener una estructura sólida, apta para enfrentar amenazas del mercado sin perder de vista las metas y objetivos propuestos, permitiendo definir la viabilidad de las oportunidades de negocio y estableciendo la necesidad de obtener un financiamiento, realizar una inversión o cumplir con obligaciones (Luco, s. f.).

Debido a lo anterior, el enfoque y objetivos de la presente investigación están orientados a proporcionar soluciones basadas en las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), más específicamente en un método de analítica de datos que aporta a mitigar la desaparición temprana de las microempresas, pues se considera que el flujo de caja es un factor que ayuda a las mipymes a estructurarse y ordenarse con el fin de sobrevivir y generar valor. Así, pues, se propone aportar al conocimiento, interpretación, análisis y toma de decisiones con respecto al flujo de caja en las mipymes en Colombia, desde la *analítica descriptiva, diagnóstica y predictiva*. Además, resulta oportuno aclarar que, aunque el foco de este estudio es las mipymes colombianas, los resultados obtenidos se pueden extender de manera más amplia, dada la importancia de este tipo de empresas, no solo en Latinoamérica, sino en el mundo, como ya se ha expuesto.

A través de este documento se presentan los avances obtenidos en la investigación en curso para definir un modelo de analítica de datos para el flujo de caja empresarial de las mipymes en Colombia. Los resultados encontrados buscan apoyar al desarrollo del proyecto de investigación «Plataforma Informática FINTECH de *Analítica Predictiva* para el Flujo de Caja y Contabilidad Empresarial de MiPyMEs en Colombia», financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (MInCiencias), que se está ejecutando en conjunto con la empresa Grupo NEX y el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) de Medellín (Colombia). Además, cuenta con la colaboración del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), bajo la modalidad de transferencia tecnológica. Desde este proyecto se está construyendo una plataforma Fintech, que va a permitir gestionar la contabilidad y el flujo de caja; esta aplicación toma como referente para su diseño las NIIF, el Plan Único de Cuentas (PUC) y utiliza la técnica de desarrollo de *software* de la experiencia de usuario (UX), que facilita la gestión en estos procesos de una forma «intuitiva». Además, contiene la información o datos en los cuales se va a apoyar el modelo de analítica de datos propuesto. Este documento está organizado en las siguientes secciones: marco teórico, donde se exponen los conceptos clave para la investigación, como son el flujo de caja, su implementación en mipymes y la aplicación de la analítica en el contexto empresarial; metodología, la cual describe las estrategias y fases empleadas para conseguir el objetivo propuesto; resultados, que contiene los productos obtenidos al aplicar la metodología propuesta; y finalmente, se presentan las conclusiones y se hacen lagunas recomendación para futuros trabajos.

2. MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL

Flujo de caja

El flujo de caja es un instrumento financiero para las organizaciones que tiene como objetivo el reconocimiento de la capacidad que poseen estas de contar con disponibilidad o deficiencia de efectivo (liquidez) en un periodo determinado (Carreño-Dueñas et al., 2021); es decir, se trata de una herramienta que refleja el saldo de los ingresos menos los egresos en términos nominales del efectivo de una empresa, generados por una inversión, actividad productiva o proyecto, en un periodo de tiempo específico. Es posible también elaborar un flujo de caja proyectado, conocido como «presupuesto de caja» o «pronóstico de tesorería» (Hirache Flores, 2013), en el cual se deben considerar todos los factores que pueden cambiar a corto o largo plazo y así anticipar las necesidades financieras en un futuro.

Adicionalmente, en el estudio de Cardona García (2017), así como Souza et al. (2020), se afirma que el flujo de caja se puede proyectar hacia el futuro, así como es posible establecer las necesidades de financiación o los excedentes de liquidez para invertirlos en forma apropiada, decidir las políticas y exigencias de los recaudos de cartera y

de los pagos a proveedores, y atraer a nuevos inversionistas o socios estratégicos para futuros proyectos.

Para construir un flujo de caja se debe contar con la información necesaria y, de acuerdo con las definiciones anteriores, el principal insumo son los ingresos y egresos de la empresa, como se presenta en la Figura 3.

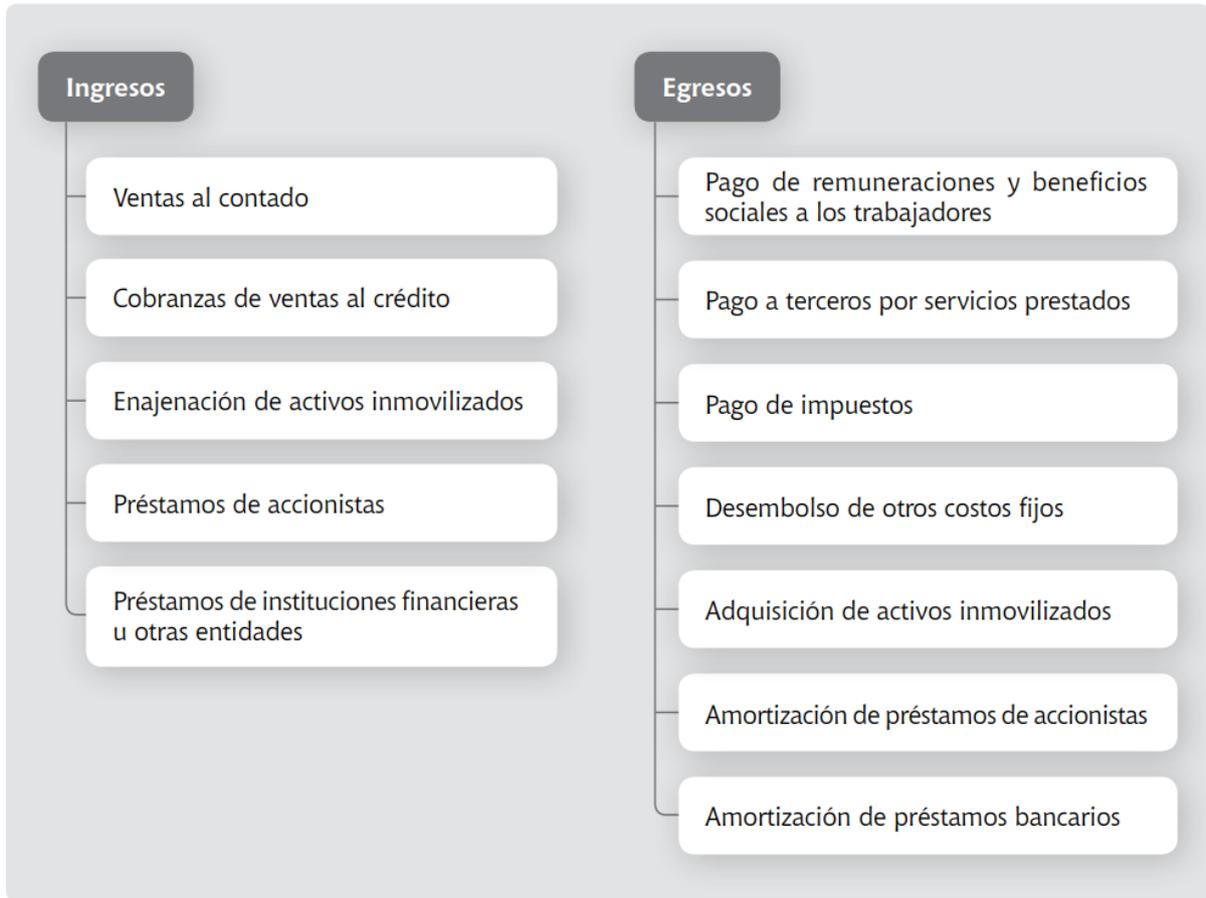


Figura 3

Estructura del flujo de caja

Figure 3. Cash flow structure

Fuente: Hirache Flores, (2013).

Existe literatura que indica que los flujos de caja se pueden clasificar en dos tipos dada su estructura:

- **Flujo de caja operativo:** conformado por los ingresos y egresos propios de la actividad económica de la empresa, neto de los impuestos.
- **Flujo de caja financiero:** este recaba los flujos de capitales de inversiones y financiamiento requeridos por la empresa, sin descontar impuestos (Hirache Flores, 2013, p. 1).

Flujo de caja y mipymes

Como ya se ha expuesto, el flujo de caja es un instrumento financiero esencial que brinda información relevante sobre la liquidez de las empresas y permite una toma de decisiones administrativas

eficiente (de Oliveira, 2018). La falta de análisis y control del flujo de caja puede llevar a problemas como escasez de liquidez, el descrédito y los altos costos de financiamiento, lo que ha sido una de las razones del fracaso de algunas empresas (Roncal Sánchez, 2019).

En relación con lo anterior, la investigación de Ángel Agudelo y Serna (2020) hace énfasis en determinar el uso de herramientas financieras y cómo repercuten en el flujo de caja; el estudio abarca una encuesta donde se determina qué el 75% de las empresas registran mensualmente sus finanzas, mientras que el 15% lo hace cada tres meses y, un 10%, anualmente. Esto quiere decir que, en el contexto de la investigación, hay un mayor porcentaje de empresas que mantiene la revisión constante de sus finanzas, lo que les permite reaccionar a tiempo en caso de una eventualidad o una situación financiera imprevista. Lo contrario sucede con el 25% de las demás empresas encuestadas, resultado que le da razón y peso a la afirmación anterior, la cual responsabiliza el fracaso empresarial a la falta de control del flujo de caja.

En cuanto a la razón de por qué una mipyme fracasa, la encuesta de Ángel Agudelo y Serna (2020) determina lo siguiente:

El 40% considera que, por falta de conocimiento, el 30% por falta de dinero al momento de invertir y 30% por falta de innovación en los productos y es que en Colombia está definido que es una empresa y los lineamientos legales para constituirse, pero la mayoría de empresarios debe empezar su emprendimiento con recursos conseguidos a través de préstamos bancarios, lo que reduce su capacidad de inversión e innovación; por lo cual si se hace necesario empezar a educar a los empresarios en aspectos económicos para que durante el crecimiento de su empresa cuenten con buenas asesorías y no tengan que declararse en quiebra, debido a que parte de sus ganancias van destinadas al pago de los intereses (p. 21).

De acuerdo con esta información, el 70% considera que el fracaso se da por falta de una mejor calidad en el proceso de acompañamiento de un emprendimiento en materia financiera y conceptual, mientras que el 30% responsabiliza a sus estrategias de innovación como la razón de su fracaso.

Otros estudios han determinado enfoques diferentes acerca de los motivos por los cuales las mipymes fracasan. La investigación de Galeano Cardona y Segura Montoya (2021), por ejemplo, revela en sus conclusiones que «el gobierno colombiano, en materia contable, no exige la presentación de un informe organizado con los indicadores operativos y financieros más importantes, razón por la cual, algunas PYMES omiten el análisis de estos» (p. 39); un argumento que parte de las normas contables del Estado colombiano, gracias a la flexibilidad de las cuales no hay nada que obligue a una mipyme a prestarle mayor atención a sus estados financieros. Además, menciona que «algunos de los directivos de las PYMES, según las entrevistas realizadas, desconocen el significado y la funcionalidad de los indicadores financieros, tanto como su importancia en el análisis de la empresa para toma de decisiones», hallazgo que fortalece el resultado del estudio anterior, en tanto que es necesario obtener una

mejor calidad en el proceso de acompañamiento de los emprendimientos en materia financiera y conceptual.

Un enfoque adicional de fracaso es el que ofrece otra investigación de en cuyas conclusiones se establece que:

El manejo de una buena política contable nos ayudará en la aplicación del flujo de caja como herramienta financiera para controlar la liquidez de la empresa, ya que si tenemos los documentos debidamente registrados y actualizados podremos armar nuestro flujo de caja [propio]. El conocimiento del flujo de caja nos ayudará a controlar mejor la liquidez de la empresa (Céspedes Pinche y Delgado Torres 2019, p. 54).

Si bien no son dos conclusiones que refieran directamente al fracaso, es importante denotar la necesidad de establecer estándares para la recolección de la información que permitan su análisis futuro de manera sistematizada mediante técnicas de ML (*Machine Learning*) o BI (*Business Intelligence*). Por otra parte, en su segunda conclusión se refuerza la idea de mejorar el conocimiento técnico a nivel financiero para obtener un mejor contexto de los beneficios del flujo de caja. Para continuar en esta dirección, resulta necesario remitirse al planteamiento de la investigación de Hendes Velandia y Manrique Galindo (2018), según la cual,

en la administración del flujo de caja de las Microempresas en Colombia, se observa que no hay mucha atención, junto con la falta de conocimiento, habilidad y destreza por parte de los microempresarios para solucionar los problemas que se presentan, lo que viene llevando a las empresas a que tengan problemas de liquidez, con el resultado de liquidación de estas en corto plazo. No cuentan con una organización adecuada de la información referente a los ingresos y egresos de la empresa. La falta de entendimiento y comprensión sobre el flujo de caja, no les permite reaccionar de manera adecuada y tomar las decisiones correctas. En esta dirección, las empresas pueden desaparecer por no poder afrontar sus pagos diarios, el no contar con un efectivo organizado permite que las empresas no puedan reaccionar ante posibles situaciones de crisis o en momentos de abundancia (p. 12).

Analítica

Durante mucho tiempo, la toma de decisiones en las empresas se realizó en forma intuitiva o empírica, basada en el conocimiento o intuición de sus empleados; actualmente, las organizaciones se apoyan más en la ciencia de los datos y la inteligencia de negocio para entender sus negocios y mercado. Ahora bien, «analítica es un término que comúnmente es asociado casi como sinónimo de ciencia de los datos, minería de datos, descubrimiento de conocimientos, entre otros, pues la diferencia entre éstos no está tan claramente marcada» (Ciro Piedrahíta, 2015, p. 28); en términos generales, la analítica busca dar respuesta a las preguntas presentadas en la Tabla 2.

Tabla 2

Preguntas de la analítica

Concepto	Pasado	Presente	Futuro
Información	¿Qué pasó?	¿Cómo está pasando ahora?	¿Qué pasará?
Percepción	¿Cómo y por qué pasó?	¿Cuál es la mejor acción siguiente?	¿Cuál es la peor/ mejor cosa que podría pasar?

Table 2. Data analytics questions

Fuente: Adaptada de Ciro Piedrahíta (2015).

Siguiendo a Ciro Piedrahíta (2015), los tipos de analíticas son:

Analítica descriptiva: es la forma más común de Analítica... Se puede utilizar esta forma para examinar los principales indicadores de desempeño y las métricas claves para determinar cómo está el desempeño de la compañía y evaluar los diferentes procesos de negocio (p. 31).

Analítica predictiva: en esta forma se utiliza la minería de datos y el análisis de texto como modelo para predecir lo que probablemente pasará en el futuro, basados en la experiencia ganada a través de la analítica descriptiva y diagnóstica (p. 32-33).

Analítica diagnóstica: se encarga de explorar la causa raíz en el análisis, el descubrimiento de datos y la exploración. Con esta analítica se pueden descubrir patrones y correlaciones que expliquen por qué los ingresos están cayendo o por qué las ventas incrementan o el presupuesto disminuye (2015, p. 31-32).

Analítica prescriptiva: esta forma utiliza modelos predictivos, reglas localizadas, puntajes y técnicas de optimización para recomendar uno o más cursos de acción y muestran el resultado que se espera de cada uno. Se puede usar esta forma para tomar más decisiones de negocio en tiempo real con base en una mejor información (2015, p. 33).

Analítica predictiva

Se refiere al uso de información recolectada mediante múltiples fuentes de datos y mediante la implementación de algoritmos de *Machine Learning* con el fin de obtener indicios de un resultado futuro. Otra definición sería la ofrecida en Mathworks (s. f.), donde indica que el análisis predictivo se refiere al proceso de utilizar los datos y técnicas analíticas, estadísticas y de aprendizaje automático para hacer predicciones cuantitativas sobre eventos futuros. de aprendizaje automático supervisado para predecir valores futuros o calcular probabilidades.

Un ejemplo en que se profundiza es la asistencia de conducción en vehículos, la cual permite que se conviertan en vehículos autónomos y que las personas tengan un rol, ya no de conducción activa, sino pasiva. Otra aplicación puede ser implementada en los servicios financieros con el desarrollo de modelos que analicen el riesgo de prestar dinero.

En la Figura 4 logra verse el flujo de trabajo o ciclo de vida que se debería cumplir para generar una salida de valor implementando el análisis predictivo.

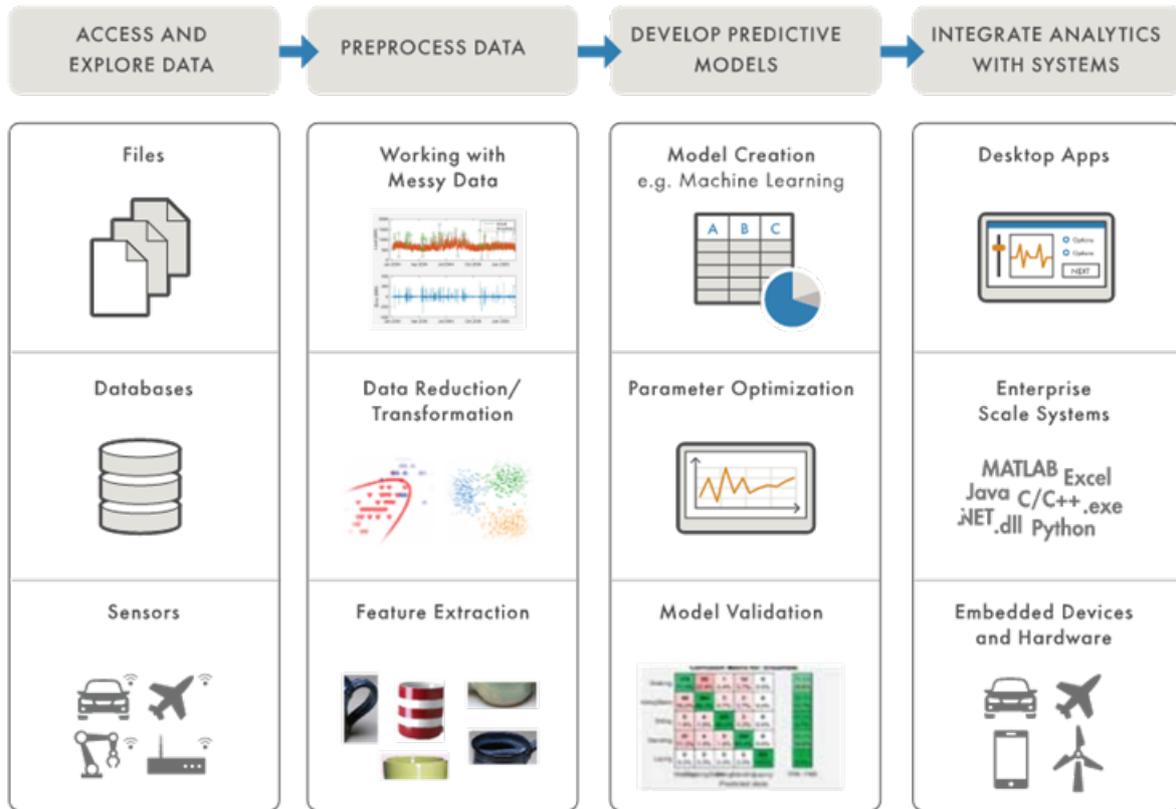


Figura 4

Flujo de trabajo de análisis predictivo

Figure 4. Predictive analytics workflow

Fuente: (Mathworks, s. f.).

El primer paso es la obtención de la información, la cual puede darse mediante archivos, bases de datos o lectura de sensores; después viene la limpieza de la información para que pueda ser leída mediante modelos; luego está la elaboración de modelos predictivos que permitan obtener conclusiones de la información; y, por último, se tiene la exteriorización de esa información mediante la integración de aplicaciones que permitan crear herramientas para que las personas interactúen con la información. Sin embargo,

la mayoría de las veces, las empresas no están preparadas para la IA. Tal vez contrataron a su primer científico de datos con resultados menos que estelares, o tal vez la alfabetización de datos no es fundamental para su cultura. Pero el escenario más común es que aún no han construido la infraestructura para implementar (y cosechar los beneficios de) los algoritmos y operaciones de ciencia de datos más básicos, y mucho menos el aprendizaje automático (Hackernoon, 2017).

Lo que indica que antes de querer expandir cualquier tipo de información, es mandato estructurarla, y para ello existe una variedad de pasos previos, así como mano de obra calificada.

Los modelos de inteligencia artificial (IA), explorados en esta investigación para implementar la *analítica predictiva*, son:

Árboles de decisión

Según Lantz (2019), un clasificador popular y poderoso utiliza una estructura de árbol para modelar las relaciones entre características y resultados. El funcionamiento del clasificador consiste en usar una estructura ramificada de decisiones, comenzando con un nodo raíz que se divide en nodos de decisión, las cuales se dan en función de los atributos que se están evaluando. Las ramas indican los posibles resultados de la decisión y, en caso de existir una decisión final, el árbol termina con nodos de hoja o terminales que representan la decisión a tomar. Siguiendo al autor, una gran ventaja de este modelo es que la estructura del árbol se parece a un diagrama de flujo, lo que facilita la interpretación visual de cómo se tomaron las decisiones.

Máquinas de soporte vectorial

Parra Rodríguez (2017) describe que el modelo de máquinas de soporte vectorial (SVM) utiliza algoritmos de aprendizaje supervisado para etiquetar y representar muestras en puntos en el espacio, para luego separarlas en diferentes clases y poder clasificar correctamente las nuevas muestras en función de su proximidad.

Redes neuronales

Según lo indicado por Lantz (2019), una red neuronal artificial (RNA) es un modelo que imita el comportamiento del cerebro al modelar la relación entre señales de entrada y salida, mediante el uso de una red de neuronas artificiales interconectadas.

Bosques aleatorios

También es Lantz (2019) quien define los bosques aleatorios como una técnica de aprendizaje automático que combina principios de *bagging* y selección aleatoria de características para agregar diversidad a los modelos de árboles de decisión, y que además es capaz de manejar grandes conjuntos de datos y lograr tasas de error comparables a otros métodos.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación fue mixta (véase Figura 5), es decir, cualitativa en la Fase 1, en términos de caracterizar el manejo de flujo de caja en las mipymes, con énfasis en las colombianas. Cuantitativa durante las Fase 2 y 3. La Fase 2 consistió en realizar diseño conceptual del modelo de analítica de datos para aplicar al flujo de caja, y en la Fase 3 se desarrolló el modelo de analítica predictiva que alerte a los empresarios del comportamiento del negocio con respecto al flujo de caja, y que hace parte del modelo general de analítica.

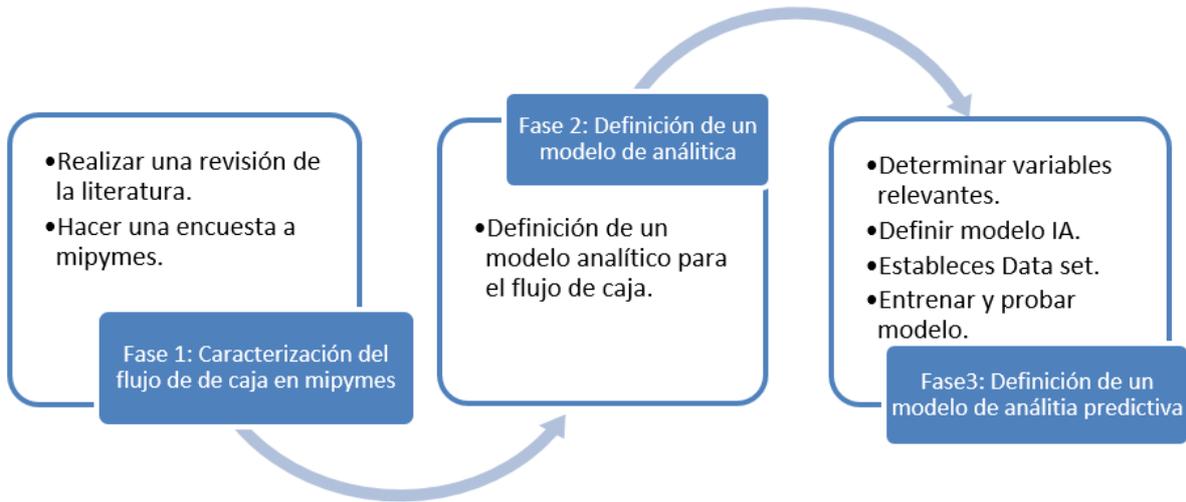


Figura 5

Diagrama de las fases y actividades de la metodología de investigación

Figure 5. Stages and activities in the research methodology

Fuente: elaboración propia.

La Fase 1, denominada «Caracterización del flujo de caja en las mipymes», representó la etapa inicial en esta investigación, dado que se requería tener el contexto sobre el flujo de caja en las mipymes, desde la perspectiva de su uso como herramienta de control para la empresa, así como mecanismo de alerta ante dificultades de este nivel en la organización; debido a esto, se buscó enfatizar la posibilidad de aplicar *analítica predictiva* a los procesos contables. Para esta fase se definieron dos actividades: la primera fue realizar un estado del arte sobre flujo de caja en las mipymes, con énfasis en *analítica predictiva* dentro del contexto colombiano; la segunda actividad se abordó a través de una encuesta a dichas empresas en Colombia, para conocer en términos generales el nivel de aplicabilidad del proceso de flujo de caja. En la Fase 2, que correspondió a la «Definición de un modelo analítico para el flujo de caja», se planteó una actividad a partir de los resultados obtenidos en la Fase 1, la cual consistió en proponer un modelo de analítica de datos para aplicar al flujo de caja que podría contribuir a mitigar el alto fracaso de las mipymes. Finalmente, para la Fase 3, que implica la «Definición de un modelo de *analítica predictiva*», el objetivo fue proporcionar a los microempresarios un sistema de alerta temprana sobre la posibilidad de que su empresa esté en riesgo financiero; durante esta fase se siguieron las actividades utilizadas para generar un modelo analítico predictivo: primera, se determinaron las variables relevantes para el modelo; segunda, se determinó qué modelo de IA utilizar; tercera, se estableció el *dataset*, o conjunto de datos de entrenamiento y pruebas; cuarta y última, se entrenó y probó el modelo propuesto.

A continuación, se detalla cada una de las actividades que conforman las diferentes fases desarrolladas en la metodología aplicada a esta investigación:

Revisión del estado del arte

La investigación buscaba obtener información acerca de trabajos que abarcaran el área de la analítica aplicada en los procesos contables, puntualmente los relacionados con el flujo de caja en mipymes colombianas, pero se encontró una limitante como la escasez de resultados relacionados específicamente al área de analítica predictiva aplicada al flujo de caja. Cabe resaltar que la *analítica predictiva*, así como la *descriptiva*, es implementada en muchos otros procesos que no están relacionados con el presente estudio, pero que han permitido hallar documentos que aplican los conceptos a otros procesos, a partir de los cuales se infirió un camino sobre el que se logró indagar y adaptar en el documento en cuestión.

El método que se empleó para la revisión sistemática de literatura es una adaptación de la metodología PRISMA, propuesto por Cañola García y Tabora Blandón (2022), recopilado en la Figura 6.

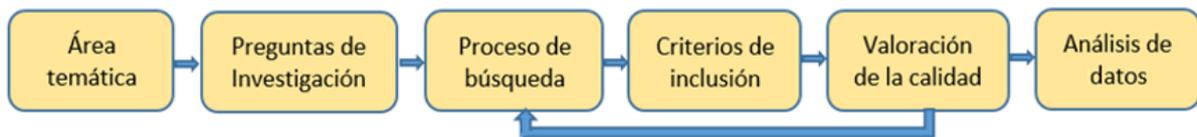


Figura 6

Diagrama de los pasos del método de revisión de la literatura

Figure 6. Steps in the literature review

Fuente: elaboración propia.

El «área temática» abordada fue el flujo de caja como una herramienta financiera crucial para evaluar la situación actual de la empresa. Por ello, se enfocó en la aplicación de la analítica en este aspecto específico. Además, como los procesos de flujo de caja dependen de la legislación de cada país, también se puntualizó en la mipymes en Colombia. Para el «proceso de búsqueda», por su parte, se decidió tener en cuenta las bases de datos bibliográficas: SciELO, Dialnet, IEEE, Scopus y Google Scholar, siendo esta última la que arrojó mayores resultados. Los idiomas definidos fueron el español y el inglés, y las cadenas de búsqueda se listan en la Tabla 3, acompañadas de la cantidad de artículos que se preseleccionaron en el paso de inclusión, cuyos criterios fueron: una ventana de tiempo entre 2012 y 2022 (diez años) que cuenta con los criterios de búsqueda en todo el texto y metadatos.

Tabla 3

Criterios de búsqueda y cantidad de resultados en el paso de inclusión

Cadena de búsqueda / BD	SciELO	Dialnet	IEEE	Scopus	Google Shcolar
Analítica Predictiva AND procesos contables	0	0	0	0	7
Analítica Predictiva AND Flujo de caja	0	0	1	0	61
Analítica Predictiva AND procesos contables AND Colombia	0	0	0	0	4
Analítica Predictiva AND Flujo de caja AND Colombia	0	0	1	0	33
Analítica Predictiva AND Flujo de caja AND Colombia AND MIPyMEs OR microempresa	0	0	38	0	8
Modelo predictivo AND Flujo de caja AND Colombia AND MIPyMEs OR microempresa	0	0	0	0	37
Modelo predictivo AND Flujo de caja AND Colombia AND MIPyMEs	0	0	0	0	88
Predictive Analytics AND Accounting Processes	0	0	58	51	88
Predictive Analytics AND Cash Flow	0	0	3	19	0
Predictive Analytics AND Accounting Processes AND Colombia	0	0	0	0	2
Predictive Analytics AND Cash Flow AND Colombia	0	0	0	0	37
Predictive Analytics AND Cash Flow AND Colombia AND SMME OR micro-enterprise	0	0	0	0	0
Predictive model AND Cash Flow AND Colombia AND SMME OR micro-enterprise	0	0	0	0	0
Predictive model AND Cash Flow AND Colombia AND SMME cash flow AND IA OR BI OR machine learning OR Predictive Analytics OR Descriptive Analytics	0	0	0	133	0

Table 3 Search criteria and number of studies included

Fuente: elaboración propia.

Con la aplicación de los «criterios de inclusión» se obtuvieron en total 278 artículos en español, de los cuales 238 correspondieron a la base de datos de Google Scholar y 40 a la base de datos IEEE. Respecto a los resultados en inglés, se consiguieron 361 resultados, de los cuales 61 fueron de la base de datos de la IEEE, 203 son de Scopus

y 127 de Google Scholar; trabajos susceptibles de aportar a la investigación que requirieron de un proceso previo de valoración de calidad y pertinencia. Así, pues, durante el proceso de «valoración de la calidad» se realizó la lectura de cada texto aplicando los siguientes criterios: fuente fiable, resultados verificables y coherentes con los objetivos planteados, y nivel de relación con la presente investigación, pues no todos los documentos arrojaron una relación directa con esta.

Los resultados de la revisión de la literatura se sintetizaron en el segundo apartado, que corresponde al «Marco Teórico y Referencial» de este documento, así como en la Tabla 5 y la Tabla 6, ubicadas en la sección de «Resultados».

Encuesta a mipymes sobre flujo de caja

Se planteó la construcción de «Instrumentos de Recolección de Datos del Cliente», que consistió en una encuesta digital a las mipymes en Colombia para caracterizar los procesos de sistematización de la contabilidad, el flujo de caja y el empleo de *analítica predictiva* en estos procesos.

Un resumen de la ficha técnica de la muestra aleatoria obtenida en la aplicación web del instrumento para la recolección de los datos del cliente, es:

- Cantidad muestral. En el repositorio de la encuesta existían 171 registros guardados, de los cuales se eliminaron 83 por estar en blanco o con información incompleta, quedando 88 registros o encuestas correctamente diligenciadas. Contar con 88 encuestas diligenciadas se consideró una buena cantidad, ya que el objetivo no es tener una muestra representativa, según la estadística inferencial, sino realizar un sondeo sobre la temática a analizar.
- Área geográfica. La mayoría de los encuestados pertenecían a la ciudad de Medellín, pero también se contó con participación de encuestados de las ciudades de Cali y Bogotá.
- Profesión u ocupaciones de los encuestados. Los porcentajes fueron: el 42.6% eran contadores; el 40.4%, gerentes; el 12.8%, administradores; y el 4.2%, auxiliares contables.
- Tamaño de empresas. La encuesta fue dirigida a las mipymes, por lo cual se consultó por el número de empleados como parámetro de identificación, siendo estos los resultados: mínimo 2, máximo 200, y un promedio de 20.24 empleados.
- También se observó una buena distribución en los diferentes sectores comerciales, de la siguiente forma: servicios profesionales (21.4%), comercio (12.8%), servicios financieros (8.5%), construcción y textiles (cada uno con el 6.45%), agricultura, minería e ingeniería (cada uno con el 4.3%),

alimentación, educación, transporte, telecomunicaciones, hotelería y turismo (cada uno con 2.1%) y otros sectores (21.4%).

De las características de los encuestados se puede concluir que la muestra permitió obtener unos resultados cualitativos relevantes para el propósito de la encuesta, cuya orientación es la obtención de un análisis del manejo contable de las mipymes en Colombia. Sin embargo, en este documento solo se exponen los resultados obtenidos que poseen relevancia en cuanto a su objetivo particular, los cuales se encuentran en el apartado de «Resultados».

Modelo de analítica de datos para flujo de caja en mipymes

De lo expuesto en los apartados «Flujo de caja y mipymes» existió una muy baja valoración del uso de flujo de caja como una herramienta que le permitiera a las mipymes realizar un manejo eficiente de su liquidez y poder tomar decisiones que les hiciera posible una mayor supervivencia en el medio económico. Esta baja valoración se presenta por el poco o ningún conocimiento que poseen los emprendedores en el área del conocimiento de la contabilidad y el flujo de caja, que en muchos casos tercerizan estos procesos solo para cumplir las exigencias de las entidades de control del Estado, como se evidenció en la encuesta realizada a las mipymes. Es por lo que se propuso el siguiente modelo de analítica de datos para flujo de caja, el cual consta en aplicar tres modelos que son:

- *Módulo de Analítica Descriptiva:* en este primer componente del modelo de analítica de datos se propuso implementar *dashboards*, o tableros de control y tablas, construidos con Power Apps o Python, que le permitieran examinar al usuario, en una forma gráfica y simplificada, los principales indicadores de desempeño y las métricas claves del flujo de caja para determinar cómo está el desempeño del negocio con respecto a la liquidez.
- *Módulo de Analítica Diagnóstica:* este modelo se propuso crear una aplicación que permitiera generar escenarios donde los usuarios, partiendo de los datos reales y actuales de la empresa, pudieran hacer exploraciones respecto a cuál podría ser el comportamiento de su negocio al modificar variables del flujo de caja. Este componente es muy relevante en tiempos de crisis para salvar el negocio, pero también aportaría para el crecimiento de este, dado que en los escenarios pueden modificar hipotéticamente las variables de los ingresos y egresos, y observar cuál sería su comportamiento, facilitando así una toma de decisiones más consciente y menos impulsiva.
- *Módulo de Analítica Predictiva:* en este último componente se propuso un sistema de alerta temprana, el cual, mediante un

modelo de inteligencia artificial entrenado para detectar el riesgo de insolvencias de la mipymes, informara al microempresario sobre la probabilidad de que su negocio entrara en insolvencia, para tomar decisiones a tiempo y logre salvar su empresa.

Las siguientes actividades que corresponden a la Fase 3, son las que hacen referencia al diseño y construcción de este componente.

Determinar variables relevantes para modelo de *analítica predictiva*

Esta fase se basó en la implementación de modelos de *Machine Learning* para la clasificación de mipymes colombianas que estén en riesgo financiero. Para lograr determinar si una empresa se encuentra en riesgo de insolvencia, se precisó obtener información financiera saludable e información financiera de empresas que por algún motivo mostraran indicios de información financiera no saludable. Dado lo anterior, las empresas en riesgo de insolvencia se etiquetaron con 1 y las que estuvieran fuera de riesgo de insolvencia con 0. El procedimiento para la obtención de información y cálculo de indicadores financieros fue tomado de Ibañez Parra y Ballesteros Peluffo (2022). Se determinó el año 2019 como año de interés, así como los estados financieros disponibles en el sistema integrado de información societaria de la Superintendencia de Sociedades; adicionalmente, se tomó del módulo de insolvencia de la entidad la base de datos de empresas insolventes para el año seleccionado.

La base de datos de estados financieros contiene una cantidad total de 38 370 registros, por lo que fue necesario trabajar solo con la información con fecha de corte al 31 de diciembre del 2019, descartando así los resultados del corte del mes de junio. Posteriormente, se eliminaron las empresas que no contaran con información en alguna de las variables.

En la Tabla 4 se muestra una lista de todas las variables usadas en Ibañez Parra y Ballesteros Peluffo (2022) que se tomaron como base para la selección de las variables empleadas en esta investigación, excepto por el grupo de variables de caracterización y operacionales (p. 54).

Tabla 4

VARIABLES FINANCIERAS DE LA INVESTIGACIÓN DE IBÁÑEZ Y BALLESTEROS

Grupo de la variable	Nombre de la variable	Descripción
Etiqueta	Salud	Descriptor de clase entre saludable y no saludable
Liquidez	Razón corriente	$(\text{Activos corrientes}) / (\text{Pasivos corrientes})$
	Prueba ácida	$(\text{Activos corrientes} - (\text{Inventarios corrientes} + \text{Inventarios no corrientes})) / (\text{Pasivos corrientes})$
	Ratio de estabilidad financiera	$(\text{Propiedad, planta y equipo}) / (\text{Pasivos no corrientes} + \text{Patrimonio})$
	Capital de trabajo neto sobre activos totales	$(\text{Activos corrientes} - \text{Pasivos corrientes}) / (\text{Activos})$
Apalancamiento	Apalancamiento financiero	$(\text{Pasivos}) / (\text{Patrimonio})$
	Autofinanciamiento	$((\text{Patrimonio}) / (\text{Activo})) \times 100$
	Ratio de endeudamiento	$(\text{Pasivos}) / (\text{Ingresos de actividades ordinarias} + \text{Ajustes por gastos de depreciación y amortización})$
	Nivel de cobertura I	$(\text{Patrimonio}) / (\text{Propiedad planta y equipo})$
	Nivel de cobertura II	$(\text{Patrimonio} + \text{Pasivos no corriente}) / (\text{Propiedad planta y equipo})$
	Cobertura de costos de interés	$(\text{Ganancia (pérdida) por actividades de operación}) / (\text{Costos financieros})$
Económicos	Efectividad ventas	$(\text{Ingresos de actividades ordinarias}) / (\text{Costo de ventas})$
	Efectividad financiamiento	$(\text{Ingresos financieros}) / (\text{Costos financieros})$
	Margen neto	$((\text{Ganancia (pérdida)}) / (\text{Ingresos de actividades ordinarias})) \times 100$
Rentabilidad	Margen bruto	$((\text{Ganancia bruta}) / (\text{Ingresos de actividades ordinaria})) \times 100$
	Retorno sobre los activos (ROA)	$((\text{Ganancia (pérdida) antes de impuestos}) / (\text{Activos})) \times 100$
	Retorno sobre el patrimonio (ROE)	$((\text{Ganancia (pérdida) antes de impuestos}) / (\text{Patrimonio})) \times 100$
Operacionales	Solvencia	$(\text{Activo}) / (\text{Pasivo})$

Table 4. Financial variables taken from the study by Ibáñez and Ballesteros

Fuente: Ibáñez Parra y Ballesteros Peluffo (2022).

Modelos de IA para modelo de *analítica predictiva*

Las metodologías de *Machine Learning* implementadas en este estudio fueron: árboles de decisión, bosques aleatorios, máquinas de soporte vectorial y redes neuronales, las cuales permiten realizar

procesos de clasificación de un conjunto de datos, mediante el aprendizaje previo con un conjunto de información de prueba.

En la siguiente sección se exponen los resultados de las actividades que se realizaron para establecer el componente de *analítica predictiva* para el modelo propuesto, que son: determinar variables relevantes para el modelo, establecer *dataset* y entrenar y probar el modelo.

4. RESULTADOS

A continuación, se exponen los resultados más relevantes obtenidos en esta investigación, organizados por cada una de las actividades que conforman la metodología empleada.

Revisión del estado del arte

En la Tabla 5 y la Tabla 6 puede observarse una síntesis de los trabajos más relevantes para la presente investigación encontrados durante la revisión de la literatura.

Tabla 5

Síntesis de trabajo de la de la revisión de la literatura

Fuente	Título	Citación	Resumen
Repositorio Universidad de los Andes	Diseño y aplicación de una metodología de análisis de las decisiones para caracterizar los factores de supervivencia empresarial en pequeñas empresas del sector manufactura de la ciudad de Bogotá D.C.	Romero Acosta (2019)	La investigación acerca del problema de clasificación de fracaso empresarial inició en los años 60's del siglo XX con el esquema Z-Score de Altman, y desde entonces se han desarrollado modelos estadísticos cada vez más complejos con el propósito de realizar predicciones cada vez más precisas.
Repositorio Universidad EAFIT	Machine Learning para la estimación del riesgo de crédito en una cartera de consumo	Ossa Giraldo y Jaramillo Marín (2021)	Utilizaron los modelos de regresión logística, Random Forest, Support Vector Machine y Multi-layer Perceptron, haciendo una comparación en la eficiencia de la estimación de los clientes que van a entrar en mora, y obteniendo como resultado que el modelo más equilibrado al momento de la evaluación es el Random Forest.
Repositorio Universidad Católica de Colombia	Herramienta para el manejo de flujo de caja en las microempresas de Colombia (Estudios de Caso –Confecciones Sarom, Pasillo Bacatá y Julio Betancourt Técnico Electricista S.A.S)	Hendes Velandia y Manrique Galindo (2018)	Formular y construir una herramienta para el manejo de flujo de caja en las microempresas de Colombia, teniendo en cuenta la metodología que actualmente utilizan para su administración.
Repositorio Universidad EIA	Propuesta de mejora al modelo determinístico para la gestión financiera de pymes en Colombia	Galeano Cardona y Segura Montoya (2021)	Mejora al modelo de Excel para la gestión de la estructura financiera de una pyme, utilizando métodos más completos que mejoren el alcance evaluativo y de toma de decisiones dentro de este tipo de empresas.
Repositorio Universidad Privada del Norte	Aplicación del flujo de caja, como herramienta financiera, para el control de la liquidez en JYS Control – Carabayllo 2018	Cespedes Pinche y Delgado Torres (2019)	El flujo de caja como herramienta para la toma de decisiones en la empresa JYS. Demostración de problemas de liquidez y cómo se debe actuar frente a estos.
IEEE International Conference on Big Data	Cash flow prediction of a bank deposit using scalable graph analysis and machine learning	Kawahara y Takeuchi (2021)	La predicción del flujo de efectivo de un banco es una tarea importante, ya que no solo está relacionado con el riesgo de liquidez, sino que también está regulado por autoridades financieras

National Taiwan University of Science and Technology	Prediction of project cash flow using time- dependent evolutionary LS-SVM inference model	Cheng et al. (2012)	La capacidad de predecir la demanda de efectivo es crucial para el funcionamiento de las empresas constructoras. La predicción confiable del flujo de efectivo durante la fase de ejecución puede ayudar a los gerentes a evitar la escasez de efectivo y controlar el flujo de efectivo del proyecto.
--	--	------------------------	---

Table 5. Summary of the literature review

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6

Artículos de revisión de la literatura de la investigación sobre el flujo de caja como herramienta de gestión de la liquidez en pequeñas empresas

Fuente	Diseño metodológico	País	Tamaño de la muestra	Breve resumen
(Rodríguez Rocha, 2008)	Descriptiva y Analítica	Nicaragua	100	Este artículo describe la experiencia de poner en contacto el entorno productivo (la empresa) con el del conocimiento (la academia o universidad) mediante grupos interdisciplinarios para desarrollar un sistema de información sobre el manejo de los flujos de dinero que maneja una microempresa.
(Rivas Ospina, 2017)	Exploratoria y Descriptiva	Ecuador	12	El propósito de este estudio es examinar el flujo de efectivo con el enfoque de mejorar la gestión de las cuentas por pagar a los proveedores de AIRCYDRAN S. A.
(Rodríguez Masero y López Manjón, 2016)	Descriptiva y Explicativa	España	-	En este trabajo se sugiere que el uso de la variable Flujo de Caja Contable de la Explotación (FCE) tuvo un impacto importante en la estructura financiera de las empresas españolas durante un período (2008-2012) en el que la financiación empresarial era difícil.
(Miralles-Quirós et al., 2017)	No reporta	España	-	El propósito de esta investigación es examinar la conexión entre los dos objetivos fundamentales de la banca comercial: el crecimiento y la rentabilidad. Se plantea un análisis no lineal para evaluar la relación entre estas dos variables.

Table 6. Literature review articles on cash flow as a liquidity management tool at small businesses

Fuente: Adaptado de Roncal Sánchez (2019).

Encuesta a mipymes sobre flujo de caja

En cuanto a la pregunta sobre la implementación de un control del flujo de caja (véase Figura 7, Pregunta 1), se encontró que solo las dos terceras partes de los encuestados (65%) lo realizaban; una cifra compleja teniendo en cuenta la baja probabilidad de subsistencia que poseen las mipymes recién creadas. Cuando la respuesta a la anterior pregunta resultó afirmativa, se les consultó, además, «¿cómo, o con cuál herramienta, realiza el control de flujo de caja?» (véase Figura 7, Pregunta 2), a lo cual resultaron dominantes las hojas de cálculo con un 79% (de los cuales el 89% utilizaban Excel). Por otra parte, de los pocos encuestados que seleccionaron la opción de manejar el flujo de caja manualmente (en papel), el 60% lo hacía por decisión propia y el 20% porque no conocía un aplicativo que realizara este tipo de procesos, así que lo tercerizaban. Y finalmente, en cuanto a las razones sobre por qué no implantar la gestión del flujo de caja mediante un aplicativo, la respuesta predominante (32.26%) fue por los costos, en la tabla 7 expone las otras respuestas a esta pregunta.

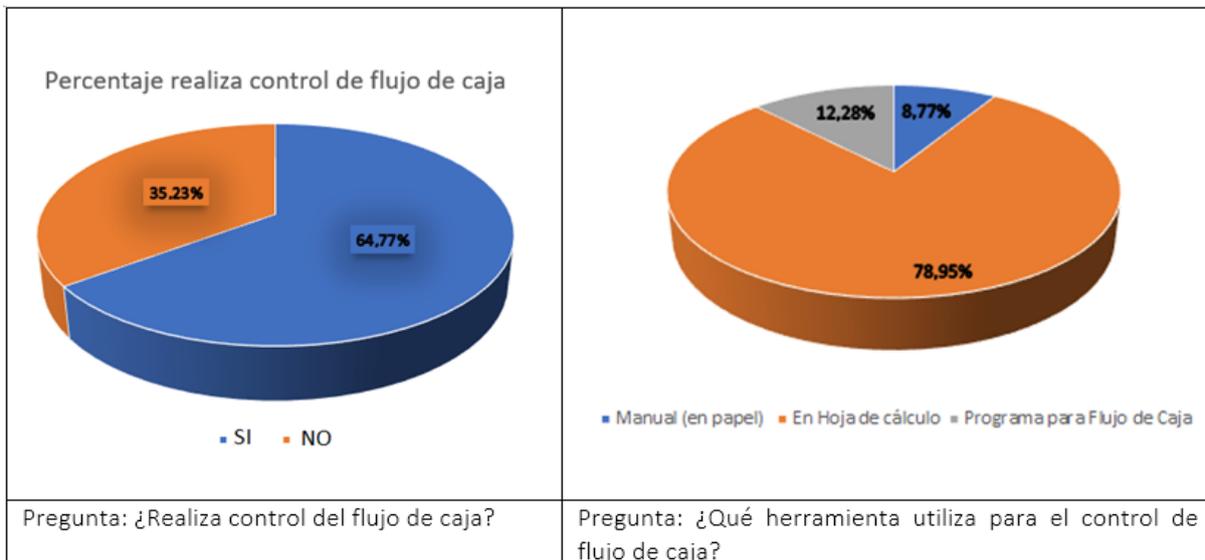


Figura 7

Pregunta encuesta sobre implementación de flujo de caja

Figure 7. Answers to the question on cash flow implementation

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7

Razones por las que no se implementa un programa de flujo de caja

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
No considera importante el manejo del flujo de caja	2	6.45%
Considera que con la contabilidad es suficiente.	7	22.58%
No es relevante para el crecimiento empresarial	1	3.23%
Por costos asociados a la implementación	10	32.26%
No tienen diversificación de productos y/o materias primas	3	9.68%
Son independientes y se dedican al menudeo	1	3.23%
Son minoristas y comercializan un solo producto	4	12.90%
Reducida oferta de estos programas informáticos en el mercado	6	19.35%
Los programas informáticos identificados no se integran con nuestros sistemas ERP o contables actuales	6	19.35%
Otros	2	6.45%

Table 7. Reasons why cash flow software is not implemented

Fuente: elaboración propia

Gracias a lo anterior, se concluyó que existe desconocimiento y baja valoración de la gestión de flujo de caja en las mipymes, tomando en cuenta lo importante que es para cualquier empresa el manejo de la liquidez, pues de los ochenta y ocho encuestados solo el cincuenta y siete realizaban flujo de caja, de los cuales cuarenta y cinco lo hacían con una herramienta poco idónea para el proceso, como lo es Excel, y solo siete (equivalente al 7.95% de todos los encuestados) utilizaban un programa específico para su gestión. Por lo tanto, resultó evidente la necesidad de una estrategia de concientización sobre la importancia de implementar procesos contables y de flujo de caja que ayuden a mitigar la alta tasa de desaparición de las mipymes durante sus cinco primeros años.

Por último, a la pregunta por la realización de analítica sobre su flujo de caja, la situación fue más desalentadora, aunque previsible en función de los resultados obtenidos antes: solo el 5% de las personas encuestadas afirmaron manejar un *software* que realizaba analítica *descriptiva* y/o *predictiva* sobre su flujo de caja, mientras que el 95% manifestó no hacerlo.

Modelo de analítica de datos propuesto

En el desarrollo de esta investigación se llegó a la conclusión de que el modelo de analítica de datos debía tomar en cuenta la escasa formación de los emprendedores sobre los procesos contables; bajo este contexto, surgió la propuesta del modelo de analítica de datos en cuestión, el cual consta de tres módulos independientes, es decir que cada uno puede ser ejecutado por separado y una persona con los conocimientos requeridos los puede usar de acuerdo con su necesidad particular. Sin embargo, para los microempresarios con poco conocimiento sobre el flujo de caja, la sugerencia paso a paso es partir del módulo de *analítica predictiva*, el cual les alerta sobre el riesgo de entrar en insolvencia, observar el comportamiento de su flujo de caja

desde el módulo de *analítica descriptiva*, y tomar la mejor decisión para su emprendimiento, mediante los escenarios, a partir del módulo de *analítica diagnóstica*.

A continuación, se describe cada uno de los módulos que conforman el modelo de analítica de datos propuesto:

Módulo de analítica descriptiva

El propósito de este componente del modelo de analítica de datos propuesto fue poner a disposición de los usuarios la información del flujo de caja en tiempo real, ya que esta se encuentra almacenada en la base de datos de la plataforma Fintech, y es posible acceder a esta de forma interactiva, dado que el usuario puede determinar el nivel de detalle que desea observar mediante los controles que acompañan cada *dashboard*. El objetivo era que una persona que no fuera experta en flujo de caja pudiera ver el comportamiento de las variables más relevantes a través de gráficos y tablas, y lograra tomar decisiones más conscientes en función de ellas. La aplicación para implementar este componente se ilustra en la Figura 8, en la cual se presenta un ejemplo construido con Power BI, donde está la interfaz principal de la aplicación (véase Figura 8-A), que muestra un menú con los enlaces a los diferentes *dashboards*, donde el usuario puede analizar el comportamiento de su flujo de caja (véase Figura 8-B, Figura 8-C, Figura 8-D). Como se puede observar a partir de este ejemplo, uno de los requerimientos de la aplicación para el componente de *analítica descriptiva* es que sea fácil de usar gracias a un manejo intuitivo.

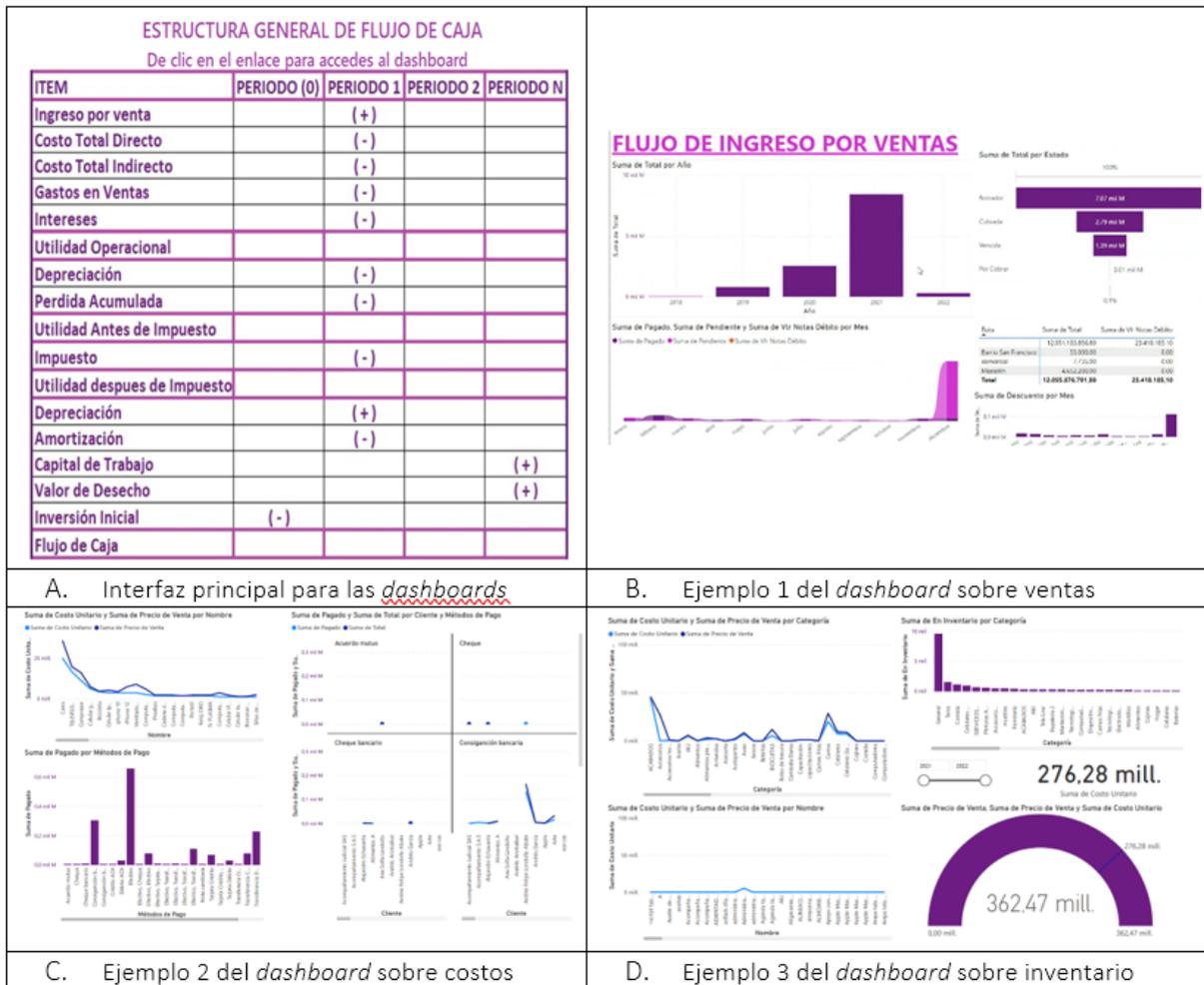


Figura 8

Ejemplo de la aplicación para el componente de Analítica Descriptiva

Figure 8. Example of application of the descriptive analytics component

Fuente: elaboración propia

Módulo de analítica diagnóstica

A través de la *analítica diagnóstica* fue posible analizar datos históricos de inversión, financiación y operación de una empresa, tales como conceptos de ingresos, egresos y préstamos que provienen de datos proporcionados por la *analítica descriptiva* aplicada sobre el flujo de caja, y a partir de ello se construyeron escenarios diversos realizando la modificación de variables seleccionadas.

Este análisis diagnóstico permitió proyectar el comportamiento posible del flujo de caja neto de la empresa, ante variaciones controladas de conceptos de ingreso o de egreso (flujo operativo) o variaciones de conceptos de gastos financieros, pagos de capital o nuevos préstamos (flujo de caja financiero), para así obtener una estimación del flujo operativo neto, del flujo financiero neto o del flujo de caja neto, apoyando la toma de decisiones de la compañía.

En la Tabla 8 se presenta un ejemplo propuesto por Maldonado (2019) en su curso sobre «Flujo de caja y proyecciones financieras», que registra el flujo de caja por periodos para hacer seguimiento a conceptos de ingresos, egresos y movimientos financieros:

Tabla 8

Ejemplo de seguimiento del flujo de caja por periodos

Flujo operativo	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo N
Ingresos				
Recaudos año anterior				
Recaudos				
...				
Total ingresos				
Egresos				
Pagos de proveedores año anterior				
Nómina administración				
Nómina ventas				
Nómina producción				
Gastos administrativos				
Gastos de ventas				
Impuestos				
Costo de ventas (MP e Insumos)				
...				
Total egresos				
Flujo operativo neto				
Flujo financiero				
Gastos financieros préstamos				
Gastos financieros anteriores				
Gastos financieros sobregiros				
Pagos de capital				
Pagos de capital anterior				
Nuevos préstamos				
Flujo financiero neto				
...				
Flujo de caja neto				
Saldo inicial de caja				
Saldo final de caja				

Table 8. Example of cash flow tracking by period

Fuente: Fuente: Adaptado de Maldonado (2019).

En la Tabla 9 se realiza una presentación conceptual de algunos escenarios como: diagnosticar el incremento de ingresos, reducir gastos, solicitar un préstamo o abonar a una deuda, que permiten, realizando modificaciones en variables de estos escenarios, observar cómo se comportaría el flujo de caja de la empresa. Estos escenarios son los que van a conformar el módulo de *analítica diagnóstica*:

Tabla 9

Ilustración de los escenarios del componente de analítica diagnóstica

<p>Escenario 1: Incrementar ingresosDecisión gerencial (diagnóstica): Apostarle a un incremento de las ventas en un porcentaje determinado puede modificar variables del flujo de caja operativo:</p> <p>Ingreso por ventas: Se registra un incremento porcentual del ingreso recaudado para el periodo o los periodos sobre la base de los datos históricos.</p> <p>Gasto de ventas: Se registra un gasto de ventas asociado al dinero que es necesario invertir para lograr el impulso de las ventas. Resultado: Se puede analizar el comportamiento del flujo de caja operativo por periodo para identificar si el gasto de ventas para incrementar estas, representaría una inversión que mejore el resultado organizacional. Adicionalmente, se puede analizar el resultado del flujo de caja neto para determinar si existe un déficit o un superávit.</p>	<p>Escenario 2: Reducir gastosDecisión gerencial (diagnóstica): Reducir gastos de nómina al despedir a un empleado que no es indispensable para el área comercial de la empresa puede modificar variables de flujo de caja operativo:</p> <p>Nómina de ventas: Se reduce un gasto de ventas asociado al dinero necesario para cubrir la nómina del empleado del área comercial. Resultado: Se puede analizar el comportamiento de la reducción del egreso por periodo para identificar el impacto de la decisión en el flujo de caja operativo neto. También se puede analizar el flujo de caja neto para determinar si existe un déficit o un superávit para el periodo.</p>
---	---

<p>Escenario 3: Solicitar un préstamoDecisión gerencial (diagnóstica): Solicitar un préstamo de dinero ante una entidad bancaria para contar con capital de trabajo que permita apalancar la operación. Intereses Se registra el valor de los intereses como gasto financiero por préstamos para cada periodo aplicable mientras la deuda esté activa acorde con la tasa de interés. Amortización Se registra el valor de la cuota de crédito para el periodo como abonos a capital Capital de trabajo Se registra el dinero disponible originado del nuevo préstamo como capital de trabajo para el periodo en el que el recurso ingresa a la caja de la empresa. Resultado: Se puede analizar el flujo financiero para identificar el apalancamiento otorgado por el préstamo. Se puede analizar el resultado del flujo de caja neto después de que el dinero ingresa a la caja de la empresa y verificar el comportamiento en períodos sucesivos para determinar si se genera un déficit o un superávit.</p>	<p>Escenario 4: Abonar al capital de deudaDecisión gerencial (diagnóstica): Realizar un abono al capital de una deuda con dinero líquido para disminuir la cuota periódica del préstamo y reducir intereses. Amortización Se registra la disminución de la cuota del préstamo para los periodos acorde con la modalidad de amortización de forma que corresponda a un pago de capital. Intereses Se registra la disminución del valor de los intereses en los gastos financieros para los periodos aplicables. Egreso de caja Se registra la disminución del recurso de caja líquida disponible equivalente al abono a capital realizado sobre la deuda y que tiene un impacto directo en el saldo disponible inicial para el periodo. Resultado: Se puede analizar el comportamiento del flujo de caja financiero neto por efecto del pago de la deuda y su impacto en el flujo de caja neto de la empresa para identificar el estado de déficit o superávit en los períodos sucesivos.</p>
---	--

Table 9. Examples of scenarios in the diagnostic analytics component

Fuente: elaboración propia.

Módulo de analítica predictiva

Los resultados de las actividades para el desarrollo del componente de *analítica predictiva* se exponen a continuación:

Determinar variables relevantes para modelo

Luego de la depuración inicial de información, se cruzaron las empresas insolventes con las empresas de la base de datos de estados financieros; las coincidencias se etiquetaron con 1 y los demás registros con 0. Después de este proceso se calcularon los indicadores señalados en la columna de grupo de variables en la Tabla 10: se obtuvo un total de 2832 empresas, donde 106 tenían etiqueta 1 y 2726 etiqueta 0; es decir, el resultado arrojado fue una base de datos desbalanceada. La segunda depuración consistió en eliminar la totalidad de empresas cuyos indicadores tuvieran error por división por cero; esta depuración se hizo suprimiendo la menor cantidad de variables y conservando la mayor cantidad de etiquetas 1.

Tabla 10

VARIABLES DEFINIDAS PARA EL MODELO DE ANALÍTICA PREDICTIVA

Nro.	Variables
1	Etiqueta
2	Razón corriente
3	Prueba ácida
4	Ratio de estabilidad financiera
5	Capital de trabajo neto sobre activos totales
6	Apalancamiento financiero
7	Autofinanciamiento
8	Ratio de endeudamiento
9	Nivel de cobertura I
10	Nivel de cobertura II
11	Margen neto
12	Margen bruto
13	Retorno sobre los activos (ROA)
14	Retorno sobre el patrimonio (ROE)
15	Solvencia

Table 10. Variables selected for the predictive analytics model

Fuente: elaboración propia.

Establecer dataset

Se obtuvo una base de datos de 2473 empresas con catorce variables mediante el procedimiento que se expande en la sección de «Determinar variables relevantes para modelo de analítica predictiva», donde 100 empresas tenían la etiqueta 1. Debido a la cantidad reducida de muestras con etiqueta 1, se busca obtener una base de datos balanceada, es decir, con la misma cantidad de etiquetas 1 y 0. Para lograr esto, se implementa la técnica de submuestreo

aleatorio para igualar la cantidad de etiquetas 0 a la cantidad de etiquetas 1. Luego de aplicar la técnica de submuestreo se obtuvo la base de datos definitiva, la cual es equilibrada y cuenta con una cantidad total de 200 muestras.

Entrenar y probar

Con el fin de lograr clasificar las pymes colombianas en solventes o insolventes, se analizó una muestra de 200 empresas elegidas aleatoriamente, tal que el 50% se declararon en insolvencia para el año 2019 y el otro 50% no estaban en dicha condición. Luego, esta muestra fue dividida en 70% para aplicar los métodos de *Machine Learning*: árbol de decisión, bosques aleatorios, máquinas de soporte vectorial y redes neuronales artificiales, de lo cual se obtuvieron los resultados expuestos en la Tabla 11, en la cual se reportan los indicadores resultantes de la matriz de confusión para cada método.

Tabla 11

Resultados de indicadores de la matriz de confusión de los métodos de *machine learning*

Metodología	Accuracy (Precisión)	Sensitivity (Sensibilidad)	Specificity (Especificidad)
Árbol de decisión	70	80	60
Bosques aleatorios	76.67	83.33	70
Máquinas de soporte vectorial	75	86.67	63
Redes neuronales	73.33	86.67	60

Table 11. Indicators in the confusion matrix of the machine learning methods

Fuente: elaboración propia con el *software* Python.

A través de la tabla es posible ver la precisión, sensibilidad y especificidad de cada método. En este caso, la precisión hace referencia al porcentaje de veces en que el método clasifica correctamente, tanto a las empresas solventes, como a las insolventes; la sensibilidad representa el porcentaje de empresas que, dado que se han declarado en insolvencia, el método clasifica correctamente como insolventes; finalmente, la especificidad hace referencia al porcentaje de empresas que son clasificadas como solventes cuando efectivamente lo son.

De acuerdo con lo anterior, se pudo observar que los bosques aleatorios son el método con mayor precisión (76.67%) y mayor especificidad (70%), mientras la mayor sensibilidad la tienen las máquinas de soporte y las redes neuronales (86.67%). Por otra parte, el método con peores resultados en los indicadores fueron los árboles de decisión. En consecuencia, el método que se elige como metodología para clasificación son los bosques aleatorios, pues es la que ofrece los indicadores en conjunto más altos; adicionalmente, se quiere dejar claridad que el segundo método que se podría usar en el caso de preferir solo mayor capacidad para identificar las empresas insolventes, debido a que esto permitiría tomar acciones tempranas para sus administradores, serían las máquinas de soporte vectorial, pues tienen la mayor sensibilidad con buena precisión y especificidad.

La implementación de este modelo de analítica de datos para flujo de caja en la plataforma Fintech se encuentra en construcción. Los módulos de *analítica descriptiva* y *analítica predictiva* se encuentran terminados y el módulo de analítica diagnóstica se encuentra en la fase de desarrollo conceptual. Para su aplicación en producción, es decir, con datos específicos de las mipymes, se requiere que la plataforma Fintech se mantenga operativa durante un año, como mínimo. Sin embargo, partiendo de lo desarrollado a lo largo de esta investigación, así como de las pruebas piloto realizadas, se puede afirmar que el modelo propuesto de analítica de datos para flujo de caja es bastante prometedor. En este sentido, para trabajos futuros se requiere el refinamiento de los tres componentes del modelo propuesto y del entrenamiento del componente de *analítica predictiva*, con un *dataset* que posea una mayor cantidad de datos.

5. DISCUSIÓN

El papel de las mipymes es relevante para la economía colombiana y mundial en tres factores: el gran porcentaje del tejido empresarial de los países, el alto índice de empleos que representan y la significativa oferta de empleo para los sectores vulnerables de la sociedad, como ya se ha mencionado. A pesar de los esfuerzos de los países y las recomendaciones de los organismos internacionales, las altas cifras de desaparición de las mipymes en sus primeros años de existencia se han mantenido por décadas. Estos esfuerzos se enfocan, por lo general, en: estímulos para la creación, disminución de impuestos, créditos blandos y, en algunos casos, cursos de corta duración sobre administración y contabilidad, y aunque resultan valiosos, no son suficientes para mitigar una estadística tan preocupante; es ahí donde entran el análisis y el control de flujo de caja como elementos determinantes para prevenir la insolvencia y la iliquidez.

En cuanto a la elaboración del estado del arte, resultó sorprendente el bajo número de fuentes bibliográficas sobre la gestión del flujo de caja que empleen los diferentes tipos de analítica mencionada, siendo este un proceso tan relevante para la liquidez de las empresas, y conociendo la poca supervivencia de las mipymes. En tanto, se considera que es un llamado para la academia, el Estado y las empresas, a aportar más en esta área del conocimiento, no solo en capacitación, como aparece en algunas referencias, sino con herramientas que les permitan a los microempresarios conocer el estado actual de su negocio y tomar decisiones oportunas.

La aplicación de modelos de clasificación de inteligencia artificial en el análisis financiero es fundamental en la toma de decisiones empresariales. La capacidad de predecir la probabilidad del riesgo de insolvencia de una empresa por gestión del flujo de caja puede tener un impacto significativo en la rentabilidad, la estabilidad financiera y la supervivencia. El hecho de que existan muy pocos trabajos publicados en las bases de datos científicas sobre este tema resalta la necesidad de investigaciones adicionales, además del potencial, para mejoras sustanciales en este campo y evitar la desaparición temprana

de las mipymes. La obtención y procesamiento de datos financieros de alta calidad es un paso esencial en la construcción de modelos de inteligencia artificial efectivos en finanzas y está limitada la disponibilidad de datos relevantes como un desafío clave en esta investigación.

En dirección hacia lo que ya se ha expuesto, el trabajo sobre la «Importancia del flujo de caja para toma de decisiones financieras para las MIPYMES en Villavicencio» (Murcia Firigua et al., 2020) aportó que aproximadamente el 50% de los emprendedores posee como máximo un nivel de formación de tecnólogos y el 36.7% son universitarios (véase Figura 9), aunque la mayoría no pertenece a áreas de la administración o contabilidad, donde habría una mayor fortaleza y valoración por los procesos contables, específicamente por el flujo de caja. Es muy importante que los microempresarios adquieran un conocimiento sobre contabilidad y flujo de caja, pero esta es un área profesional que no se puede reemplazar con cursos de corta duración, como lo pretenden hacer algunas entidades públicas o privadas en apoyo a los emprendedores.

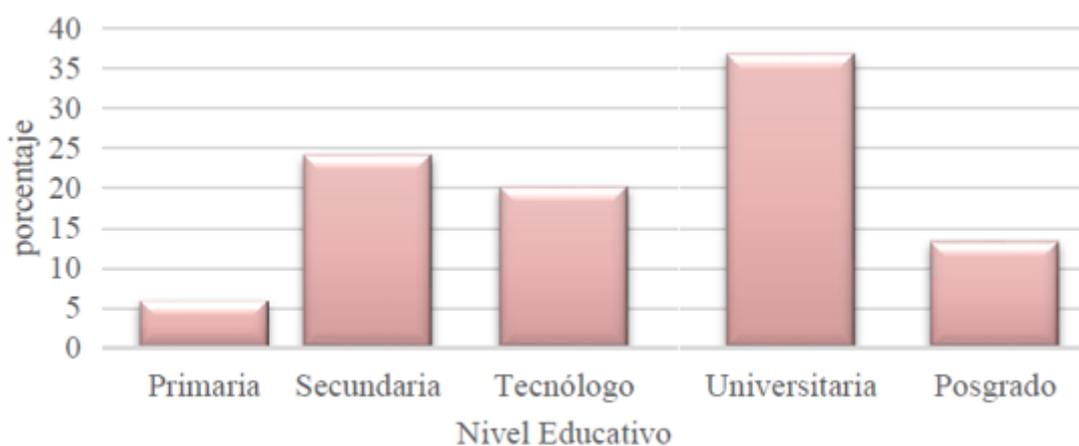


Figura 9

Nivel educativo de los gerentes y propietarios de las mipymes de Villavicencio

Figure 9. Educational attainment of CEOs and owners of MSMEs in Villavicencio

Fuente: Murcia Firigua et al. (2020).

De este modo, se considera que es posible aportar a que las mipymes tengan una esperanza de vida mayor, empleando las tecnologías de la cuarta revolución industrial, como son las TIC y la IA. Es debido a ello que la presente investigación propone un modelo de analítica de datos que apoye el análisis, el control y la toma de decisiones del flujo de caja en las mipymes, orientado a los emprendedores con conocimientos básicos de flujo de caja, pero que además reconoce la necesidad de formación en esta área del conocimiento, tan necesaria para la toma de decisiones asertivas en el campo económico.

6. CONCLUSIONES

Tanto desde algunas referencias bibliográficas, como desde las encuestas realizadas a las mipymes, se evidenció una baja valoración del empleo del flujo de caja como herramienta que permite llevar un control del comportamiento de sus negocios. Sin embargo, la baja valoración se debe al desconocimiento que tienen los emprendedores de esta área del conocimiento, pues con los cursos de corta duración que ofrecen las entidades públicas y privadas no es suficiente, dado que se trata de un área de profesión que demanda, no solo mayor fundamentación, sino también una oferta de herramientas basada en las TIC a disposición de los microempresarios, que faciliten la comprensión, el análisis y la toma de decisiones con respecto al flujo de caja. Esto corresponde con el propósito de la investigación en cuestión y fue lo que motivó el surgimiento del modelo de analítica de datos sobre flujo de caja propuesto, el cual está conformado por tres componentes o aplicaciones: el módulo que facilita la visualización, interpretación y análisis de las variables de flujo de caja mediante *dashboard* interactivos, que se denomina *módulo de analítica descriptiva*. Un segundo componente, identificado como *módulo de analítica diagnóstica*, parte de la información real almacenada en la base de datos de la mipymes, para que el empresario pueda generar escenarios, modificando indicadores de los ingresos o egresos, observar a través de estos cómo se comportaría su flujo de caja y tomar decisiones más conscientes para su empresa, aplicación que aportaría, no solo en caso de iliquidez, sino también para mejorar la rentabilidad del negocio. Y, por último, un *módulo de analítica predictiva*, construido con inteligencia artificial, más específicamente con bosques aleatorios, que se apoya en la información contable almacenada en la plataforma Fintech para advertir sobre la probabilidad de insolvencia de la empresa, funcionando como un sistema de alerta temprana para que el microempresario pueda generar estrategias que salven su negocio.

El modelo propuesto de analítica de datos para flujo de caja, que para el momento de la publicación de este manuscrito se encuentra en construcción, pero partiendo de lo desarrollado a lo largo de esta investigación, así como de las pruebas piloto realizadas, se puede afirmar que este es bastante prometedor y que se presenta como una herramienta que aporte al análisis, la toma de decisiones con respecto al flujo de caja y a mitigar la desaparición temprana de las mipymes, que son un componente de gran importancia para el tejido empresarial y la generación de empleo, no solo Colombia, sino también en el mundo. Sin embargo, es muy importante que los diferentes actores de la sociedad planteen estrategias que contribuyan a la supervivencia de las mipymes, en particular desde la academia, y se aborden procesos investigativos al respecto.

Agradecimientos

Los autores hacen un reconocimiento por sus valiosos aportes a los demás miembros de la investigación: a Diomar Arenas y María José Monsalve, que hacen parte de la empresa Grupo Nex; a Gustavo Masías, del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM); a Orlado Alarcón, por la sistematización de la encuesta; y a José Maldonado, asesor en temas de flujo de caja del proyecto.

REFERENCIAS

- Ángel Agudelo, M. N., y Serna, Y. B. (2020). *El manejo adecuado del flujo de caja como herramienta de crecimiento financiero en las Pymes de Medellín* [Trabajo de pregrado, Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia]. <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/680/flujo%20de%20caja.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2000). *Apoyo a la pequeña y mediana empresa: una década de actividades del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo (1990–2000)* [https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Apoyo-a-la-peque%C3%B1a-y-mediana-empresa-Una-d%C3%A9cada-de-actividades-del-Grupo-Banco-Interamericano-de-Desarrollo-\(1990-2000\).pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Apoyo-a-la-peque%C3%B1a-y-mediana-empresa-Una-d%C3%A9cada-de-actividades-del-Grupo-Banco-Interamericano-de-Desarrollo-(1990-2000).pdf)
- Cañola García, J. F., y Taborda Blandón, G. E. (2022). Implementing a Deep Learning Algorithm for Detection of Denial of Service Attacks. En *Advances in Computing: 15th Colombian Congress* (pp 46–64). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-19951-6_4
- Cardona García, A. L. (2017). *El flujo de caja como herramienta gerencial para el control financiero* [Trabajo de especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. [Http://accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/proyeccion-de-flujo-de-caja_1563831859.pdf](http://accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/proyeccion-de-flujo-de-caja_1563831859.pdf)
- Carreño-Dueñas, D. A., Salazar-Sanabria, H. F., y Mesa-Mojica, J. I. (2021). Approach to the behavior of cash flow with Systems Dynamics. *Ingeniería*, 26(3), 318-333. <https://doi.org/10.14483/23448393.16339>
- Cespedes Pinche, D. A., y Delgado Torres, M. I. (2019). *Aplicación del flujo de caja, como herramienta financiera, para el control de la liquidez en JYS Control – Carabayllo 2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/15129/C%3a9spedes%20Pinche%2c%20Daysi%20Agrisina-Delgado%20Torres%2c%20Mar%3ada%20Isabel_total.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Cheng, M., Hoang, N., y Wu, Y. (2012). Prediction of project cash flow using time-depended evolutionary LS-SVM inference model. *National Taiwan University of Science and Technology*. <https://www.iaarc.org/publications/fulltext/>

Prediction_of_project_cash_flow_using_time-
dependent_evolutionary_LS-SVM_inference_model.pdf

- Ciro Piedrahíta, C. E. (2015). *Evolución e impacto de Analytics en empresas grandes de diferentes industrias en el sector corporativo en Antioquia* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8146/CarlosEduardo_CiroPiedrahita_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Confecámaras. (2017). *Determinantes de la supervivencia empresarial en Colombia*. https://confecamaras.org.co/phocadownload/Cuadernos_de_analisis_economico/Cuaderno_de_An%D0%B0lisis_Economico_N_14.pdf
- Confecámaras. (2021). *Dinámica de creación de empresas en Colombia*. https://confecamaras.org.co/phocadownload/2020/informe_dinamica_de_creacion_de_empresas_prime_trimestre_2021_002.pdf
- Correa García, J. A. (2005). De la partida doble al análisis financiero. *Contaduría Universidad de Antioquia*, (46), 169–194. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/cont/article/view/25682/21205>
- Correa García, J. A., y Correa Mejía, D. A. (2021). Importancia del estado de flujos de efectivo para la gestión financiera sostenible. *Cuadernos de Contabilidad*, 22. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc22.iefc>
- de Oliveira, R. C. (2018). Estudio de caso: fluxo de caixa uma ferramenta de gestão financeira para a pequena empresa. *Humanidades & Inovação*, 5(11), 166-180. <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/1048>
- Dela Cruz, N. A., Villanueva, A. C. B., Tolin, L. A., Disse, S., Lensink, R., y White, H. (2023). PROTOCOL: Effects of interventions to improve access to financial services for micro-, small-and medium-sized enterprises in low-and middle-income countries: An evidence and gap map. *Campbell Systematic Reviews*, 19(3), e1341. <https://doi.org/10.1002/cl2.1341>
- Dini, M., Stumpo, G. (Coord.). (2020). *Mipymes en América Latina. Un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento*. Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44148/S1900361_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Galeano Cardona, C. L., y Segura Montoya, J. A. (2021). *Propuesta de mejora al modelo determinístico para la gestión financiera de empresas PYMES en Colombia* [Trabajo de pregrado, Universidad EIA]. <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/8399f96a-15f9-4ffd-aa5b-1015b6bc6c97/content>
- Hackernoon. (2017). *The AI Hierarchy of Needs*. <https://hackernoon.com/the-ai-hierarchy-of-needs-18f111fcc007>

- Hendes Velandia, Y. E., y Manrique Galindo, L. M. (2018). *Herramienta para el manejo de flujo de caja en las microempresas de Colombia (Estudios de Caso –Confecciones Sarom, Pasillo Bacatá y Julio Betancourt Técnico Electricista S.A.S)* [Trabajo de especialización, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/3f7a997f-8d13-432d-83db-1e6c7423134f/content>
- Hirache Flores, L. (2013). El flujo de caja como herramienta financiera. *Actualidad Empresarial*, (277). https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24516w/S9/El_flujo_caja_como_herramienta_financiera.pdf
- Ibañez Parra, D. A., y Ballesteros Peluffo, D. A. (2022). Insolvencia de empresas colombianas a partir de indicadores financieros variables de caracterización: aproximación a través de metodología de clasificación desbalanceada. *Revista Económica y Financiera*, (1), 50-58. <https://www.supersociedades.gov.co/documents/20122/1259593/Revista-Economica-y-Financiera-v1.pdf>
- Jackson, A. B., y Luu, S. (2023). Accounting For Digital Assets. *Australian Accounting Review*, 33(3), 302-312. <https://doi.org/10.1111/auar.12402>
- Kawahara, R., y Takeuchi, M. (2021). Cash flow prediction of a bank deposit using scalable graph analysis and machine learning. En *IEEE International Conference on Big Data* (pp. 1647-1656). <https://ieeexplore.ieee.org/document/9672081>
- Lantz, B. (2019). *Machine Learning with R. Expert techniques for predictive modeling*. Packt Publishing (3rd. Edición).
- Luco, A. (s.f.). *Importancia de conocer y manejar el flujo de caja*. Business Consulting. <https://www.businessconsulting.cl/la-importancia-de-conocer-y-manejar-el-flujo-de-caja/#:~:text=Te%20permite%20definir%20la%20viabilidad,o%20cumplir%20con%20las%20obligaciones.>
- Maldonado, J. A. (2019). *Flujo de caja y proyecciones financieras* [Curso en línea]. <https://www.udemy.com/course/flujo-de-caja-y-proyecciones-financieras/>
- Martínez Vargas, A. M., Edilson Hernández, M., y Velásquez Cerón, O. (2022). Evaluación de las decisiones financieras operacionales que generan flujo de caja en las MIPYMES. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 34, 60-82. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/5524/6320>
- Mathworks. (s. f.). *Análisis predictivo. Tres cosas que es necesario saber*. <https://es.mathworks.com/discovery/predictive-analytics.html>
- Miralles-Quirós, M. M., Miralles-Quirós, J. L., y Daza-Izquierdo, J. (2017). Interrelación entre el crecimiento y la rentabilidad de la banca comercial en España. *Estudios de Economía Aplicada*, 35(3),

- 611-628. https://www.redalyc.org/pdf/301/Resumenes/Resumen_30153164003_1.pdf
- Murcia Firigua, C. E., Sánchez Camacho, L., y Sánchez Castaño, I. (2020). *Importancia del flujo de caja para toma de decisiones financieras para las MIPYMES en Villavicencio* [Trabajo de pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/12589/1/UVD.AF_MurciaCristhian-SanchezLorena-SanchezImed_2020
- Oficina Estudios Económicos. (2022). *Informe de tejido empresarial*. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/estudios-economicos/estadisticas-e-informes/informes-de-tejido-empresarial/2022/octubre/oee-dv-informe-de-tejido-empresarial-octubre-2022.pdf.aspx>
- Ossa Giraldo, W., y Jaramillo Marín, V. (2021). *Machine Learning para la estimación del riesgo de crédito en una cartera de consumo* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/29589/Wbeimar_OssaGiraldo_Veronica_JaramilloMarin_2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Parra Rodríguez, F. J. (2017). *Estadística y Machine Learning con R*. Instituto Cántabro de Estadística. <https://rpubs.com/PacoParra/293398>
- Rivas Ospina, M. E. (2017). *El flujo de caja enfocado a la optimización del manejo de las cuentas por pagar a proveedores* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/cuentas-proveedores.html>
- Rodríguez Masero, N., y López Manjón, J. D. (2016). El flujo de caja como determinante de la estructura financiera de las empresas españolas. Un análisis en tiempos de crisis. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 21, 141-159. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233146290009>
- Rodríguez Rocha, J. F. (2008). Flujo de caja. Herramienta clave para la toma de decisiones en la microempresa. *Panorama*, 2(4), 4-12. <https://journal.poligran.edu.co/index.php/panorama/article/view/259/239>
- Romero Acosta, D. A. (2019). *Diseño y aplicación de una metodología de análisis de las decisiones para caracterizar los factores de supervivencia empresarial en pequeñas empresas del sector manufactura de la ciudad de Bogotá D.C.* [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/2c08c037-5cfc-42b0-b8ee-5cfb0650451f/content>
- Roncal Sánchez, R. A. (2019). *El flujo de caja como herramienta de gestión de la liquidez de las pequeñas empresas: una revisión de la literatura científica en los 10 últimos años* [Trabajo de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24911/Trabajo%20de%20investigaci%c3%b3n%20ROBER%20ANTONI>

%20RONCAL%20SANCHEZ%20Total.pdf?
sequence=7&isAllowed=y

Souza, A. N. M., Soares, J. M. M. V., de Lima Tavares, A., Mol, A. L. R., y de Oliveira, A. F. (2020). Value Relevance do Cash Flow Return on Investment no Mercado Acionário Brasileiro. *Revista Evidenciação Contábil & Finanças*, 8(3), 91-105. <https://doi.org/10.22478/ufpb.2318-1001.2020v8n3.50594>

Notas

* Este artículo se deriva del proyecto de investigación *Plataforma Informática FINTECH de Analítica Predictiva para el Flujo de Caja y Contabilidad Empresarial de MiPyMEs* en Colombia, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (MInCiencias) y aprobado en *Convocatoria fomento a la innovación y desarrollo tecnológico en las empresas–Senainnova «por la reactivación del país»*, Número 901, ejecutado por la empresa Grupo NEX y el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) de Medellín, Colombia.

- CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no presentan conflictos de interés financiero, profesional o personal que pueda influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

- CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

A continuación, se da una breve descripción del aporte de cada autor al desarrollo y elaboración de este manuscrito:

Gabriel Enrique Tabora Blandón: coinvestigador del proyecto, modelo de analítica para flujo de caja, modelo de analítica diagnóstica, elaboración encuesta y redacción del manuscrito.

Brayan Stiven Castaño Zuluaga: Joven investigador e innovador del ITM, elaboración del estado del arte, módulo de analítica predictiva y redacción del documento.

Javier Mauricio Durán Vásquez: investigador principal del proyecto, módulos de analítica descriptiva y diagnóstica, redacción del documento de los módulos respectivos.

Romario Conto López: módulo de analítica predictiva, redacción del documento del módulo respectivo.

Enevis Rafael Reyes Moreno: módulo de analítica descriptiva, apoyo encuesta, redacción del documento de los módulos respectivos.

Información adicional

Cómo citar / How to cite: Tabora Blandón, G. E., Castaño Zuluaga, B. S., Durán Vásquez, J. M., Conto López, R., y Reyes Moreno, E. R. (2024). Propuesta de modelo de analítica para flujo de caja en mipymes en Colombia. *Revista CEA*, 10(22), e2607. <https://doi.org/10.22430/24223182.2607>