

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA



**“IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES PARA LA PREDICCIÓN DE
FLUJOS DE CAJA EN MEDIANAS EMPRESAS DEL SECTOR COMERCIO
UBICADAS EN EL DISTRITO DE SOYAPANGO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
GARCÍA HERNÁNDEZ, DOUGLAS VLADIMIR
GONZÁLEZ PAZ, FÁTIMA CONCEPCIÓN

PARA OPTAR AL GRADO DE:
MAESTRO(A) EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

DICIEMBRE 2025
CIUDAD UNIVERSITARIA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR : M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA
VICERRECTORA ACADÉMICA : Ph.D. EVELYN BEATRIZ FARFÁN
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
SECRETARIO GENERAL : LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

DECANA : LICDA. CELINA AMAYA DE CALDERÓN
VICEDECANO : M.Sc. NIXON ROGELIO HERNÁNDEZ VÁSQUEZ
SECRETARIO : M.Sc. JUAN PABLO MARÍN
DIRECTOR DE LA MAESTRÍA : M.Sc. JUAN VICENTE ALVARADO RODRÍGUEZ
ADMINISTRADOR ACADÉMICO: LIC. EDGAR ANTONIO MEDRANO MELÉNDEZ
TRIBUNAL EXAMINADOR : M.Sc. JUAN VICENTE ALVARADO RODRÍGUEZ
MSc. JONNY FRANCISCO MERCADO CARRILLO
MSc. EFRAIN ANTONIO RIVAS GARCIA

DICIEMBRE 2025

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR CENTROAMÉRICA

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mi familia por su apoyo incondicional.

Douglas Vladimir García Hernández

A Dios, a mi familia, y amigos, y de manera muy especial a Martha Isabella, quien es mi mayor inspiración y la razón que impulsa cada uno de mis esfuerzos, esperando que este logro sea un ejemplo de perseverancia y amor para que siempre persiga sus sueños.

Fátima Concepción González Paz

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	i
INTRODUCCIÓN	ii
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del Problema	3
1.3. Preguntas de investigación.....	4
1.4. Objetivos de investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación del problema	5
1.6. Formulación de hipótesis	6
1.6.1. Hipótesis de investigación	6
1.6.2. Hipótesis nula.....	6
1.6.3. Operacionalización de las variables	7
2. MARCO TEORICO	9
2.1. Generalidades de las medianas empresas.....	9
2.1.1. Definición y características	9
2.1.2. Principales retos financieros.....	9
2.1.3. Estrategias financieras actuales	10
2.2. Redes Neuronales.....	11
2.2.1. Introducción a la Inteligencia Artificial (IA)	11
2.2.2. Redes Neuronales Artificiales (RNA).....	12
2.3. Predicción del Flujo de Caja.....	13
2.3.1. Redes Neuronales en la predicción financiera	14
2.4. Herramientas tecnológicas para la implementación	14
2.4.1. Uso de lenguajes de programación.....	14
2.4.2. Librerías de Python para predicción con redes neuronales	15
2.5. Formulación del Flujo de Caja.....	16
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.1. Tipo de investigación	18
3.2. Población y muestra	19
3.2.1. Población	19
3.2.2. Muestra.....	19

3.2.3. Unidad de análisis.....	20
3.3. Técnica e instrumento de recolección de datos	20
3.3.1. Técnica20	
3.3.2. Instrumento.....	20
3.3.3. Procedimiento	21
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	22
4.1. Análisis de datos	22
4.2. Comprobación de hipótesis.....	38
4.3. Propuesta de Implementación de Redes Neuronales para la Predicción de Flujos de Caja en Medianas Empresas del Sector Comercio Ubicadas en el distrito de Soyapango	41
4.3.1. Generalidades	42
4.3.2. Importancia.....	42
4.3.3. Alcance.....	43
4.3.4. Análisis de la empresa modelo.....	43
4.3.5. Pasos previos para la construcción del modelo de redes neuronales	44
4.3.6. Estandarización de los datos.....	47
4.3.7. Construcción del modelo.....	49
4.4. Cumplimiento de objetivos	61
4.5. Oportunidad de investigaciones futuras.....	62
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1. Conclusiones.....	63
5.2. Recomendaciones.....	64
Bibliografía	65
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables.....	8
Tabla 2: Clasificación de las PYME en El Salvador.....	9
Tabla 3: Transformación de variable nominal a numérica.....	39
Tabla 4: Resultados de la Prueba Binomial	40
Tabla 5: Transformación de variable nominal a numérica.....	40
Tabla 6: Resultados de la Prueba Binomial	41
Tabla 7: Métricas de validación y sus componentes.....	55
Tabla 8: Componente del flujo de efectivo del año 2024	58

Tabla 9: Comparación del Modelo Tradicional vs el Modelo de Redes Neuronales.....	59
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: ¿Cuántos años lleva operando la empresa?	22
Figura 2: ¿Qué método utiliza actualmente su empresa para proyectar los flujos de caja de corto plazo?	23
Figura 3: ¿Qué herramientas utiliza actualmente su empresa para elaborar flujos de caja de corto plazo.....	24
Figura 4: ¿Con qué frecuencia actualiza su empresa las proyecciones de flujo de caja de corto plazo?	25
Figura 5: ¿Cuáles de los siguientes componentes del flujo de caja son más relevantes dentro de su proyección a corto plazo?	26
Figura 6: ¿Qué tan preciso considera que es el método actual para predecir el flujo de caja?	27
Figura 7: En los últimos 12 meses, ¿Cuáles de los siguientes factores han dificultado que su empresa anticipe problemas de liquidez?	28
Figura 8: ¿Qué consecuencias ha experimentado su empresa debido a dificultades en la proyección de flujo de caja?	29
Figura 9: ¿Qué tan relevantes son los siguientes factores para la variabilidad de su flujo de caja?	30
Figura 10: ¿Cómo describiría la actitud general de su empresa hacia la adopción de nuevas tecnologías?.....	31
Figura 11:¿Qué tan relevante considera mejorar la predicción del flujo de caja para su empresa?.....	32
Figura 12: ¿Qué impacto cree que tendría una mejor predicción del flujo de caja en la planificación financiera de su empresa?	32
Figura 13: ¿Estaría a disposición de considerar la implementación de una solución tecnológica avanzada si se demuestra que mejora la precisión en la proyección del flujo de efectivo a corto plazo? ..	33
Figura 14: ¿Cuáles de las siguientes herramientas o procesos automatizados ha implementado su empresa para apoyar la gestión financiera o la proyección del flujo de caja?	34
Figura 15: ¿Con cuál de los siguientes recursos tecnológicos cuenta su empresa actualmente?.....	35
Figura 16: ¿Considera que la infraestructura tecnológica actual de su empresa es suficiente para organizar y estructurar la información financiera de manera efectiva?	36
Figura 17: En caso de que su infraestructura tecnológica sea limitada, ¿Cuáles son los principales obstáculos?.....	37
Figura 18: ¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para implementar soluciones tecnológicas avanzadas para la proyección del flujo de efectivo a corto plazo?	38
Figura 19: Generalidades de la compañía	45

Figura 20: Información de Flujos.....	47
Figura 21: Configuración de Google Colab.....	50
Figura 22: Resumen Estadístico.....	51
Figura 23: Flujos de Caja Históricos.....	51
Figura 24: Índice de Estacionalidad Mensual	52
Figura 25: Análisis de tendencia.....	52
Figura 26: Flujos de Caja.....	54
Figura 27: Datos de Flujos de Caja de Corto Plazo	57
Figura 28: Modelo Excel vs Modelo de Redes Neuronales.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario

Anexo 2: Número de Empresas en El Salvador

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio se centró en la aplicación de redes neuronales, en particular modelos LSTM, como una herramienta de predicción de flujos de caja para las medianas empresas del sector comercio situadas en el distrito de Soyapango. La mayoría de estas empresas emplean métodos manuales, como las hojas de cálculo, que tienen la restricción de no prever los riesgos de liquidez y la complejidad de ajustarse a la volatilidad del mercado en tiempo real.

En contraste, la investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo. Las 12 medianas empresas que se encuentran en el distrito de Soyapango formaron la población de estudio, considerando como unidad de análisis a sus propietarios/gerentes. La información fue obtenida a través de una encuesta estructurada y un análisis documental, y se analizó utilizando pruebas no paramétricas en SPSS.

Los resultados muestran que, aunque las empresas piensan que sus enfoques actuales son razonablemente precisos, hay una clara necesidad de herramientas más eficaces. El prototipo de red neuronal LSTM creado en esta investigación, que incluye elementos estacionales, presentó un rendimiento superior al modelo convencional de Excel, logrando resultados más favorables en 8 de los 12 meses estimados, especialmente en los períodos de mayor estacionalidad comercial.

Se concluye que, la aplicación de redes neuronales para prever los flujos de caja a corto plazo es factible desde el punto de vista técnico y brinda beneficios prácticos a las medianas empresas del sector comercio de Soyapango. Para que la adopción tenga éxito, es crucial mejorar la calidad de la información, invertir en la formación del personal y optimizar la infraestructura tecnológica.

INTRODUCCIÓN

La investigación está organizada en cinco capítulos, en los cuales se trata la problemática presentada, el marco teórico, la metodología utilizada, el análisis de los resultados y las conclusiones y recomendaciones que surgen de la investigación.

El primer capítulo trata sobre los desafíos que enfrentan las medianas empresas comerciales en el distrito de Soyapango en relación con la administración y la proyección de sus flujos de caja. Se incorporaron los antecedentes, la definición del problema, los objetivos e hipótesis de la investigación, así como la justificación del estudio.

En el apartado dos, se expone el marco teórico, en el que se detallan las características de las medianas empresas, las principales dificultades financieras que enfrentan, los conceptos básicos de redes neuronales y su uso en la previsión de flujos de caja, junto con las herramientas tecnológicas utilizadas para su implementación.

El tercer capítulo presenta la metodología utilizada para la investigación, detallando el tipo de estudio, la población y el grupo de personas estudiadas, el instrumento para recopilar datos y el método de análisis de datos que se implementó a través de métodos estadísticos.

En el cuarto capítulo, se presenta un análisis e interpretación de los resultados obtenidos tras la implementación del instrumento, además de la validación de la hipótesis.

La investigación se organiza en cinco capítulos, que tratan los siguientes temas: la cuestión planteada; el marco teórico; el método usado; la interpretación de los resultados; y las conclusiones y sugerencias que surgen de la investigación. Asimismo, se expuso una sugerencia para llevar a cabo un modelo de redes neuronales que anticipe los flujos de caja en una empresa de ejemplo, describiendo el procedimiento de preparación de datos, desarrollo, entrenamiento y validación del modelo.

Para terminar, en el quinto capítulo salieron a relucir los hallazgos junto con recomendaciones derivadas del estudio, resaltando cómo las redes neuronales podrían usarse como recurso innovador al momento de mejorar el control de efectivo y la organización económica en empresas de tamaño intermedio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Las medianas empresas en la economía han tenido y tienen un rol relevante, debido a que, son entidades participes del crecimiento económico, generando empleos y masa monetaria. No obstante, estas al igual que las demás empresas, presentan dificultades sobre todo en la gestión del flujo de caja, lo que, puede comprometer su estabilidad financiera y continuidad a largo plazo.

“Los flujos de caja como un componente de la gestión financiera, es una actividad de relevancia en la estabilidad financiera para cualquier compañía. Al observar el panorama de las medianas empresas, estas han enfrentado importantes dificultades debido a la limitada capacidad tecnológica y a la sensibilidad ante los bruscos o repentinos cambios del mercado” (Madrid, 2021).

“La ausencia de herramientas de predicción de flujos de caja complejas, que integren diversidad de factores, como, por ejemplo, estacionalidades, ciclos económicos, patrones de consumo, entre otras variables; y un modelo preciso de proyección de ingresos y egresos, provocan que el nivel de incertidumbre sea mayor, y en consecuencia, lleve a tomar decisiones perjudiciales en cuanto al nivel de inversiones, compra de inventarios o contratación de talento humano, lo que en el corto plazo puede afectar la estabilidad financiera de las entidades” (Stumpo, 2020).

"Los progresos en tecnología e inteligencia artificial han llevado a que los métodos tradicionales de análisis y pronósticos financieros necesiten ser actualizados continuamente. “Entre las tecnologías que han generado transformaciones en estos campos están las redes

neuronales artificiales, que han mostrado la habilidad para modelar relaciones no lineales y para reconocer patrones sólidos y complejos en las bases de datos” (Rodrigues, 2024).

“Las redes neuronales tienen la ventaja de que son capaces de examinar grandes volúmenes de información, descubrir patrones escondidos y realizar proyecciones más exactas en menos tiempo que los modelos tradicionales. Además, pueden identificar relaciones complejas entre las variables económicas del mercado y las propias de una organización, lo cual posibilita prever problemas financieros como la liquidez o la operación, y así mejorar el proceso de toma de decisiones financieras” (Service, 2025).

“Por lo tanto, las redes neuronales han pasado a ser una herramienta con gran potencial para pronosticar los flujos de caja. Para las empresas medianas, poner en práctica las redes neuronales para predecir los flujos de caja es un proceso estratégico, mejorando el proceso de tomar decisiones financieras a través del empleo de inteligencia artificial” (Goodfellow, 2016).

No obstante, en las medianas empresas, a pesar de los avances tecnológicos actuales, la adopción de este tipo de tecnología es limitada; entre los obstáculos de adopción se pueden mencionar: falta de conocimiento técnico, desconocimiento de su funcionamiento, percepción de altos costos por implementación, consultorías personalizadas, adquisición de licencias o equipos complementarios, entre otros.

“Muchas de las compañías, aún dependen de métodos tradicionales para realizar proyecciones financieras, entre los cuales, se pueden mencionar modelos realizados en hojas de cálculo, estimaciones basadas en tendencias o datos desactualizados, o parciales. Por lo que, la ausencia de la implementación de herramientas avanzadas limita la capacidad de los directivos o alta gerencia de una entidad para tomar decisiones financieras informadas y estratégicas” (Caribe, 2021).

“También, las variaciones por temporada afectan bastante el dinero en mano; por ejemplo, en algunos rubros todo se acelera cuando llega cierto momento del año, aunque luego desciende cuando todo se calma. Este entorno hace más difícil controlar lo que hay en los inventarios, decidir cuándo comprar más producto o pagar deudas próximas. Si estas variaciones no se consideran al formular los pronósticos, las empresas podrían tener dificultades con el efectivo, o capital ocioso” (Ortiz, 2024).

Aunque, las redes neuronales para predecir pueden incluir varias variables externas y pasadas, lo que ayuda a adelantar tendencias externas y de años anteriores, lo que ayuda a anticiparse a tendencias financieras, ajustándose mejor a cómo funciona el mercado en la vida real.

“Puesto que, el uso de esta tecnología en las medianas empresas aún no se intensifica, entonces conviene estudiar la forma en que puede aplicarse sin complicaciones en estos negocios, ajustándose a su funcionamiento diario y a sus posibilidades económicas específicas” (Uribe, 2023).

1.2. Definición del Problema

Las empresas medianas del área comercial luchan con controlar las entradas y salidas de dinero, lo cual afecta su estabilidad económica, así como sus posibilidades de expandirse. Usar herramientas tradicionales como planillas manuales o revisión de números de años anteriores, no resulta suficiente para identificar tendencias cambiantes y complejas, sobre todo cuando los precios varían sin aviso y la demanda se mueve rápido.

El bajo nivel de predicción crea dudas al organizar los flujos de dinero, lo que influye en elecciones clave para operar, ya sea a la hora de invertir, comprar materiales o conseguir trabajadores.

En este escenario, usar nuevas tecnologías, sobre todo las redes neuronales, abre una opción con mucho potencial, debido a que manejan mucha información y descubren cómo se relacionan distintos factores; logran predecir resultados de forma más certera. Aun así, aunque claramente superan a otros métodos, muchas medianas empresas no las aplican debido a falta de conocimientos técnicos, poca claridad sobre cómo operan y miedo por lo que podría salir en gastos.

Ahora bien, es clave hacer un análisis completo para ver si usar redes neuronales para predecir el flujo de caja logra vencer las limitaciones de los métodos tradicionales, con lo cual se optimiza la administración de las medianas empresas.

1.3. Preguntas de investigación

- 1.1. ¿Cómo puede la implementación de redes neuronales, mejorar la predicción de los flujos de caja en las medianas empresas, permitiendo una gestión financiera más eficiente en la toma de decisiones informadas?
- 1.2. ¿Cuáles son las principales limitaciones que enfrentan las medianas empresas en la estimación de sus flujos de caja?
- 1.3. ¿Cómo la implementación de redes neuronales puede ayudar a detectar con anticipación problemas de liquidez en las medianas empresas?

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo general

- Desarrollar un modelo de redes neuronales para la predicción de flujos de caja, con el fin de optimizar la planificación y la toma de decisiones financieras.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diseñar un modelo de redes neuronales que utilice datos históricos para predecir con mayor precisión los flujos de caja futuros.
- Incorporar variables estacionales y cíclicas en el modelo para mejorar la predicción de flujos de caja mediante la implementación de un modelo basado en redes neuronales.
- Comparar cuantitativamente el rendimiento del modelo de redes neuronales con relación al método tradicional de crecimiento porcentual en Excel.

1.5. Justificación del problema

El estudio parte de la necesidad real de crear instrumentos analíticos más certeros y ágiles que apoyen las decisiones financieras de las medianas empresas del sector comercio. La manera en que estas empresas funcionan las hace vulnerables a los movimientos bruscos del mercado o a cambios repentinos en los hábitos de compra, puesto que los riesgos relacionados con la gestión del efectivo son elevados.

Un manejo inadecuado del efectivo puede provocar falta de liquidez, dificultades para el pago de deudas o, si las condiciones se alejan de lo esperado, inclusive podrían paralizar las actividades e incluso el cierre definitivo del negocio.

En este escenario, la aplicación de métodos clásicos para predecir resulta insuficiente frente a patrones cambiantes, ciclos recurrentes y la alta complejidad asociada a la estimación de las variables económicas. Por lo tanto, se vuelve fundamental probar enfoques alternos, como las redes neuronales o sistemas de aprendizaje automático, que permitan detectar con mayor precisión lo que ocurre con la información y entregar pronósticos más confiables.

En este punto, es cuando las redes neuronales cobran relevancia al ofrecer un enfoque alternativo. Dado que pueden detectar estructuras complejas, adaptarse a información irregular y

afinar sus resultados mediante el aprendizaje continuo, resultan útiles para anticipar cambios en las variables económicas. La aplicación de este tipo de modelos de proyección de ingresos no solo contribuye a ajustar las previsiones, sino que también facilita la planificación de inventarios, gestión de costos y establece la definición de pasos clave en las empresas.

Este estudio aporta beneficios diversos. En primer lugar, brinda una propuesta metodológica específica que pueda contribuir a fortalecer la situación financiera de las medianas empresas. En segundo lugar, impulsa el desarrollo del conocimiento en el empalme entre las redes neuronales y las finanzas, al aplicar técnicas de aprendizaje automático a la gestión de caja. Finalmente, sienta las bases de referencia para futuras investigaciones que se interesen en incorporar innovaciones tecnológicas en la gestión financiera de empresas similares.

En última instancia, responde a una necesidad real del mundo empresarial y se alinea con las tendencias globales de la modernización tecnológica en el campo de las finanzas, específicamente en la gestión del efectivo al proponer instrumentos que aporten más precisión, flexibilidad y adaptación que ayuden a la preservación de la viabilidad de las medianas empresas.

1.6. Formulación de hipótesis

1.6.1. Hipótesis de investigación

La implementación de un modelo de redes neuronales mejorará la precisión en la predicción de los flujos de caja, permitiendo una planificación financiera más efectiva en las medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango.

1.6.2. Hipótesis nula

La implementación de un modelo de redes neuronales no mejorará la precisión en la predicción de los flujos de caja, ni contribuirá a una planificación financiera más efectiva en las medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango.

1.6.3. Operacionalización de las variables

A continuación, se presenta la operacionalización de las variables en estudio, su determinación conceptual y los indicadores que permitirán la medición de estas:

Tabla 1: Operacionalización de las variables

Hipótesis	Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
H ₁ : La implementación de un modelo de redes neuronales mejorará la precisión en la predicción de los flujos de caja, permitiendo una planificación financiera más efectiva en las medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango.	1. Implementación de redes neuronales (VI)	VI: Aplicación de un modelo de inteligencia artificial	VI: Nivel de implementación del modelo	VI: - Modelo LSTM ejecutado.
	2. Precisión en la predicción del flujo de caja (VD1)	basado en redes neuronales para prever ingresos y egresos futuros.	VD1: Precisión percibida VD2: Gestión financiera planificada	- Proyección completa (12/12 meses). - Archivo Excel generado.
	3. Planificación financiera efectiva (VD2)	VD1: Grado de exactitud que presentan las estimaciones de flujo de caja proyectado, basado en percepción y resultados previos. VD2: Capacidad de una empresa para anticipar necesidades financieras, optimizar recursos y tomar decisiones oportunas.		- Evidencia de gráficos clave VD1: -MAE [USD] - RMSE [USD] - MAPE [%] - Sesgo medio (ME) [USD] - Cobertura de intervalos [%] - ΔMAPE vs. Excel [%] VD2• Utilidad percibida • Confiabilidad percibida • Pronóstico disponible (Excel 12 meses).
H ₀ : La implementación de un modelo de redes neuronales no mejorará significativamente la precisión en la predicción de los flujos de caja ni contribuirá a una planificación financiera más efectiva en las medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango.				

Nota: *Elaboración propia.*

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades de las medianas empresas

2.1.1. Definición y características

El concepto de medianas empresas no se ha estandarizado de forma internacional, por lo general, se clasifican considerando la base de un número de empleados y el volumen de las ventas.

En términos generales, “una mediana empresa es una entidad económica que produce bienes y ofrece servicios, puede ser dirigida de forma personalizada y autónoma por su propietario. Estas se caracterizan por contar con un número reducido de empleados y una participación limitada en el mercado” (Cardozo, Naime, & Monroy, 2012).

Tabla 2: Clasificación de las PYME en El Salvador

Concepto según Tamaño de Unidad Económica o Segmento Empresarial	Personería	Establecimiento	Indicadores (Dimensiones)	
			Laboral (Trabajadores permanentes remunerados)	Financiera (Ventas brutas anuales)
Microempresas	Natural o jurídica	Fijo	Hasta 10	Hasta \$100,000
Pequeña Empresa	Natural o jurídica	Fijo	Hasta 50	Hasta \$1,000,000
Mediana Empresa	Natural o jurídica	Fijo	Hasta 100	Hasta \$7.0 millones

Fuente: Datos adaptados de NPB4 – 17 Normas sobre el procedimiento para la recolección de datos del sistema central de riesgos, Superintendencia del Sistema Financiero

2.1.2. Principales retos financieros

El Observatorio de la MYPE de la Fundación Salvadoreña de Apoyo Integral (FUSAI), en sus múltiples estudios, aborda que “las empresas en El Salvador se ven afectadas por factores

como la competencia creciente, disminución de la demanda, dificultad para acceder a créditos, entre otros” (Ortiz, 2024).

“Las medianas empresas se han vuelto un engranaje importante en la economía, entre los principales retos que enfrentan se pueden mencionar: la falta de liquidez, la dependencia de financiamiento externo, dificultades para mantener una gestión financiera equilibrada, entre otros” (Olmos, 2013).

2.1.3. Estrategias financieras actuales

Las estrategias financieras actuales se enfocan en optimizar los recursos financieros de las compañías; en el caso de las medianas empresas, dichas tácticas deben enfocarse en la diversificación de las fuentes de financiamiento, la formulación de un plan financiero consistente y la mejora en la eficiencia y sostenibilidad en el largo plazo.

Por otra parte, “la globalización de los mercados, los avances tecnológicos, los cambios en el sistema de información, representan retos y oportunidades para las medianas empresas, las cuales, día tras día, se deben reinventar para poder sobrevivir en el cambiante mundo de los negocios” (Porter, 2008).

Los métodos cuantitativos que abarcan las técnicas de regresión y series temporales. Entre los principales métodos se pueden mencionar (Glasserman, 2004):

- Modelos de pronósticos: Estos modelos adoptan diversos modelos de pronósticos para mejorar las proyecciones financieras.
- Herramientas tecnológicas: La utilización de software especializado en proyecciones y gestiones financieras puede ser de mucha utilidad ante una economía tan cambiante.

Entre los componentes claves de una proyección de flujo de caja se encuentran los ingresos, costos, gastos, los flujos de inversiones y financiamiento. “En la proyección de flujos de caja, es importante incorporar el análisis de escenarios y sensibilidades para preparar a la empresa ante fluctuaciones y el comportamiento del mercado” (Uribe, 2023).

Usar simulaciones ayuda a prever cómo podría comportarse el flujo de efectivo. “Uno de estos métodos es el de Monte Carlo, que crea varios escenarios al azar para estimar qué tan probable es cada resultado posible” (Glasserman, 2004).

Esta técnica ayuda a identificar riesgos y oportunidades; sin embargo, para una mediana empresa puede resultar un poco complejo ya sea por su nivel de dificultad o porque no cuenta con el personal técnico necesario para emplear este método.

No obstante, se debe considerar emplear una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, junto con herramientas tecnológicas y análisis avanzados, de modo que, con esta mezcla los profesionales pueden realizar proyecciones de flujos de caja con mayor precisión.

2.2. Redes Neuronales

2.2.1. Introducción a la Inteligencia Artificial (IA)

En la actualidad, muchas de las actividades mentales humanas, como escribir programas de cómputo, razonar con sentido común o conducir un automóvil, se están automatizando. A medida que la tecnología avanza, se vuelve más sofisticada.

“La inteligencia artificial, es un subcampo de la informática que busca crear sistemas capaces de realizar tareas, que requerían de inteligencia humana” (Stuart Russell, Peter Norvig, 2021).

La inteligencia artificial se divide en varias ramas, entre las cuales se encuentran, por ejemplo; machine learning, procesamiento de lenguaje natural, visión por computadora, entre otros.

“Entre algunas ventajas se pueden mencionar: automatización de tareas rutinarias, reducción de tiempos, mejor detección de anomalías y riesgos, precisión de pronósticos, mayor capacidad de aprendizaje, reducción de errores humanos” (Nilsson, 2010).

2.2.2. Redes Neuronales Artificiales (RNA)

“Un sistema de inteligencia artificial se organiza como un equipo de engranaje, donde todo debe funcionar para cumplir un fin específico, similar a como se comunican las neuronas para identificar, analizar y tomar decisiones” (Stuart Russell, Peter Norvig, 2021).

“Un montón de pequeñas partes imitan al cerebro y procesan datos como lo hacen las neuronas al recibir señales. Este diseño tiene piezas artificiales que hablan entre sí; por medio de estas uniones, van solucionando actividades específicas paso a paso” (Haykin, 2009).

“Los elementos básicos de una red neuronal son capas, neuronas, pesos, bias, y función de activación. Entre los tipos de redes neuronales para proyecciones se encuentran” (Stuart Russell, Peter Norvig, 2021):

- Perceptrón multicapa (MLP): está compuesto por capas densas y funciones de activación, el cual puede capturar patrones no lineales en datos temporales.
- Redes Neuronales Recurrentes (RNN): están hechas para detectar patrones en series de datos con orden, donde las salidas retornan después.

- Memoria a Largo y Corto Plazo (LSTM): es una forma de red neuronal recurrente emplea bloques especiales para grandes bloques de información, durante bastantes intervalos de tiempo.
- Gated Recurrent Units (GRU): Similares al modelo LSTM, pero más sencillas en estructura; las funciones combinan la puerta de entrada y la de olvido en una sola compuerta reguladora.

2.3. Predicción del Flujo de Caja

“Predecir el dinero que entra y sale es clave para manejar bien las finanzas en pymes. Ofrece información útil cuando hay que tomar decisiones importantes o del día a día, ayudando a ver problemas con efectivo antes de que pasen y usar mejor lo disponible” (Jae K. Shim, Joel G. Siegel, 2000).

Los pronósticos sobre los flujos de efectivo entrante permiten anticipar posibles problemas con la liquidez, además indican si es necesario adquirir financiamiento o si los ingresos del negocio son suficientes para llevar a cabo nuevos proyectos y planes de expansión.

A continuación algunos ejemplos de formas para predecir entradas y salidas de dinero (Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F., 2020):

- Un vistazo a lo que pasa en cada época ayuda a ver cuándo suben o bajan líneas importantes como ganancias, movimientos de dinero o compras. A veces hay momentos del año donde todo se repite más o menos igual.
- Medias móviles: reducen cambios bruscos a corto plazo en la información, así se ven mejor las direcciones ocultas.

“Además, sirven para hacer predicciones las planillas digitales junto con métodos estadísticos aplicados a la economía; dentro de estos últimos hay varios tipos” (Zhang, 2003):

- Un modelo ARIMA (media móvil integrada autorregresiva) sirve para analizar series de tiempo relativamente estables, mostrando tendencias mediante regresiones propias.
- VAR: es un modelo multi variable que analiza cómo estas se influyen mutuamente en el tiempo. Principalmente resulta útil para estudiar el impacto de modificaciones en una variable sobre las demás.

2.3.1. Redes Neuronales en la predicción financiera

“Las redes neuronales en la actualidad, se utilizan para anticipar datos económicos, porque logran imitar conexiones complicadas sin seguir fórmulas simples” (Goodfellow, 2016).

Al observar las redes neuronales frente a técnicas clásicas, se muestran ciertas diferencias, entre las cuales se pueden mencionar:

- a. Exactitud: “Las redes neuronales son más precisas frente a los enfoques clásicos porque pueden gestionar patrones complejos junto con cantidades enormes de información” (LeCun, 2015).
- b. Flexibilidad: “Los sistemas de redes se ajustan mejor al procesar información nueva gracias a su habilidad para extrapolar patrones” (Zhang, 2003).

2.4. Herramientas tecnológicas para la implementación

2.4.1. Uso de lenguajes de programación

“La forma en que hablamos ayuda a mostrar cómo pensamos, organizar ideas y guardarlas. Usamos palabras no sólo para entendernos entre personas, sino también para

mantener vivos los saberes con el paso de los años. Un ejemplo claro es Python: sirve para crear programas variados gracias a su diseño flexible y fácil acceso. Este tipo de código funciona sin necesidad de traducción previa, trabaja con objetos y se aplica en múltiples áreas técnicas según indican sus creadores” (Fred L. Jr. Drake Guido Van Rossum, 2011).

Mediante sus estructuras de datos de alto nivel que trabajen en un sistema de tipado dinámico con vinculación dinámica, este lenguaje es aún más propicio para el desarrollo ágil y rápido de aplicaciones. Por otra parte, su elevada versatilidad hace que sea un buen lenguaje de secuencias de comandos y también, una buena opción para interconectar componentes existentes en diferentes entornos de software.

2.4.2. Librerías de Python para predicción con redes neuronales

En los últimos años, el machine learning ha tenido un crecimiento constante, sobre todo en el mundo empresarial, debido a que, los empresarios han denotado la ventaja que supone aplicar estas técnicas respecto a sus competidores.

Para realizar una implementación de Machine Learning, son indispensables las librerías de Python, estas, son un conjunto de funciones, clases y métodos predefinidos que extienden la funcionalidad básica del lenguaje, permiten a los programadores realizar tareas específicas de manera más eficiente.

Entre las librerías de Python se encuentran (Hilpisch, 2018):

- **TensorFlow:** es una herramienta de cálculo y librería abierta para la inteligencia artificial, creada en 2011 por el grupo Google Brain.
- **Keras:** es un entorno sencillo para armar redes neuronales, famoso por ser claro y fácil de manejar. Trabaja sobre la base de herramientas como TensorFlow, se creó para agilizar pruebas rápidas y desarrollo ágil; ayuda a científicos y

programadores a montar sistemas avanzados usando código directo y comprensible.

- **PyTorch:** es una herramienta de Python que ayuda a manejar redes neuronales con más sencillez. La ventaja es que permite armar estructuras avanzadas sin muchas complicaciones, casi como programar de forma natural.

2.5. Formulación del Flujo de Caja

Calcular el flujo de efectivo futuro mezcla métodos de análisis de datos, saber cómo funciona la empresa en lo económico, junto con usar programas tipo TensorFlow o Keras, por ejemplo.

A continuación, vamos con los pasos para predecir flujos de efectivo usando redes neuronales (Schurmann, 2015):

- ✓ **Recolección y preparación de datos:** Se deben recolectar los datos históricos relevantes de la compañía, como, por ejemplo, ingresos, costos operativos, gastos fijos, amortización/depreciación, inversión de capital, cambios de trabajo, datos macroeconómicos opcionales (PIB, inflación, tasas de interés, tasa de desempleo).
- ✓ **Tratamiento de la información:** Aquí es necesario revisar bien los datos, dejarlos con el mismo formato, cambiar las variables que no son numéricas en caso de existir, además de crear otras nuevas que sirvan (por ejemplo, partes del total, divisiones entre valores o cambios respecto al pasado).
- ✓ **Crear ventanas temporales:** el valor del flujo de caja, por lo general depende de valores pasados; por este motivo, se deben construir secuencias (ventanas) que representen un número de períodos anteriores como entradas (x), y el siguiente período como salida (y).

- ✓ **Construir la red neuronal (LSTM o MLP):** se define la arquitectura de la red. Para series de tiempo, se utiliza una LSTM o una red MLP. LSTM es preferida porque puede recordar secuencias pasadas más largas. Los componentes claves son: número de capas y neuronas, funciones de activación, y capa de salida.
- ✓ **Entrenamiento del modelo:** En esta etapa, el modelo empieza a reconocer cómo funcionan los datos. Usando información de práctica una y otra vez, va cambiando sus valores por dentro —como ajustar fuerzas o inclinaciones— con tal de reducir errores cuando compara lo que anticipa frente a lo verdadero.
- ✓ **Se prueba con información nueva o con la porción apartada antes.** Para ver cómo lo procesa, miramos números clave tipo error promedio al cuadrado o desviación absoluta típica.
- ✓ Después de calibrar el sistema, toca probarlo con datos frescos o los que apartaste antes. Averiguas cómo le va usando indicadores como el error cuadrático medio o la diferencia media absoluta.
- ✓ **Ajustes y validaciones:** Si el modelo tiene un buen rendimiento, se pueden realizar ajustes a los parámetros, incorporar nuevas variables o realizar pruebas con otras, modificar la arquitectura, y aplicar validación cruzada de los datos, con el fin de optimizar el modelo para mejorar su rendimiento antes de colocarlo en producción.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación se realizó por medio del enfoque cuantitativo, el objetivo era la medición, análisis y verificación de la relación entre variables de forma objetiva y numérica.

Este enfoque de investigación permitió recoger datos a través de un instrumento estructurado, que estuvo sujeto a procesamiento estadístico a fin de conseguir los resultados verificables.

El objetivo fue verificar si la incorporación de redes neuronales mejora la predicción de flujos de caja en medianas empresas del sector comercio, situadas en el distrito Soyapango. Para esto se necesitó recurrir a datos financieros históricos y a las respuestas obtenidas a través de las encuestas. Estos datos luego fueron transformados en información cuantificable, así permitiendo aplicar las pruebas estadísticas.

Se puso a prueba la hipótesis analizando datos numéricos con el programa SPSS Statistics. El objetivo es comprobar si usar un modelo de redes neuronales para predecir flujos de caja puede mejorar la precisión de las predicciones financieras.

La investigación se desarrolló mediante un estudio analítico-descriptivo; se analizará la problemática y se aplicará el método hipotético-deductivo: a) hipotético porque permitirá una vista general de los aspectos que han generado el problema de investigación; b) deductivo porque a través de ello proporcionará una visión detallada para comprender al sujeto y analizar de manera más precisa la implementación del modelo de redes neuronales en la predicción de flujos

de caja en medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango. (Hernández Sampieri, 2014)

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La presente investigación se centra específicamente en la aplicación de redes neuronales para poder predecir de manera precisa y con una alta fiabilidad el flujo de caja de las medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango, del departamento de San Salvador, El Salvador.

La población es limitada y bien definida, se decidió utilizar métodos probabilísticos respecto a la selección de la muestra, toda vez que estos métodos permitieron ofrecer una representación más precisa y ajustada a los hechos, a diferencia de los métodos no probabilísticos.

La población total fue de 12 medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango, considerando las variables como el monto de ingresos al año y número de empleados.

3.2.2. Muestra

La población se conformó por 12 empresas de acuerdo con las estadísticas del Banco Central de Reserva de El Salvador, considerando que este número es relativamente pequeño, se decidió por incluir a la totalidad de la población en el estudio, por lo que no se realizará cálculo de muestra.

Lo anterior, permitió asegurar la representatividad total y eliminará cualquier error muestral. Para mayor detalle ver *Anexo 2: Número de Empresas en El Salvador*.

3.2.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis que se consideró en la investigación fueron los administradores de las medianas empresas del sector comercio ubicadas en el distrito de Soyapango.

3.3. Técnica e instrumento de recolección de datos

3.3.1. Técnica

Para esta investigación, las técnicas que se emplearon son las siguientes:

1. **Análisis documental:** Esta técnica conllevó la lectura de documentos significativos, es decir, reportes financieros considerando medianas empresas, literatura sobre redes neuronales en finanzas, registro en formato para los ingresos, egresos, costos y datos de carácter financiero históricos (Tamayo, 2015).
2. **Encuesta estructurada:** Consistió en la elaboración de un cuestionario de preguntas, el cual será hecho de forma digital para medir la percepción sobre los modelos de predicción y otras variables relevantes en esta investigación (Hernández Sampieri, 2014).

3.3.2. Instrumento

El instrumento implementado la recolección de datos fue:

Encuesta estructurada: Esta herramienta que permitió recolectar datos cuantitativos, que se basa en una serie de preguntas predeterminadas con respuestas cerradas.

Dicha herramienta fue diseñada con la finalidad de obtener información de forma estandarizada de las medianas empresas, en este caso los administradores de las medianas empresas del sector comercio que se encuentran ubicadas en el distrito de Soyapango.

A través de este instrumento se buscó conocer la percepción que tenían los encuestados sobre la exactitud con la que estos llevan a cabo de sus métodos actuales de previsión de caja y su disposición para implementar redes neuronales para mejorar sus previsiones financieras.

Para más información ver *Anexo 1: Cuestionario*.

3.3.3. Procedimiento

Tratar los datos significa convertirlos en algo con sentido. Aunque parezca complejo, al final se trata solo de dar forma útil a lo que entra.

Durante estos momentos, la información nueva se conecta con lo guardado antes; es decir, tratar los datos apunta a sacar conclusiones claras y útiles en la práctica.

Por cierto, para manejar los datos recopilados se usó SPSS Statistics, una herramienta clave para analizar cómo se relacionan las variables estudiadas. Aunque parezca complejo, lo que realmente se buscaba era ver qué tanto influye una variable sobre otra.

Tras analizar los datos, se mostraron los hallazgos usando dibujos claros para entender bien el tema tratado y así poder revisarlo desde distintas perspectivas antes de sacar conclusiones precisas.

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de investigación, este se desarrolló a partir de lo que contenía el capítulo teórico, todo ello con la finalidad de dar respuesta a los objetivos de investigación.

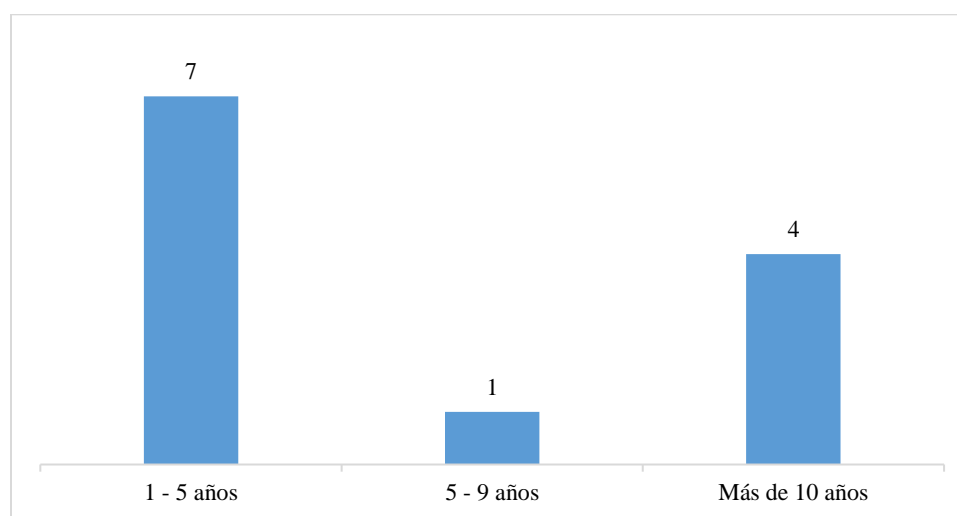
4.1. Análisis de datos

El estudio fue realizado en las medianas empresas del sector comercio ubicadas en el distrito de Soyapango. Del total de los encuestados, 9 eran administradores del negocio, 2 propietarios y un representante legal.

Los resultados y los hallazgos identificados en la encuesta enviada a dichas entidades permitieron la recolección de datos, el contenido de la encuesta estaba orientada para obtener información respecto a la proyección de flujo de caja, manejo de la liquidez y gestión financiera de las compañías, a continuación, se muestran los resultados:

1. ¿Cuántos años lleva operando la empresa?

Figura 1: ¿Cuántos años lleva operando la empresa?



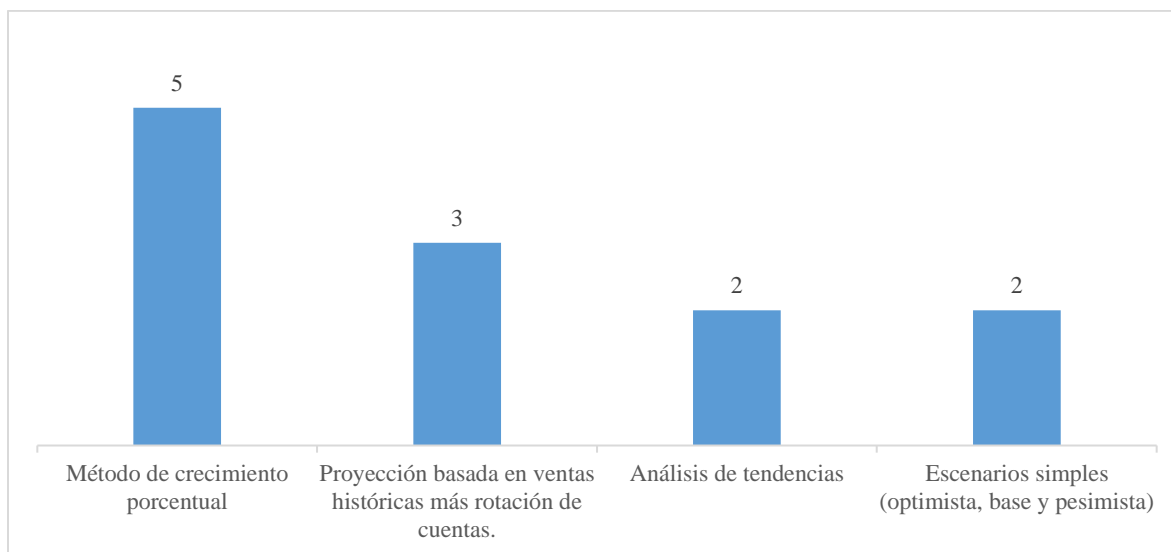
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

La encuesta presenta una mayoría de empresas en crecimiento, de ahí que el entorno sea favorable para la adopción de herramientas innovadoras como los modelos de predicción basados en redes neuronales; pero también se contempla un grupo de empresas con una trayectoria consolidada, lo que permite llevar a cabo un análisis desde distintas perspectivas conforme avanza la empresa en su ciclo de vida. Esta diversidad que presenta la encuesta ayuda a la validez del estudio, pues, por una parte, se tiene en cuenta la apertura al cambio y, por el otro lado, la experiencia consolidada en la gestión financiera.

Esta diversidad fortalece la validez del estudio, al considerar tanto la apertura al cambio como la experiencia consolidada en la gestión financiera.

2. ¿Qué método utiliza actualmente su empresa para proyectar los flujos de caja de corto plazo?

Figura 2: ¿Qué método utiliza actualmente su empresa para proyectar los flujos de caja de corto plazo?



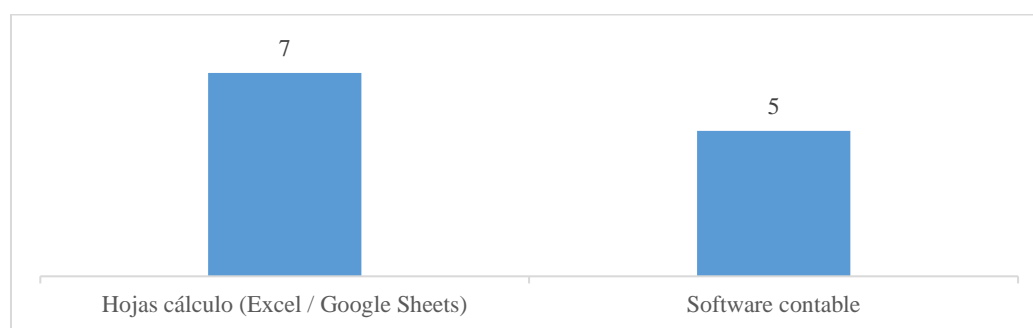
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

La mayoría de las empresas utilizan métodos fáciles y tradicionales. El más utilizado es el de crecimiento porcentual, con lo que podemos decir que existe cierto tipo de enfoque sobre análisis financiero, pero también una gran oportunidad de mejora en el tema de las proyecciones.

Los resultados validan a la hipótesis de que adoptar un modelo de redes neuronales mejoraría la precisión, considerando que, las herramientas actuales no están pensadas para adaptarse a distintas variables cambiantes del entorno del negocio.

3. ¿Qué herramientas utiliza actualmente su empresa para elaborar flujos de caja de corto plazo?

Figura 3: ¿Qué herramientas utiliza actualmente su empresa para elaborar flujos de caja de corto plazo



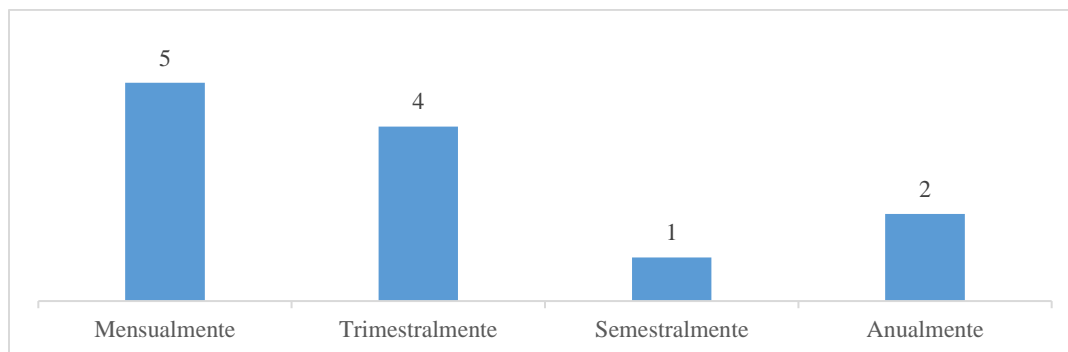
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

La principal herramienta de proyección de los flujos de caja que manifiestan las empresas que han participado en la encuesta son las hojas de cálculo (7 empresas); mientras que 5 empresas han manifestado que, además de las hojas de cálculo, también utilizan un software contable como fuente para hacer esas proyecciones.

La herramienta predominante es aún las hojas de cálculo, lo que refleja que muchas de las medianas empresas en análisis, todavía están operando con modelos bastante básicos.

4. **¿Con qué frecuencia actualiza su empresa las proyecciones de flujo de caja de corto plazo?**

Figura 4: ¿Con qué frecuencia actualiza su empresa las proyecciones de flujo de caja de corto plazo?



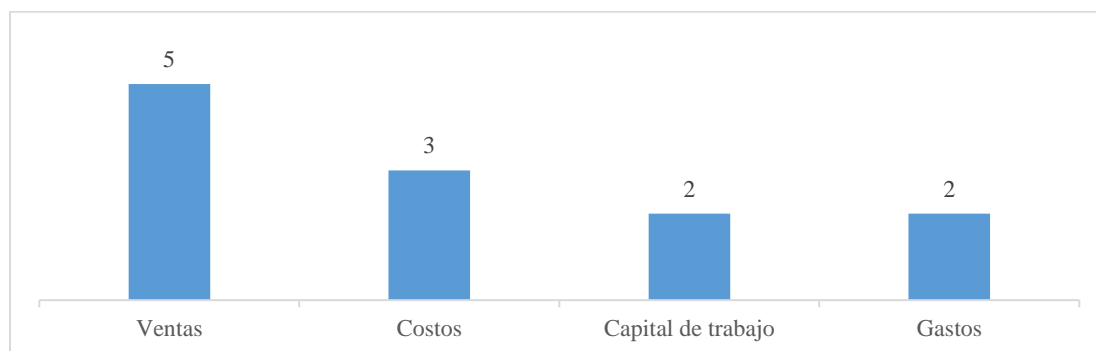
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

La mayor parte de las empresas realiza proyecciones con una frecuencia aceptable (mensual o trimestral), lo que evidencia que hay una gestión financiera bastante activa.

Sin embargo, 3 de las empresas (por diagnóstico de planificación anual y semestralmente) tienen la práctica de planificación menos frecuente, lo cual podría impactar negativamente su capacidad para anticipar crisis de liquidez o aprovechar oportunidades financieras.

5. **¿Cuáles de los siguientes componentes del flujo de caja son más relevantes dentro de su proyección a corto plazo?**

Figura 5: ¿Cuáles de los siguientes componentes del flujo de caja son más relevantes dentro de su proyección a corto plazo?



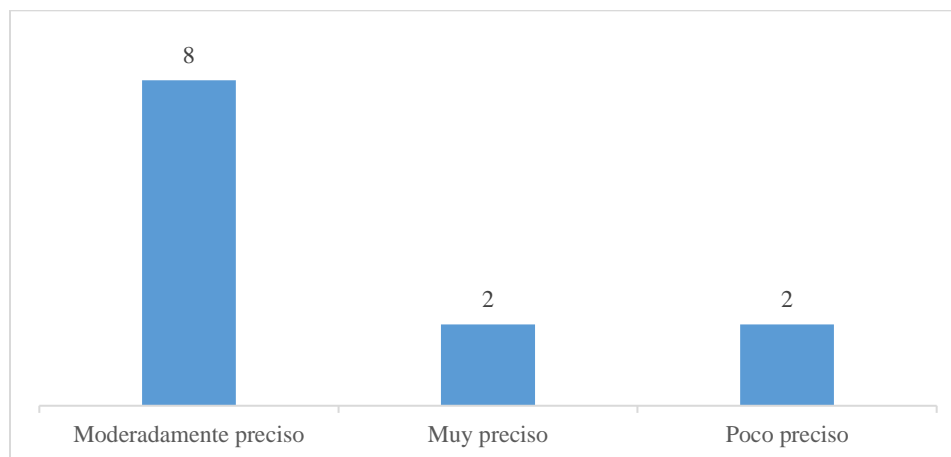
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

De los 12 encuestados, 5 manifestaron que dan prioridad a la optimización de las ventas, lo cual es totalmente entendible; pero muchas de estas ignoran otros aspectos importantes como los costes o gastos operativos y el capital de trabajo.

La aplicación de modelos más integradores y automatizados, puede ayudar a las compañías a tener en cuenta múltiples variables interrelacionadas y poder generar así previsiones más realistas, y por lo tanto útiles para la toma de decisiones.

6. ¿Qué tan preciso considera que es el método actual para predecir el flujo de caja?

Figura 6: ¿Qué tan preciso considera que es el método actual para predecir el flujo de caja?



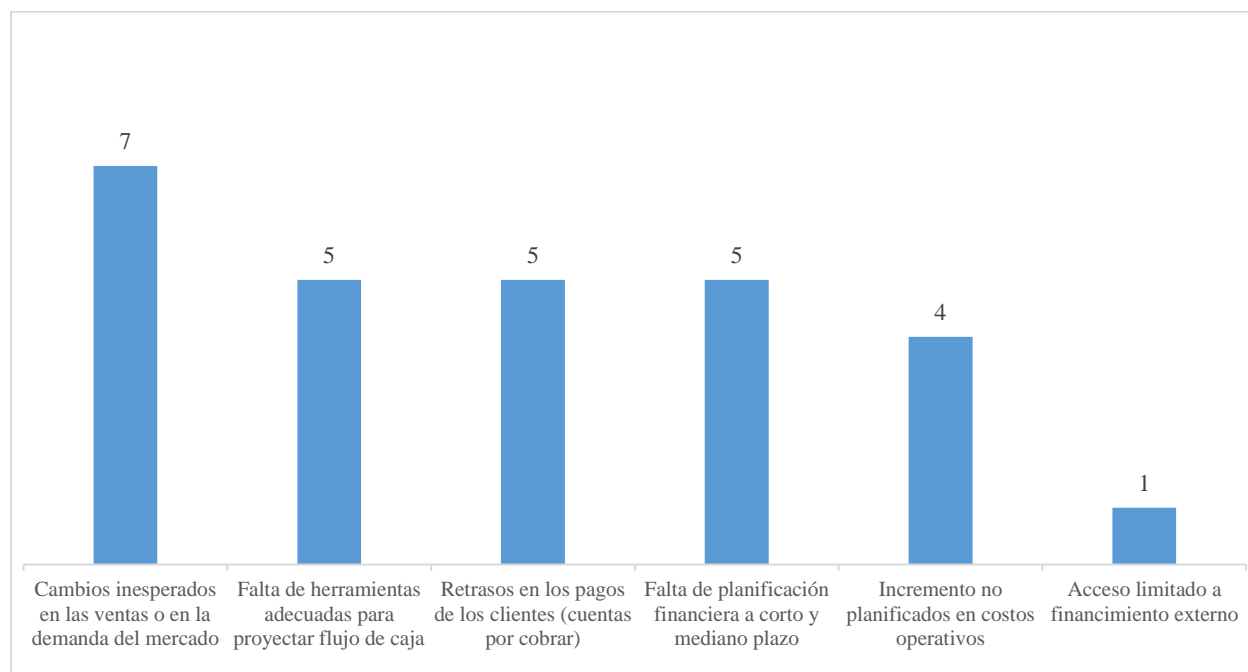
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

Aunque 8 de las empresas opinan que sus proyecciones tienen una "moderada precisión", la baja cantidad de respuestas que las considera "muy precisas" (2 entidades) evidencia oportunidades claras de mejora.

2 empresas perciben que sus proyecciones son poco precisas y esto es una señal de alerta, porque puede afectar las decisiones financieras.

7. En los últimos 12 meses, ¿cuáles de los siguientes factores han dificultado que su empresa anticipe problemas de liquidez?

Figura 7: En los últimos 12 meses, ¿Cuáles de los siguientes factores han dificultado que su empresa anticipe problemas de liquidez?



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

La mayoría de las debilidades se encuentran en factores externos como ventas volátiles, y factores internos estructurales como falta de herramientas, de planificación, de control de cobros.

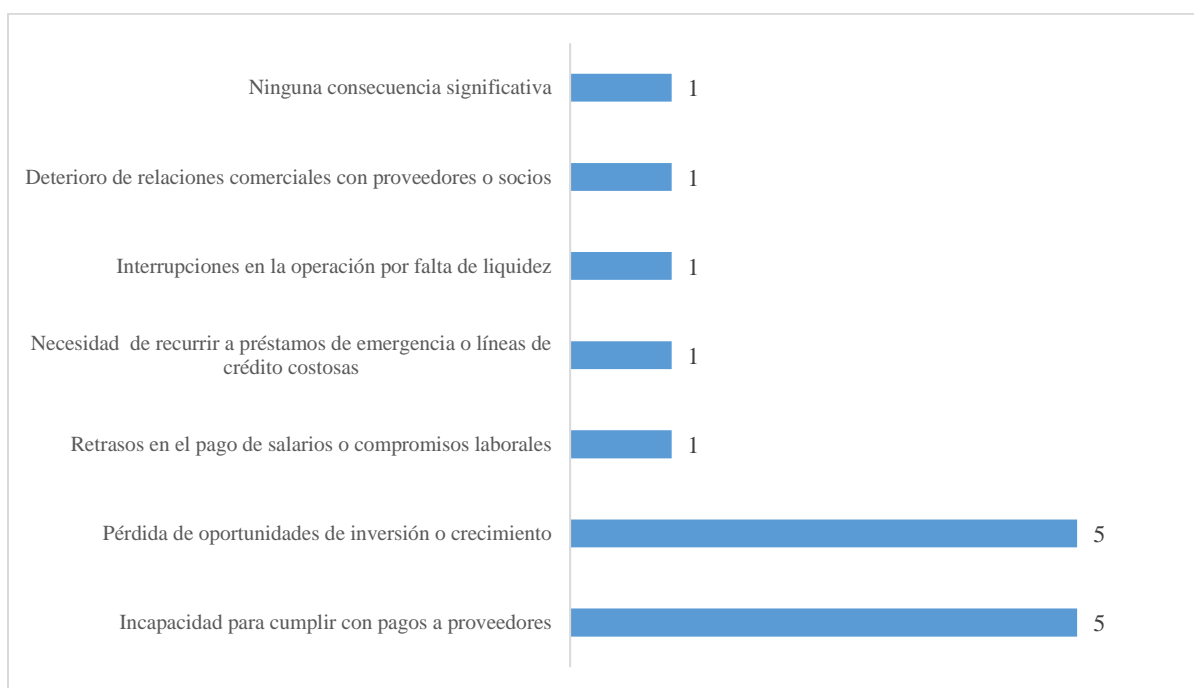
La diversidad de respuestas evidencia que no hay un enfoque estandarizado, lo cual, genera brechas entre la calidad y la utilidad de los flujos de caja a corto plazo.

Los resultados permiten concluir que las medianas empresas del sector comercio, se encuentran con mayores dificultades en la parte de los factores internos de gestión financiera (herramientas de proyección, planificación y cuentas por cobrar) y externos del mercado (variaciones en ventas y en demanda).

Esto pone de manifiesto la necesidad de implementar la previsión financiera y de usar herramientas informáticas de predicción como las redes neuronales.

8. ¿Qué consecuencias ha experimentado su empresa debido a dificultades en la proyección del flujo de caja?

Figura 8: ¿Qué consecuencias ha experimentado su empresa debido a dificultades en la proyección de flujo de caja?



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

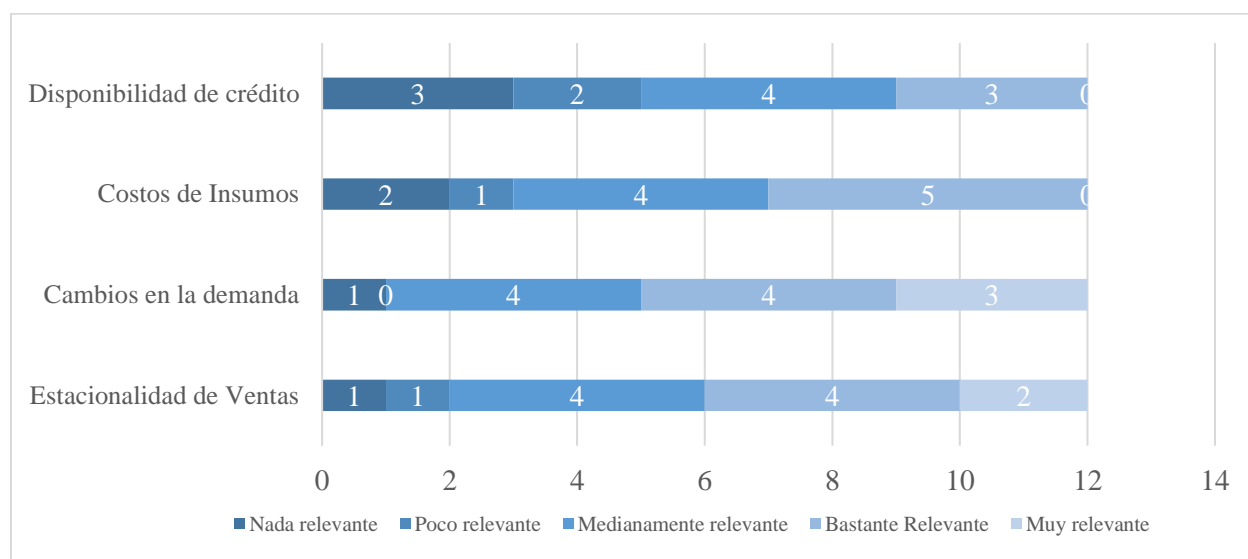
No poder pagar a los proveedores y perder oportunidades de crecimiento son las consecuencias más frecuentes. Estas indican que, a través del flujo de caja, los problemas que afectan a la empresa se encuentran en el presente inmediato y se proyectan hacia el futuro.

Las combinaciones de las secuelas que se han presentado son ejemplos de que las consecuencias negativas tienden a acumularse, registrando efectos adversos sobre la reputación, sobre el desarrollo de las relaciones laborales, sobre el acceso a financiamiento, etcétera.

La existencia de un caso sin consecuencias implica que no todas las empresas están en crisis; sin embargo, también indica la necesidad de evaluar si efectivamente se están midiendo las consecuencias.

9. ¿Qué tan relevantes son los siguientes factores para la variabilidad de su flujo de caja?

Figura 9: ¿Qué tan relevantes son los siguientes factores para la variabilidad de su flujo de caja?



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

El factor más crítico para la mayoría de las empresas es el “cambio en la demanda del mercado”, 11 de los 12 encuestados se situaron en que los cambios se percibían entre medianamente y muy relevantes.

Para el caso de la estacionalidad de ventas, 10 de los 12 encuestados describen este factor entre medianamente y muy relevante para la variabilidad de los flujos de caja.

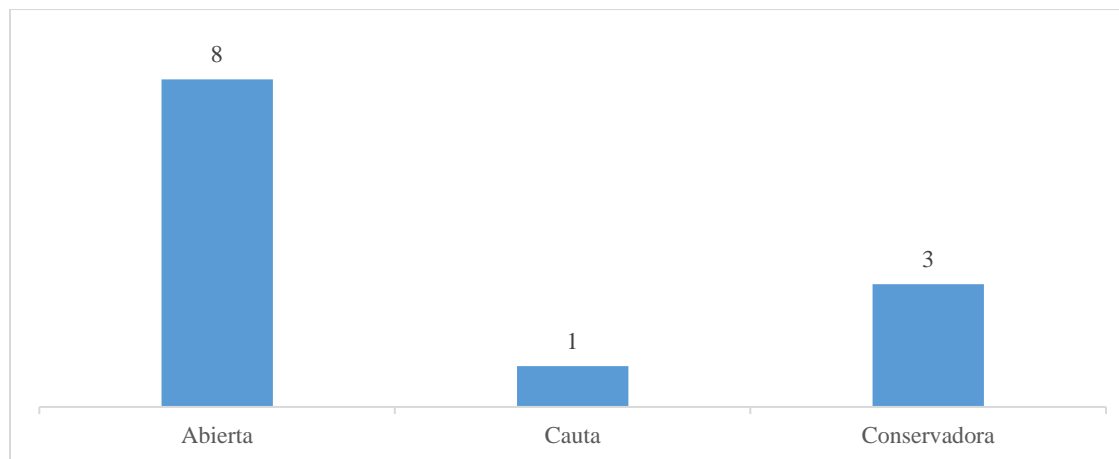
Los costos de los insumos: 9 de los 12 encuestados categorizaron este factor como bastante y muy relevante.

La disponibilidad de crédito genera percepciones mixtas, lo cual, puede estar relacionado con el tamaño, madurez financiera o acceso bancario de cada empresa.

La estacionalidad, aunque es importante, no es un factor universal y su efecto depende del tipo de productos o servicios ofrecidos.

10. ¿Cómo describiría la actitud general de su empresa hacia la adopción de nuevas tecnologías?

Figura 10: ¿Cómo describiría la actitud general de su empresa hacia la adopción de nuevas tecnologías?



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

Las empresas encuestadas han resultado ser, en general, propensas a la tecnología, un aspecto que permite impulsar adecuadamente la adopción de soluciones digitales, principalmente en el ámbito financiero y específicamente en lo que respecta a la gestión del flujo de caja.

Pero, hay un pequeño grupo (4 empresas) entre conservadoras y cautas que podría frenar el progreso en la modernización del sector si no se implementan estrategias para capacitar y concienciar sobre la naturaleza de la tecnología y demostrar su impacto positivo.

11. ¿Qué tan relevante considera mejorar la predicción del flujo de caja para su empresa?

Figura 11: ¿Qué tan relevante considera mejorar la predicción del flujo de caja para su empresa?



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

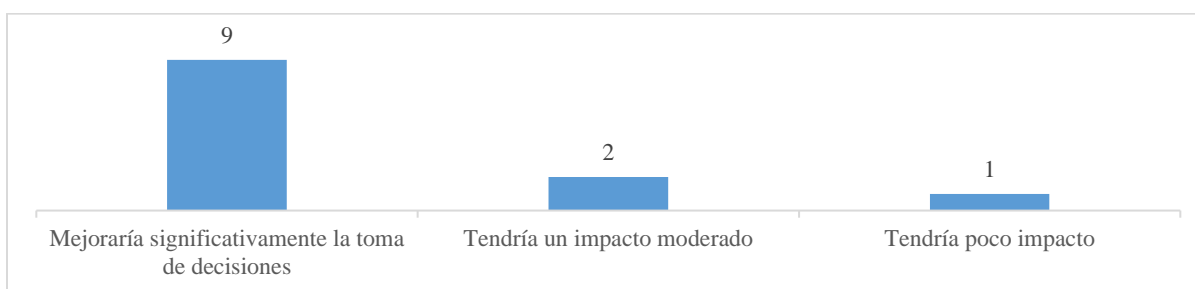
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

Hay una tendencia general positiva, en cuanto a la importancia de mejorar la predicción del flujo de caja. Esto significa que a nivel estratégico hay oportunidad para proponer medidas de alternativas tecnológicas aplicadas a la problemática, como los modelos de predicción mediante redes neuronales, simulaciones o software especializado para la gestión.

Los resultados analizados muestran que existen indicadores de viabilidad de medidas de mejoras financiero y tecnológicas, dado que hay un interés auténtico desde la gerencia para tomar decisiones más informadas y para prevenir problemas de liquidez.

12. ¿Qué impacto cree que tendría una mejor predicción del flujo de caja en la planificación financiera de su empresa?

Figura 12: ¿Qué impacto cree que tendría una mejor predicción del flujo de caja en la planificación financiera de su empresa?



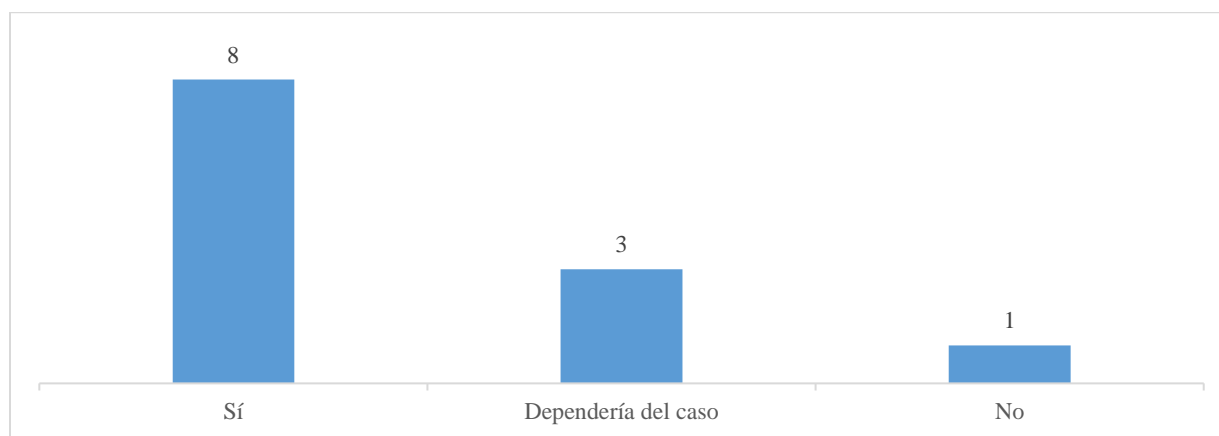
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

Existe una fuerte percepción positiva sobre el impacto que tendría una mejora en la predicción del flujo de caja: 11 empresas (suma de impacto significativo y moderado), espera beneficios claros en la planificación financiera.

Este hallazgo justifica plenamente la implementación de soluciones tecnológicas orientadas a anticipar el flujo de efectivo.

13. ¿Estaría a disposición de considerar la implementación de una solución tecnológica avanzada si se demuestra que mejora la precisión en la proyección del flujo de efectivo a corto plazo?

Figura 13: ¿Estaría a disposición de considerar la implementación de una solución tecnológica avanzada si se demuestra que mejora la precisión en la proyección del flujo de efectivo a corto plazo?

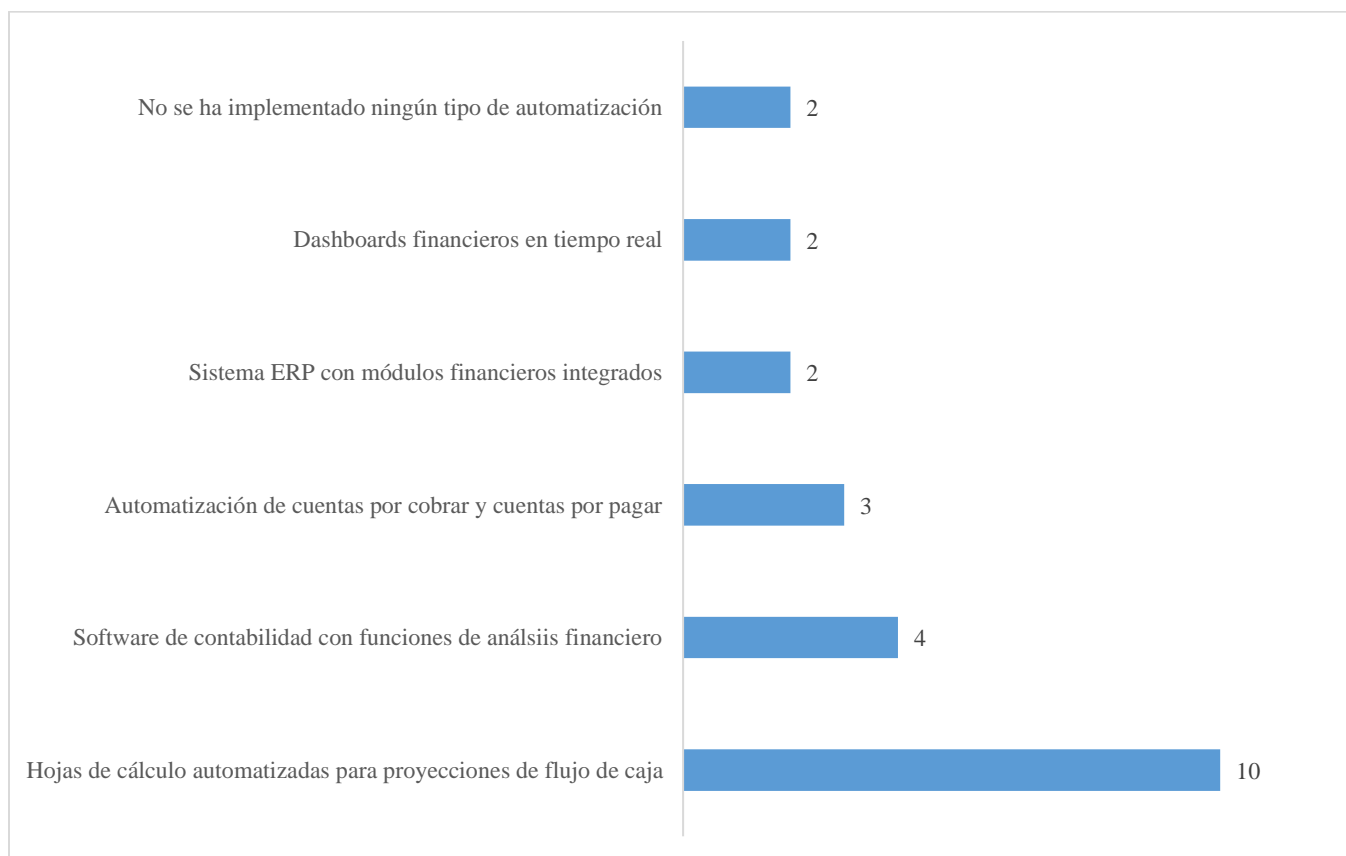


Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

11 empresas de la población presentan la apertura total o condicionada para adoptar tecnología avanzada si hay pruebas de su efectividad. Hay un alto potencial de uso, especialmente si las soluciones vienen justificadas con evidencia clara de las mejoras y del acompañamiento técnico para las empresas. Las decisiones de adopción de tecnología en este sector son racionales y con orientación a resultados, de hecho, la muestra de una funcionalidad puede ser determinada o decisiva para poder obtener aceptación.

14. ¿Cuáles de las siguientes herramientas o procesos automatizados ha implementado su empresa para apoyar la gestión financiera o la proyección del flujo de caja?

Figura 14: ¿Cuáles de las siguientes herramientas o procesos automatizados ha implementado su empresa para apoyar la gestión financiera o la proyección del flujo de caja?



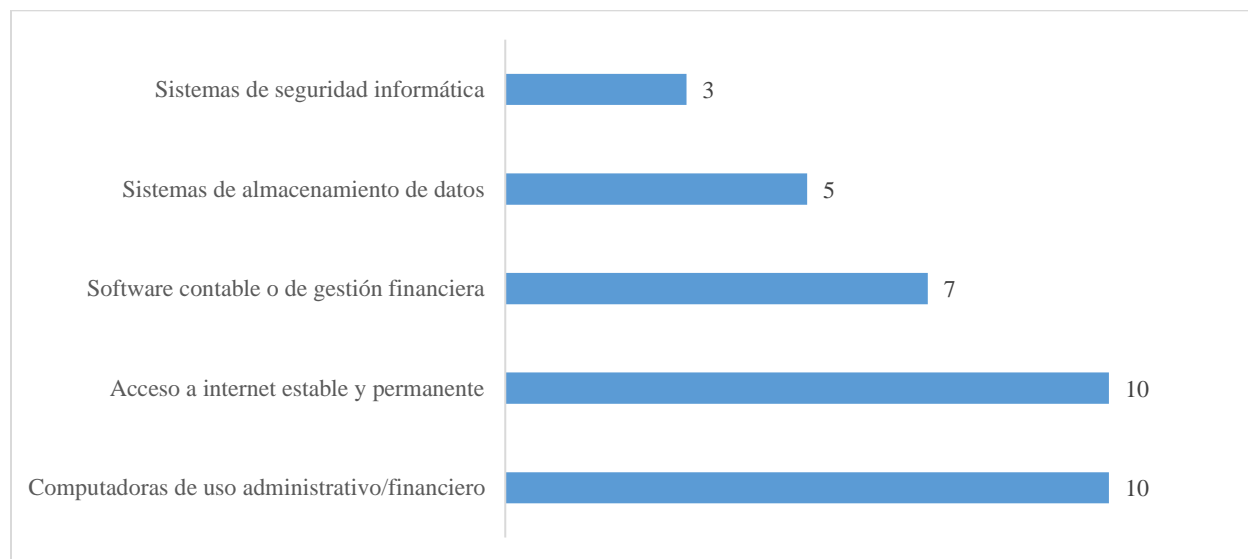
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

A pesar de que una mayor parte de los usuarios hace uso de algún tipo de automatización, la concentración de estas sobre herramientas simples, como puede ser en este caso una hoja de cálculo (Excel o Google Sheets), evidencia que solo una mínima parte de las empresas ha llegado a esta fase de integración con el tiempo real; es decir, dashboards y ERPs.

Existe una oportunidad clara para promover tecnologías más integrales y automatizadas, que faciliten una predicción más precisa, oportuna y confiable.

15. ¿Con cuál de los siguientes recursos tecnológicos cuenta su empresa actualmente?

Figura 15: ¿Con cuál de los siguientes recursos tecnológicos cuenta su empresa actualmente?



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

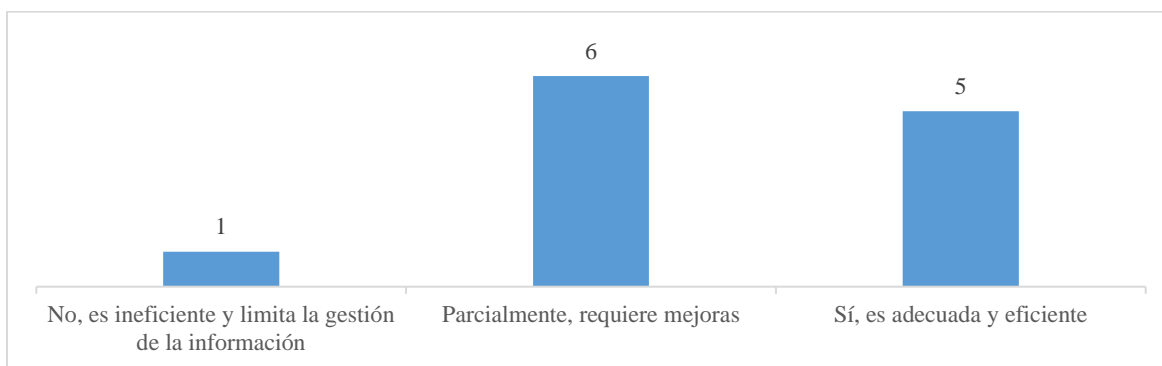
En general, las empresas tienen una infraestructura básica de TICs en la actualidad, pero aún existen importantes brechas tecnológicas.

El acceso al uso administrativo/financiero y a Internet son generalizados, pero otros recursos importantes como la seguridad informática y el almacenamiento en la nube no están implementados universalmente.

Esto podría interpretarse entonces como que, a pesar de la disposición a adoptar las soluciones tecnológicas, se impone un fortalecimiento de la infraestructura informática interna para que las soluciones tecnológicas puedan ser efectivas y seguras.

16. ¿Considera que la infraestructura tecnológica actual de su empresa es suficiente para organizar y estructurar la información financiera de manera efectiva?

Figura 16: ¿Considera que la infraestructura tecnológica actual de su empresa es suficiente para organizar y estructurar la información financiera de manera efectiva?



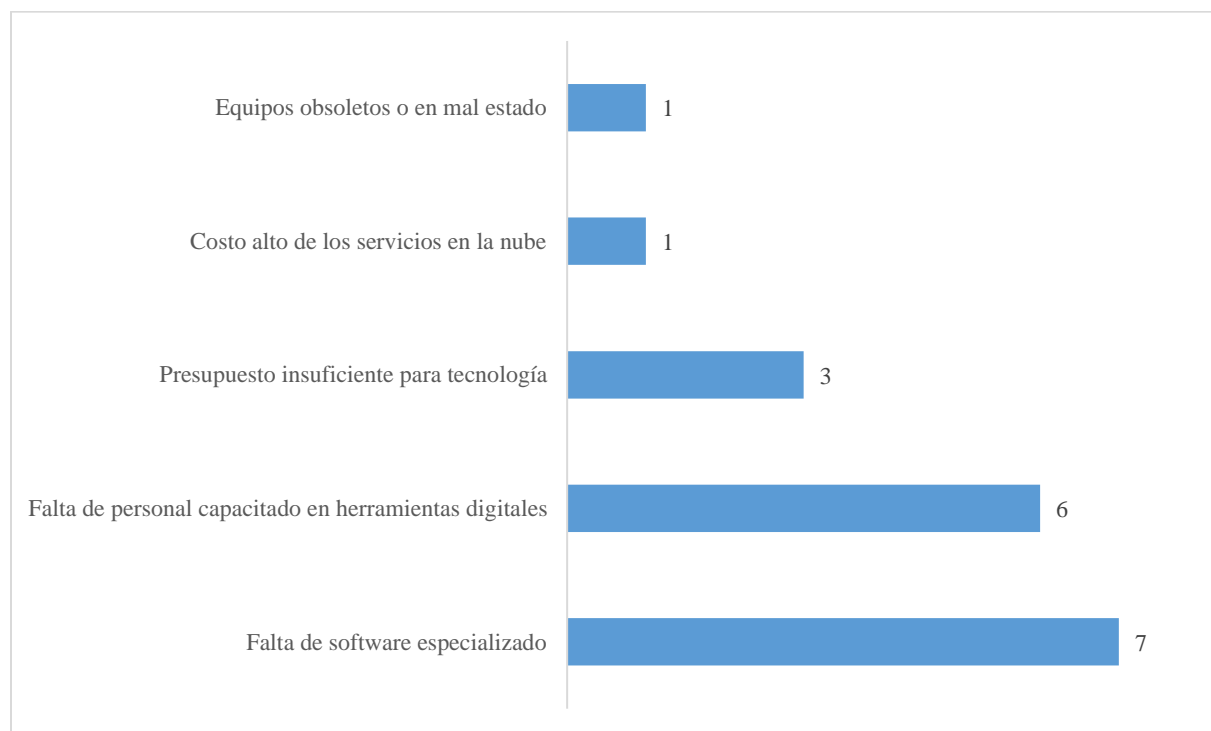
Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

Más de la mitad de las empresas (7) señala que su infraestructura tecnológica tiene oportunidades de mejora o es ineficiente. Eso significa un verdadero obstáculo para la implementación de propuestas de tecnología avanzada como los modelos predictivos de flujo de caja o el sistema de apoyo a la decisión.

Por otro lado, 5 empresas ya cuentan con infraestructura eficiente; representa un segmento con alto potencial de adopción tecnológica inmediata.

17. En caso de que su infraestructura tecnológica sea limitada, ¿cuáles son los principales obstáculos?

Figura 17: En caso de que su infraestructura tecnológica sea limitada, ¿Cuáles son los principales obstáculos?



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta.

La principal barrera para mejorar la infraestructura tecnológica no es únicamente económica o técnica, sino también humana, destacando la necesidad urgente de capacitación digital en las empresas.

La falta de un software especializado y la falta de personal capacitado en herramientas digitales también son desafíos frecuentes que deben abordarse con soluciones tecnológicas accesibles y adaptables.

18. ¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para implementar soluciones tecnológicas avanzadas para la proyección del flujo de efectivo a corto plazo?

Figura 18: ¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para implementar soluciones tecnológicas avanzadas para la proyección del flujo de efectivo a corto plazo?



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta.

La implementación de soluciones tecnológicas para proyectar el flujo de caja enfrenta una combinación de barreras económicas, técnicas y humanas. Los altos costos, la falta de conocimiento técnico y la carencia de personal capacitado son los tres obstáculos más frecuentes.

4.2. Comprobación de hipótesis

Se seleccionó la prueba no paramétrica, debido a que la muestra es de 12 observaciones, con el fin de comparar las probabilidades observadas con el valor hipotetizado, se aplicó la prueba binomial.

Debido a que las respuestas son de categoría nominal se realizó una transformación a tipo escala o una variable tipo numérica.

A continuación, se enuncia la hipótesis de investigación:

“La implementación de un modelo de redes neuronales mejorará la precisión en la predicción de los flujos de caja, permitiendo una planificación financiera más efectiva en las medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango”.

Con la finalidad de comprobar la hipótesis de investigación, a continuación, se plantea la prueba realizada en el software SPSS:

Precisión del método para predecir el flujo de caja.

Ho: 50% o más consideran que el método actual para predecir el flujo de caja es poco preciso.

Ha: Menos del 50% considera que el método actual para predecir el flujo de caja es preciso.

Se procedió a transformar las respuestas en datos binarios 0 y 1 para ingresar los datos a SPSS. A continuación, se detalla la transformación realizada:

Tabla 3: Transformación de variable nominal a numérica

Opciones	Categoría	Valor asignado	Frecuencia
Moderadamente preciso	Más del 50%	0	8
Muy preciso	Más del 50%	0	2
Poco preciso	Menos del 50%	1	2
Total			12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Resultados de la Prueba Binomial

Prueba binomial						
	Grupos	Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (bilateral)
Frecuencia	Menos del 50%	2.0	2	.17	.50	.039
	Más del 50%	10.0	10	.83		
	Total		12	1.00		

Fuente: SPSS.

De acuerdo con los resultados obtenidos en SPSS, el valor de significancia ($p = 0.039$) es menor al nivel establecido ($\alpha = 0.05$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Esto indica que existe suficiente evidencia estadística para concluir que una proporción significativa de los encuestados (más del 50%) percibe que el método actual de predicción de flujos de caja es preciso.

Impacto de la precisión del flujo de caja en la planificación financiera

Ho: 60% o más considera que la precisión del flujo de caja tiene impacto en la toma de decisiones.

Ha: Menos del 60% considera que la precisión del flujo de caja no tiene impacto en la toma de decisiones.

De igual forma, se procedió a transformar las respuestas en datos binarios 0 y 1 para ingresar los datos a SPSS. A continuación, se detalla la transformación realizada:

Tabla 5: Transformación de variable nominal a numérica

Opciones	Categoría	Valor asignado	Frecuencia
Mejoraría significativamente la toma de decisiones	Más del 60%	0	8

Opciones	Categoría	Valor asignado	Frecuencia
Tendría un impacto moderado	Más del 60%	0	2
Tendría poco impacto	Menos del 60%	1	2
Total			12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Resultados de la Prueba Binomial

Prueba binomial						
		Categoría	N	Prop. observada	Prop. de prueba	Significación exacta (bilateral)
Frecuencia	Menos del 60%	3.0	3	.25	.50	.146
	Más del 60%	9.0	9	.75		
	Total		12	1.00		

Fuente: SPSS.

De acuerdo con los resultados, el P-valor es igual a 0.146, mayor que 0.05 (nivel de significancia); la hipótesis nula se acepta.

Por lo cual, se incide en que la precisión del flujo de caja tiene impacto en la toma de decisiones y, por ende, en la planificación financiera.

Con base en los resultados de la prueba de hipótesis, se puede concluir que la implementación de un modelo de redes neuronales mejoraría la precisión de los flujos de caja y por lo cual, permitiría una planificación financiera más efectiva en las medianas empresas del sector comercio del distrito de Soyapango.

4.3. Propuesta de Implementación de Redes Neuronales para la Predicción de Flujos de Caja en Medianas Empresas del Sector Comercio Ubicadas en el distrito de Soyapango

4.3.1. Generalidades

Las medianas empresas del sector de comercio son una parte esencial de la economía local en el distrito de Soyapango, estas constituyen una crucial fuente de empleo y de actividad económica. Sin embargo, un significativo grupo de medianas empresas del sector de comercio debe hacer frente a limitaciones en cuanto a la gestión y a proyección de flujos de caja que presentan su escasa tecnología, sus precarios recursos humanos o las metodologías tradicionales de los análisis de flujo de caja.

Por eso, la aplicación de los modelos de predicción que utilicen redes neuronales parece una herramienta moderna para obtener una proyección más precisa de los comportamientos financieros a nivel futuro, y ayudar a las decisiones relacionadas con la inversión, la financiación, la gestión de los inventarios, el control de gastos.

Este caso tiene como objetivo examinar cómo se pueden usar las redes neuronales de manera práctica en las capacidades y tecnologías actuales de las medianas empresas en el sector comercial del distrito de Soyapango.

4.3.2. Importancia

La aportación precisa de obtener el flujo de caja es clave para demostrar el grado de sostenibilidad de la situación financiera de una empresa. Cuando hay cambios muy drásticos en la realidad económica cotidiana, tener disponibles medios que permitan prever y anticipar el déficit de liquidez o el exceso de efectivo a disposición puede ser determinante para continuar operando o no.

Aprovechar las redes neuronales para la estimación financiera representa una innovación con respecto a plantillas, hojas de cálculo u otras herramientas de estimación que permiten la

formulación de relaciones no lineales y complejas entre las variables económicas, operativas y financieras de la empresa.

Este hecho es relevante si hablamos de medianas empresas del comercio que registran ciclos estacionales de venta y que dependen de proveedores. Esta propuesta es relevante porque:

- Mejora la planificación financiera.
- Disminuye la probabilidad de errores en la estimación del flujo de caja.
- Ayuda a tomar decisiones oportunas sobre financiamiento o inversión.
- Introduce herramientas de inteligencia artificial accesibles y adaptables.

4.3.3. Alcance

El alcance incluye:

- Recopilación de datos financieros históricos
- Análisis de patrones de flujo de caja.
- Desarrollo e implementación de un modelo de red neuronal.
- Evaluación de su precisión frente a métodos tradicionales.
- Análisis de viabilidad técnica y económica de su aplicación.

No se abordará la implementación directa del modelo en software de producción, pero sí generará un prototipo funcional como prueba de concepto.

4.3.4. Análisis de la empresa modelo

Para efectos de este estudio, se tomará como referencia a la empresa Muebles Salvadoreños, S. A. de C. V. (MUEBLESAL):



- Ubicación: Soyapango

- Actividad: Venta al por menor de muebles
- Tamaño: Mediana empresa (55 empleados)
- Facturación anual: US\$ 7,049,671.33
- Canales de venta: Bodega, punto de venta.
- Tecnología: Sistema contable básico y hojas de Excel
- Problemas identificados: incapacidad para prever faltantes de caja, ineficaz tratamiento del capital de trabajo, alta rotación de los inventarios y sin una planificación ajustada al flujo de caja correspondiente.
- Potencial de mejora de redes neuronales: Introducir en una red neuronal datos de ventas, cobros, pagos, compras e inventarios del pasado. Esto permitirá automatizar alertas sobre flujo de caja negativo, hacer pronósticos a corto plazo y tener una mejor visibilidad del comportamiento esperado del flujo de caja según cambios en factores importantes.

Este análisis permitirá ver, en términos efectivos, cómo el modelo puede servir para una planificación financiera más inteligente, con la ayuda de los datos históricos y el aprendizaje automático.

4.3.5. Pasos previos para la construcción del modelo de redes neuronales

Los pasos previos son una fase crítica para que el modelo LSTM tenga un rendimiento adecuado. Especialmente cuando se trata de series de tiempo como flujos de caja. A continuación, se desglosan:

1. Recopilación de los datos:

- a. Se parte de un archivo de Excel que consta de dos hojas:

- i. La primera hoja, que lleva por nombre “Empresa”, la cual contiene las generalidades de la empresa en análisis, contiene generalidades como el nombre, el sector en el que opera, el país, la moneda, el tamaño de la empresa, el monto de las ventas anuales, el rango de las fechas cargadas, descripción de los datos contenidos en el mismo y las instrucciones de edición de este.

Figura 19: Generalidades de la compañía

Campo	Valor
Nombre_Empresa	Muebles Salvadoreños, S. A. de C. V.
Sector	Venta al por menor de muebles
País	El Salvador
Moneda	USD
Tamaño_Empresa	Mediana
Ventas_Anuales_Aprox_USD	≈7,000,000
Rango_Datos	Ene-2019 a Dic-2024 (mensual)
Descripción	Conjunto de datos con estacionalidad para construcción de modelo de flujo de caja.
Instrucciones_Edición	Edite la hoja 'Flujos' para ajustar valores según sea el caso.

Fuente: Elaboración propia.

- i. La segunda hoja es la que contiene los flujos históricos, se compone de las siguientes columnas:
1. Fecha correspondiente al mes en que se registran las operaciones financieras en formato DD/MM/AAAA.
 2. Ventas_USD: Total de ingresos por ventas del mes, expresados en dólares Representa el ingreso bruto mensual.

3. **Costos_USD:** Costos directos asociados a la producción o adquisición de los productos vendidos en el mes.
4. **Costos_Operativos_USD:** Gastos fijos y variables asociados a la operación del negocio en el mes, tales como salarios, alquileres, servicios, etc.
5. **Capital_Trabajo_USD:** Variaciones mensuales en el capital de trabajo (cuentas por cobrar, inventario, cuentas por pagar).
6. **Flujos_Caja_USD:** Resultado del flujo neto de caja mensual, considerando ingresos, egresos y variaciones en el capital de trabajo. Es la variable objetivo del modelo.
7. **Evento_DiaMadre:** Variable binaria (0 o 1) que indica si en ese mes ocurrió el evento del Día de la Madre. Usada como variable estacional.
8. **Evento_Agostinas:** Variable binaria que marca la ocurrencia de las vacaciones en el mes correspondiente (se agrega porque en los datos proporcionados, al igual que el día de las madres genera estacionalidad).
9. **Evento_BlackFriday:** Variable binaria que indica el efecto de campaña de Black Friday en el mes. Comúnmente en noviembre.
10. **Efecto_Navidad:** Variable binaria que indica la presencia de la campaña o temporada navideña (diciembre). Muy relevante para identificar estacionalidades de alto flujo.

Figura 20: Información de Flujos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Fecha	Ventas_USD	Costos_USD	Gastos_Operativos_USD	Capital_Trabajo_USD	Flujo_Caja_USD	Evento_Diada	Evento_Agostinas	Evento_BlackFriday	Evento_Navidad
1										
2	01/01/2019	466,117.19	279,218.91	95,406.45	(12,983.46)	104,475.29	0	0	0	0
3	01/02/2019	424,915.74	274,663.96	91,550.46	(3,978.55)	62,679.87	0	0	0	0
4	01/03/2019	495,121.75	264,064.26	88,633.96	(8,154.11)	150,577.64	0	0	0	0
5	01/04/2019	542,380.36	335,784.18	97,384.23	1,375.48	107,836.47	0	0	0	0
6	01/05/2019	573,699.34	345,316.40	119,124.18	38,886.26	70,372.50	1	0	0	0
7	01/06/2019	548,499.75	325,332.35	112,194.62	(31,370.05)	142,342.83	0	0	0	0
8	01/07/2019	594,196.16	357,673.88	120,943.38	11,529.17	104,049.73	0	0	0	0
9	01/08/2019	573,739.35	319,200.24	117,658.04	(27,093.63)	163,974.70	0	1	0	0
10	01/09/2019	592,969.25	353,013.68	112,881.64	(7,928.46)	135,002.39	0	0	0	0
11	01/10/2019	643,672.51	390,703.13	130,685.44	18,294.37	103,989.57	0	0	0	0
12	01/11/2019	704,721.87	405,454.50	161,406.18	1,070.00	126,781.20	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. Estandarización de los datos

La estandarización de datos es un proceso usado para cambiar los valores numéricos de un conjunto de datos a una escala común, de manera que todas las variables se comporten cada una de forma comparable y que no dominen a otras solo porque tengan unidades o escalas de mayor tamaño. La estandarización de datos resulta importante para:

Evitar sesgos causados por magnitudes numéricas.

Las variables con valores numéricamente más grandes pueden influir de forma desproporcionada en el resultado del modelo. Por ejemplo:

- Las ventas pueden estar en el orden de USD\$500,000.
- Mientras que las variables estacionales pueden tener valores de -1 y 1 .

Si no se estandariza, el modelo realizará una priorización de la variable más grande, aunque no sea la más importante. Esto genera desequilibrios en el modelo o inexactitud.

Datos que se estandarizarán:

- Ventas mensuales
- Costos
- Gastos operativos
- Capital de trabajo
- Variables de estacionalidad
- Flujo de caja del mes anterior
- Flujo de caja del mismo mes del año anterior.

La estandarización utilizada en este modelo es la de la normalización Min-Max, que es un tipo de transformación de datos numéricos que ajusta los valores para que estén dentro de un rango definido, por lo general entre 0 y 1.

La fórmula es:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Donde:

- x : Es el valor original.
 - $\min(x)$ y $\max(x)$: Son el valor mínimo y máximo de esa variable.
 - x' : es el nuevo valor escalado entre 0 y 1.

Esta normalización se utiliza porque iguala las escalas para que ninguna otra variable domine sobre la otra, mantiene la forma para no deformar la estacionalidad, hace que el entrenamiento sea más eficiente y mejora la predicción de la predicción.

Ejemplo de aplicación en la predicción de flujo de caja:

Dado un conjunto de datos, se presentan los siguientes flujos.

Flujos (USD): 20,000; 35,000; 50,000; 80,000

min= 20,000, max = 80,000

20,000 $\rightarrow (20000-20000)/(80000-20000) = 0$

35,000 $\rightarrow (35000-20000)/60000=0.25$

50,000 $\rightarrow (50000-20000)/60000=0.5$

80,000 $\rightarrow 1$

Un pronóstico del modelo de 0.6 en escala normalizada equivale a:

$0.6 \times (80,000 - 20,000) + 20,000 = 56,000$ USD.

¿Por qué sirve?

- Estabilidad al entrenar redes (LSTM): ayuda al optimizador.
- Comparabilidad: variables distintas quedan en el mismo rango.
- Velocidad: converge más rápido.

4.3.7. Construcción del modelo

Objetivo:

Diseñar e implementar un sistema que anticipe el movimiento de los flujos en la compañía Muebles Salvadoreños, S.A. de C.V., usando redes tipo LSTM con múltiples entradas, calculando las entradas y salidas esperadas mes a mes durante el siguiente año.

Previo a armar el prototipo, es necesario lo siguiente:

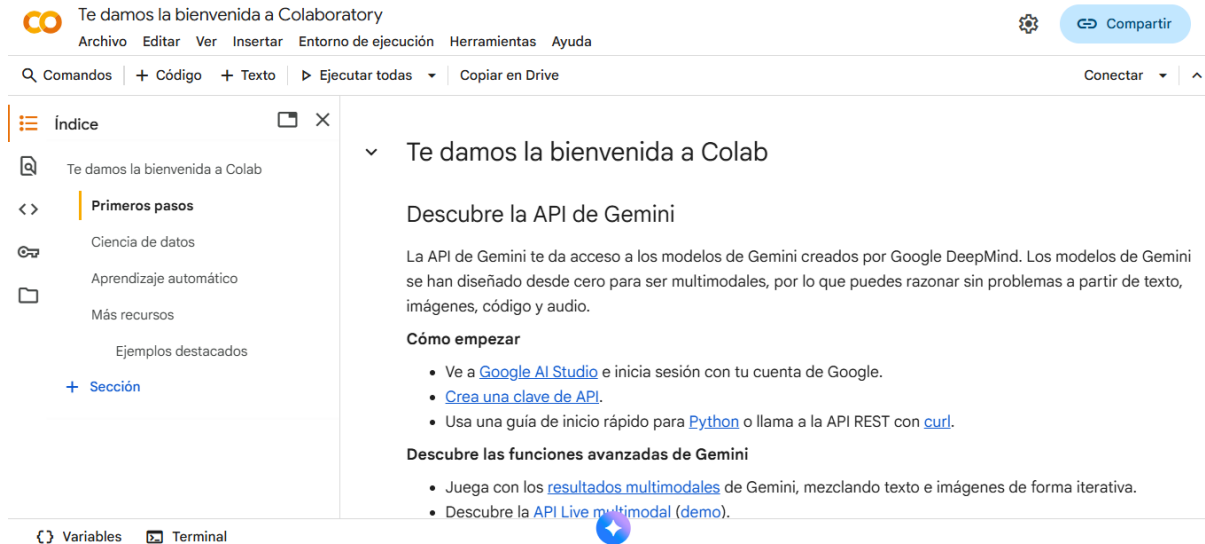
- Python 3.9+
- Bibliotecas que se usan: Pandas junto con Plotly, después Scikit-learn además de TensorFlow, también Openpyxl al igual que Shap.
- Documento con información: Archivo Excel que tiene una pestaña nombrada “Flujos”.

En la creación del modelo se harán varias etapas las cuales se explican más adelante:

1. Organiza el espacio donde trabajas.

Se recomienda realizar el ejercicio en [Google Colab](#) aunque puede utilizar un entorno local como anaconda.

Figura 21: Configuración de Google Colab



Fuente: Información obtenida de Google Colab.

2. Carga y exploración de datos:

- a. Se importa el archivo en formato Excel que contiene la información de flujos de la empresa.
- b. Presentación de estadísticas descriptivas y gráficos de tendencias.

Figura 22: Resumen Estadístico

```

RESUMEN ESTADISTICO DEL FLUJO DE CAJA:
count          72.000000
mean          116543.125417
std           36462.291762
min           47619.710000
25%           92498.290000
50%          108877.340000
75%          142432.935000
max           202762.830000
Name: Flujo_Caja_USD, dtype: float64

```

Fuente: Información obtenida de Google Colab.

Para efectos de este modelo se utilizará el Flujo de Efectivo de Operación (FEO) utilizando la siguiente fórmula:

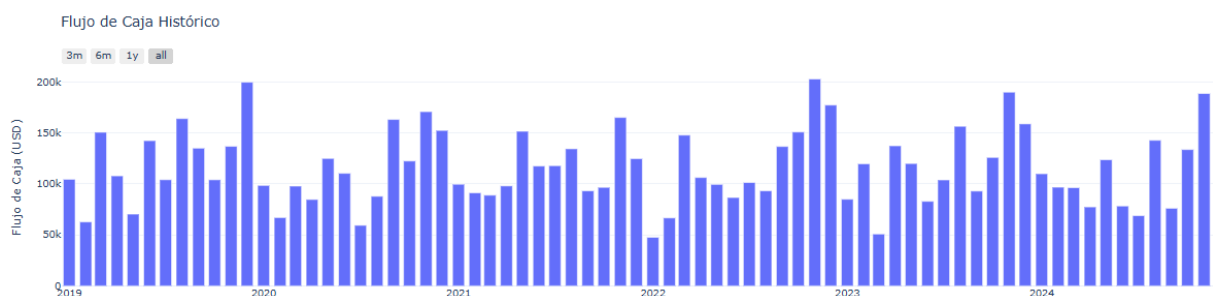
$$FEO = EBITDA \pm \Delta NWC$$

Donde:

EBITDA: Ingresos operativos – costos – gastos operativos

ΔNWC : (Activos operativos de corto plazo) – (Pasivos operativos de corto plazo)

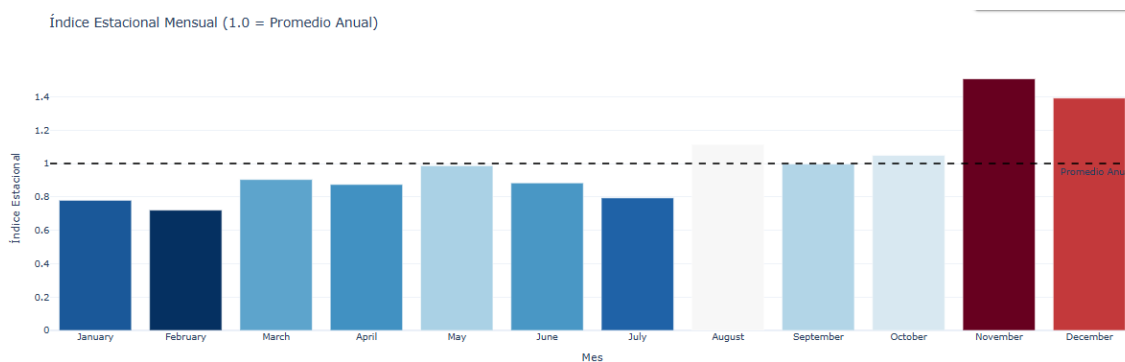
Figura 23: Flujos de Caja Históricos



Fuente: Elaboración propia en Google Colab.

En el gráfico anterior se muestra la tendencia estacional del flujo de caja de Mueblesal en el cual se logra apreciar lo picos marcados en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Figura 24: Índice de Estacionalidad Mensual

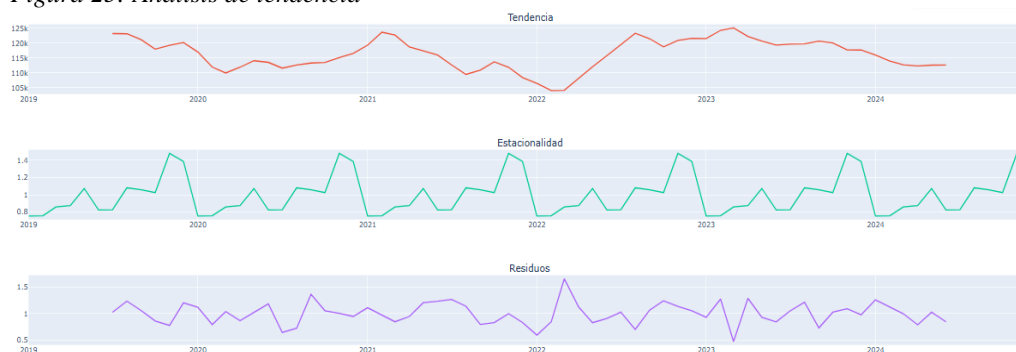


Fuente: Elaboración propia en Google Colab.

Para clarificar de mejor manera la parte de la estacionalidad en los datos del flujo se obtiene el promedio anual tomando como base = 1 y se comparan los meses en los cuales el valor es por encima de la base, y en efecto es el último trimestre del año que si se considera el giro de la empresa es el periodo en lo que la actividad comercial incrementa debido a las festividades de fin de año.

Por último, se realiza una descomposición del flujo original en tres partes en la que se analiza la tendencia (si a lo largo del tiempo va hacia arriba o hacia abajo), estacionalidad (el patrón que se repite cada año meses pico/valle) y los residuos (lo impredecible).

Figura 25: Análisis de tendencia



Fuente: Elaboración propia en Google Colab.

3. Configuración de las variables:

- a. Se Define la variable objetivo para este caso es el flujo proyectado.

- b. Definición del horizonte temporal, el modelo tomará los últimos 12 meses para predecir los siguiente 12 considerando la estacionalidad.
 - c. Normalización de datos.
 - d. Determinación del nivel de aprendizaje del modelo tanto aprendizaje (80%) como prueba (20%).
4. Construcción del modelo LSTM (Long Short-Term Memory) con ajustes por estacionalidad:
- a. Propósito:
Pronosticar la entrada y salida de dinero cada mes durante un año, utilizando combinaciones:
 - i. LSTM (captura la información, de cómo se desarrolla el negocio).
 - ii. Ajuste estacional o ajuste según la época del año – mantiene los periodos altos y bajos que vuelven una vez al año – sin alterar sus picos ni caídas típicas.
 - b. Cómo funciona:
 - i. El modelo revisa el pasado – como el año anterior – a fin de captar cómo se comporta.
 - ii. Anticipa el próximo mes, luego sigue así hasta llegar a los 12 meses siguientes.
 - iii. Ajusta cada mes futuro según el patrón histórico del mes (estacionalidad).
 - iv. Muestra la volatilidad histórica del mes (qué tan “inestable” ha sido) para entender el riesgo del pronóstico.

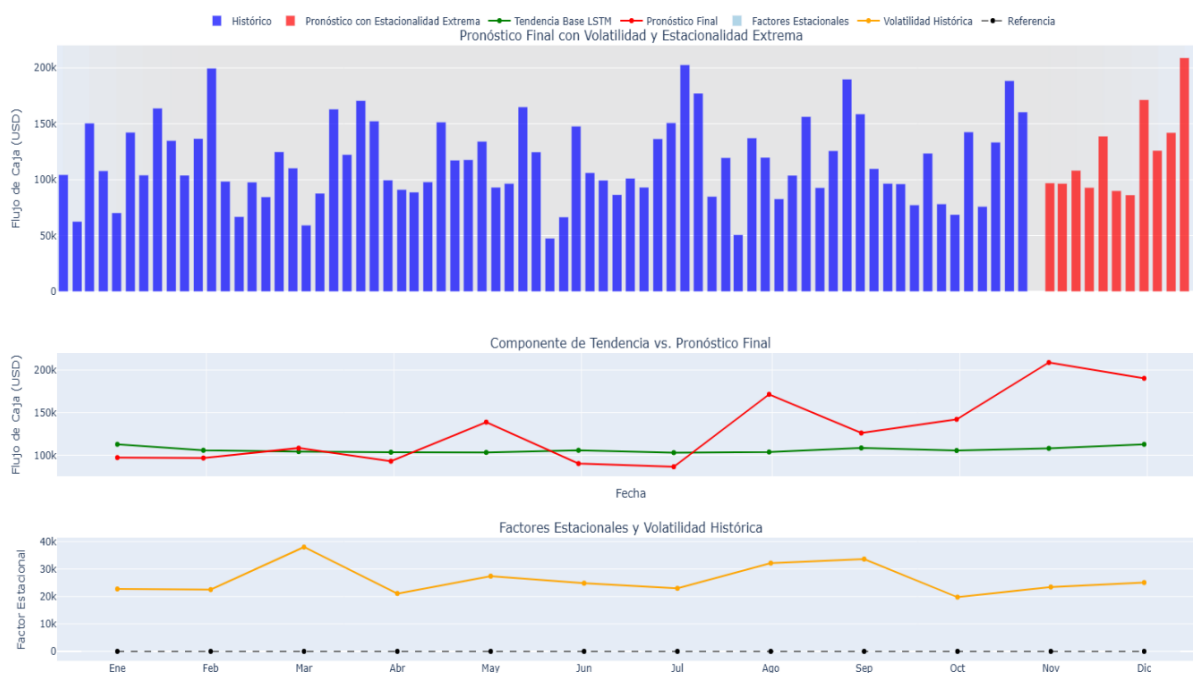
5. Ejecución del modelo

El modelo toma el historial mensual de flujo de caja, aprende cómo se comporta (si sube, baja y en qué meses hay “temporada”), y con eso proyecta los próximos 12 meses.

a. Qué hace:

- i. Con la última ventana real, calcula el mes siguiente, lo agrega a la secuencia y así sucesivamente hasta tener 12 meses futuros.
- ii. A cada mes proyectado le aplica un factor estacional: si históricamente ese mes es alto, sube la predicción; si es bajo, la baja.
- iii. Entrega resultados claros:

Figura 26: Flujos de Caja Proyectado



Fuente: Elaboración propia con base a la ejecución del modelo propuesto.

Panel superior (barras azules y rojas)

Azul (histórico): Flujo de caja observado mes a mes

Rojo (pronóstico): Proyección de los siguientes meses, ajustada por la estacionalidad.

Panel medio (líneas verdes y rojas)

Verde (Tendencia base LSTM): salida “suavizada” del modelo, capturando el componente de tendencia y la dinámica temporal aprendida.

Rojo (Pronóstico final): tendencia base + ajuste estacional.

Panel inferior (línea naranja y línea de referencia)

Naranja (Factor estacional): cuánto suma o resta la estacionalidad por mes (en USD). Meses con valores altos implican empujes estacionales; valores bajos o cercanos a cero implican meses valle.

Referencia (línea discontinua): base neutra (0); por encima añade, por debajo resta al pronóstico.

Tabla 7: Métricas de validación y sus componentes

```
----- MÉTRICAS DE VALIDACIÓN -----
MAE (Error Absoluto Medio): 24991.51
RMSE (Raíz del Error Cuadrático Medio): 31222.93
MAPE (Error Porcentual Absoluto Medio): 27.17%
```

Métrica	¿Cómo se calcula?	¿Cómo se interpreta?	Ejemplo de lectura
MAE (Mean Absolute Error)	Promedio de las diferencias absolutas entre flujo proyectado y real.	En promedio, ¿cuántos dólares me equivoco? (todos los errores pesan igual).	≈ USD\$24,991.51 de desviación media. El modelo se aparta, en promedio, unos 24 mil dólares por mes respecto al flujo real.

Métrica	¿Cómo se calcula?	¿Cómo se interpreta?	Ejemplo de lectura
RMSE (Root Mean Squared Error)	Raíz cuadrada del promedio de los errores al cuadrado.	Penaliza mucho más los errores grandes. Si $RMSE \gg MAE$, hay varios picos de error.	\approx USD\$31,222.93. Al ser mayor que el MAE, sugiere que hay algunos meses con desviaciones bastante altas que elevan el promedio cuadrático.
MAPE (Mean Absolute Percentage Error)	Promedio del error absoluto expresado como porcentaje del valor real.	En términos relativos, ¿cuánto me equivoco en porcentaje?	27.17 %. El flujo proyectado difiere, en promedio, un 27.17 % del flujo real. Dicho de otro modo, el modelo acierta alrededor del 72.83 % en magnitud.

Fuente: Elaboración propia.

6. Descarga de resultados en Excel:

Una vez se ha realizado la ejecución de todo el modelo, se genera un archivo en formato Excel que se descarga de forma automática, contiene los siguientes campos:

- a. Fecha: mes proyectado.
- b. Tendencia_Base: salida pura del LSTM (la tendencia sin ajustes).
- c. Factor_Estacional: multiplicador del mes.
- d. Volatilidad_Histórica: desviación estándar del mes (qué tan “inestable” ha sido históricamente).
- e. Pronóstico_Final: resultado aplicado al negocio (tendencia \times estacionalidad, con el ajuste de volatilidad ya incorporado según su lógica).

Figura 27: Datos de Flujos de Caja de Corto Plazo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Fecha	Tendencia_Base	Factor_Estacional	Volatilidad_Histórica	Pronóstico_Final				
2	31/01/2025	\$ 112,805.75	0.508342862	\$ 22,751.54	\$ 97,097.93				
3	28/02/2025	\$ 105,675.77	0.515149477	\$ 22,516.69	\$ 96,689.46				
4	31/03/2025	\$ 104,277.70	0.858786046	\$ 38,016.76	\$ 108,327.24				
5	30/04/2025	\$ 103,315.54	0.75056267	\$ 21,073.44	\$ 92,986.52				
6	31/05/2025	\$ 103,265.16	1.073323568	\$ 27,441.24	\$ 138,928.83				
7	30/06/2025	\$ 105,665.65	0.648980985	\$ 24,882.09	\$ 90,094.97				
8	31/07/2025	\$ 102,976.44	0.655134916	\$ 22,984.36	\$ 86,291.57				
9	31/08/2025	\$ 103,771.02	1.200577663	\$ 32,158.15	\$ 171,545.61				
10	30/09/2025	\$ 108,424.05	1.058001359	\$ 33,633.02	\$ 126,142.35				
11	31/10/2025	\$ 105,412.15	1.025813108	\$ 19,757.34	\$ 142,069.72				
12	30/11/2025	\$ 107,883.93	2.198446108	\$ 23,455.03	\$ 209,051.29				
13	31/12/2025	\$ 112,651.88	1.963452392	\$ 25,071.37	\$ 190,359.06				

Fuente: Elaboración propia con base a la ejecución del modelo propuesto.

7. Comparativa de la efectividad del modelo:

El método utilizado en la actualidad por Mueblesal es el de crecimiento porcentual de ventas y la herramienta usada es Microsoft Excel, para realizar una validación del modelo híbrido LSTM con el ajuste estacional, se llevó a cabo el ejercicio del flujo de caja de la empresa, los supuestos con los que se alimentó el modelo en hojas de cálculo se muestran a continuación:

Ventas: Crecimiento de 4.0%

Costos: Incremento de 2.0%

Gastos operativos: Incremento de 2.5%

Capital de trabajo: Mismo que el histórico 2024

Es preciso indicar que, los supuestos anteriores fueron proporcionados por el encargado de la entidad, atendiendo a los siguientes criterios:

- Ventas 4% de crecimiento: considerando 2% precio (inflación ~1.8%) + 2% volumen (PIB ~2.5%, comercio ~2%); se preserva la estacionalidad 2024 aplicando factores.
- Costos 2% de incremento: consistentes con inflación.
- Gastos operativos incremento del 2.5%: en línea con la inflación, incremento en almacenamiento de inventario, mayores comisiones a los vendedores.
- Capital de trabajo mismo que 2024: constante de forma razonable considerando su peso marginal en el flujo.

Para la construcción del modelo de Excel, como base se consideraron las ventas del año anterior inmediato, dado que, es la forma tradicional que utiliza la empresa para realizar su ejercicio anual.

Tabla 8: Componente del flujo de efectivo del año 2024

Fecha	Ventas	Costos	Gastos Operativos	Capital de Trabajo
01/01/2024	441,524.81	251,529.86	76,732.54	3,344.20
01/02/2024	423,721.39	260,200.10	76,866.55	(10,083.65)
01/03/2024	450,920.36	258,967.47	94,510.37	1,172.67
01/04/2024	473,855.59	303,842.53	99,086.92	(6,473.27)
01/05/2024	600,075.65	350,176.40	124,341.53	1,907.09
01/06/2024	588,577.25	349,088.38	150,078.40	11,123.79
01/07/2024	552,585.35	341,801.53	115,312.55	26,645.09
01/08/2024	579,689.03	332,304.53	125,476.55	(20,795.30)
01/09/2024	613,913.23	371,213.93	130,796.26	35,834.96
01/10/2024	613,742.98	384,715.79	128,220.28	(32,795.08)
01/11/2024	815,507.17	469,050.01	160,453.17	(2,549.99)
01/12/2024	895,558.52	539,661.50	185,487.04	9,883.73

Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación de los montos del ejercicio en las hojas de cálculo se realizará de la siguiente manera:

Ventas 2024 * (1+4.0%)

Costos 2024 * (1+2.0%)

Gastos operativos 2024 * (1+2.5%)

Para el capital de trabajo se tomarán los mismos montos del año 2024.

El resultado comparativo de dichos modelos se presenta a manera de resumen de la siguiente manera:

Tabla 9: Comparación del Modelo Tradicional vs el Modelo de Redes Neuronales

Fecha	Modelo Excel	Modelo Redes
ENE25	120,630.29	97,097.93
FEB25	106,561.58	96,689.46
MAR25	106,764.56	108,327.24
ABR25	87,799.61	92,986.52
MAY25	137,541.59	138,928.83
JUN25	91,096.04	90,094.97
JUL25	81,210.75	86,291.57
AGO25	156,107.81	171,545.61
SEP25	89,930.42	126,142.35
OCT25	147,251.89	142,069.72
NOV25	207,781.94	209,051.29
DIC25	180,918.18	190,359.06

Fuente: Elaboración propia.

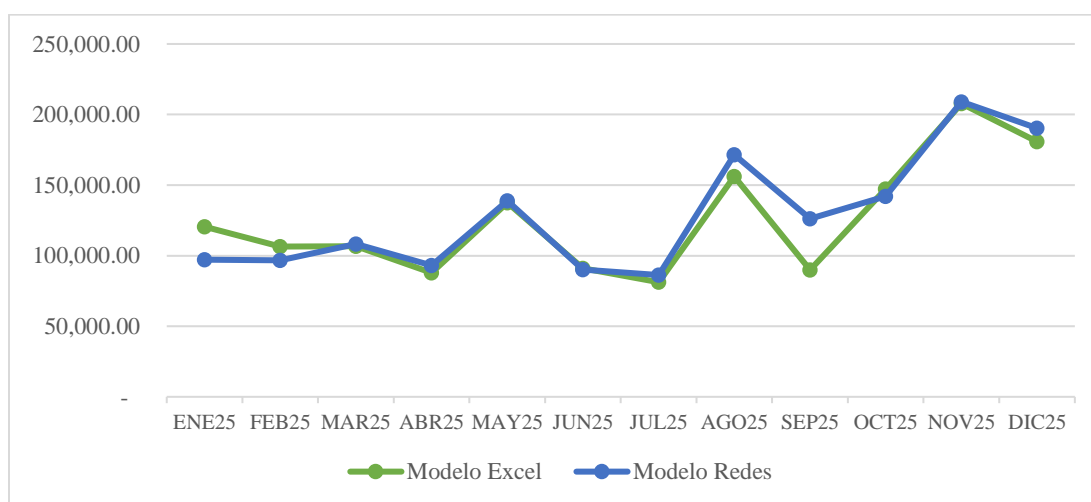
De lo anterior se puede apreciar:

- Comparativa entre modelo: Redes proyecta USD 1,549,584.55 vs Excel USD 1,513,594.66 → +USD 35,989.89 (+2.38%) a favor de Redes.
- Frecuencia: Redes supera a Excel en 8 de 12 meses; Excel supera en 4.
- Dónde Redes gana más
 - SEP25: +USD 36,211.93 (+40.27%) — gran salto respecto a Excel.
 - AGO25: +USD 15,437.80 (+9.89%).
 - DIC25: +USD 9,440.88 (+5.22%).
- Dónde Excel queda arriba

- ENE25: Redes –USD 23,532.36 (–19.51%).
 - FEB25: Redes –USD 9,872.12 (–9.26%).
 - OCT25: Redes –USD 5,182.17 (–3.52%).
- Lectura de patrón
 - Inicio de año: Redes es más conservador (enero–febrero).
 - Mitad/final: Redes se vuelve más alto, sobre todo agosto–septiembre–diciembre, meses típicamente fuertes por estacionalidad.
 - Representación gráfica

El modelo Excel proyecta 2025 aplicando una tasa de crecimiento fija sobre las ventas, costos y gastos. Por el contrario, el modelo de redes neuronales utiliza todo el historial para captar tendencias, estacionalidad y relaciones no lineales, ajustando cada mes según el comportamiento real y reciente del negocio. A continuación, se presenta la comparación de ambos resultados:

Figura 28: Modelo Excel vs Modelo de Redes Neuronales



Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual, se puede mencionar que, una de las ventajas de aplicar redes neuronales radica en su capacidad para aprender y a partir del entrenamiento con los datos suministrados, realiza

proyecciones considerando la estacionalidad implícita en el modelo. Un modelo entrenado, y puede arrojar resultados que se comportan de manera congruente con la base histórica.

Al realizar la comparación para el entrenamiento del modelo se consideró como base los datos históricos de la compañía; adicionalmente, como se mencionó anteriormente, la información de los supuestos fue brindados por la entidad sin conocerse la base de cálculo considerando los lineamientos internos de confidencialidad de la compañía.

4.4. Cumplimiento de objetivos

El cumplimiento del objetivo general de la investigación que consistió en: desarrollar un modelo de redes neuronales para la predicción de flujos de caja para una empresa del sector comercio ubicada en el distrito de Soyapango, con el fin de optimizar la planificación y la toma de decisiones financieras, se cumplió con el desarrollo del caso práctico.

Asimismo, se dio cumplimiento a los objetivos específicos planteados de la siguiente manera:

- Se desarrolló un modelo de redes neuronales para la predicción de flujos de caja, para optimizar la planificación y la toma de decisiones financieras.

- Se diseñó un modelo de redes neuronales utilizando datos históricos para predecir con mayor precisión los flujos de caja futuros.

- Se incorporaron variables cíclicas y estacionales en el modelo mejorando la predicción de flujos de caja mediante la implementación de un modelo basado en redes neuronales.

4.5. Oportunidad de investigaciones futuras

Esta propuesta presenta varias posibilidades para estudios posteriores sobre inteligencia artificial en medianas empresas, particularmente en países como El Salvador, donde las herramientas modernas aún no se han implementado en su totalidad.

Por lo cual, es conveniente explorar temas ligados a:

- a) Extensión del enfoque a áreas distintas: esta revisión se realizó considerando las empresas del sector comercio, sin embargo, se pueden hacer análisis similares en ramas como la industria o los servicios.
- b) Anticipar otros datos económicos tales como retraso en pagos por parte de los proveedores, movimiento del inventario, posibles llamados de capital, peligro de no cumplir con deudas.
- c) Estudios prolongados acerca del efecto en la administración de proyectos: estos análisis se podrían enfocar en como con el tiempo estas aplicaciones pueden influir en las decisiones de la alta dirección para mejorar el rendimiento diario o cómo afecta la estabilidad de las compañías.
- d) Usar el modelo en pequeños negocios, o proyectos nuevos: estudios venideros tal vez se ajusten a estas empresas, que tienen mayores limitantes a nivel de tecnología y de recursos financieros, que podrían beneficiarse de utilizar soluciones basadas en inteligencia artificial.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Con base a la investigación realizada se concluye que:

La implementación de redes neuronales es una herramienta eficaz para la predicción de flujos de caja a partir de datos históricos, considerando una empresa del sector comercio

La capacidad predictiva de las redes neuronales contribuye a la optimización de la planificación financiera facilitando la toma de decisiones oportuna y reduciendo la incertidumbre.

A pesar de la eficacia de la implementación de un modelo de predicción de flujos de caja a corto plazo basado en redes neuronales, la precisión depende de la calidad y cantidad de datos históricos disponibles, así como de la correcta configuración y entrenamiento del modelo.

La adopción de esta tecnología puede fortalecer la competitividad de las medianas empresas al mejorar su gestión financiera y capacidad de respuesta ante los cambios en el entorno.

5.2. Recomendaciones

Considerando los resultados de la presente investigación se recomienda que:

Las empresas del sector comercio deberían incorporar las redes neuronales de forma gradual, iniciando con pruebas pilotos para validar los resultados y adaptarlas a sus procesos de gestión financiera.

Fortalecer los sistemas de información financiera para asegurar que los datos históricos se encuentren completos, sea información confiable y actualizada, dado que, de ello depende la precisión del modelo.

El personal del área financiera debe recibir formación en el manejo de redes neuronales y análisis de datos, con el fin de aprovechar la herramienta y reducir la dependencia de asesoría externa.

Los modelos deben ajustarse de forma regular conforme cambien las condiciones del mercado, o el comportamiento de la empresa, asegurando que las predicciones sigan siendo relevantes y útiles.

Bibliografía

- Stuart Russell, Peter Norvig. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach, 4th ed.* Pearson.
- Andes, U. d. (2021). *Uso de redes neuronales para predecir mercados financieros.* Santiago: Universidad de los Andes.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning.* Springer.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2020). *Principles of corporate finance (13th ed.).* McGraw-Hill Education.
- Cardozo, E., Naime, Y. V., & Monroy, C. R. (2012). El concepto y clasificación de las PYME en América Latina. *Global Conference on Business and Finance Proceeding.*
- Caribe, C. E. (2021). *Tecnologías digitales para un nuevo futuro .* Santiago: LC/TS.2021/43.
- Chollet, F. (2018). *Deep Learning with Python.* Manning Publications.
- Chris Chatfield , Haipeng Xing. (2019). *The Analysis of Time Series: An Introduction with R.* Chapman and Hall/CRC; 7a edición.
- Cooksey, B. (2014). *An Introduction to APIs.* Zapier, Inc. .
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset, 3rd Edición.* Wiley Finance.
- Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. Hernández Sampieri, R., . (2014). *Metodología de la investigación .* 6.ª edición McGraw-Hill.
- Fred L. Jr. Drake Guido Van Rossum. (2011). *The Python Language Reference Manual (Python Manual).* Network Theory.
- George E. P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel, Greta M. Ljung . (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control.* Wiley.
- Haykin, S. (2009). *Neural networks and learning machines (3rd ed.).* Pearson.
- Hernández Sampieri, R. F. (2014). *Metodología de la investigación.* Sexta edición, McGraw-Hill.
- Hilpisch, Y. (2018). *Python for Finance: Mastering data-driven finance (Segunda ed.).* O'Reilly Media.
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 1735-1780.
- Jae K. Shim, Joel G. Siegel. (2000). *Financial Management.* Barrons Educational Series.

- Kyunghyun Cho, Bart van Merriënboer, Caglar Gulcehre, Dzmitry Bahdanau, Fethi Bougares, Holger Schwenk, Yoshua Bengio. (2014, Septiembre 3). Learning Phrase Representations using RNN Encoder–Decoder. *Universidad de Cornell*, 1-15.
- LeCun, Y. B. (2015). *Nature*, 521(7553). *Deep learning*, 436-444.
- Luis Escobar R., Julio Valdes H., Santiago Zapata C. (n.d.). *Redes Neuronales Artificiales en predicción de Series de Tiempo*. Santiago, Chile: Universidad Tecnológica Metropolitana.
- Madrid, U. P. (2021). *Aplicación de modelos de redes neuronales a la predicción de la insolvencia empresarial*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (2019). *Forecasting: Methods and applications*. 4th Edition: Wiley.
- McKinney, W. (2017). *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython*. O'Reilly Media.
- Nilsson, N. J. (2010). *The quest for artificial intelligence: A history of ideas and achievements*. Cambridge University Press.
- Observatorio MYPE, F. S. (2024). *Dagnóstico del sector PyME en El Salvador*.
- Olmos, R. (2013). *Fragilidad de las medianas empresas en El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Revista Semestral Realidad y Reflexión.
- Porter, M. E. (2008). On competition. *Harvard Business Review Press*.
- Schurmann, N. (2015). *Ultimate Python: La serie*. Independently published .
- Shim, J. K., Siegel, J. G., & Dauber, N. (2019). *Financial management* . Barron's Educational Series.
- Stumpo, M. D. (2020). *Mipymes en América Latina: un frágil*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Sweigart, A. (2011). *Automatizar el material aburrido con Python- Programación práctica para principiantes totales*. No Starch Press.
- Tamayo, M. &. (2015). *El proceso de la investigación científica*. Quinta Edición, Limusa.
- Zaccone, G., Karim, M. R., & Menshawy, A. (2017). *Deep Learning with TensorFlow*. Packt Publishing.
- Zevallos, E. (2003). Micro, pequeñas y medianas empresas en América Latina. *Revista de la CEPAL* 79, 70.
- Zhang, G. (2003). Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model. *Neurocomputing*, 159-175.

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA



DIRIGIDO A: Encuesta dirigida al gerente o administrador de la mediana empresa, del sector comercio en el distrito de Soyapango.

OBJETIVO: Obtener información respecto a la proyección de flujos de caja, manejo de la liquidez y gestión financiera de la compañía.

INDICACIONES: Lea detenidamente las siguientes interrogantes que se le presentan; seleccione la respuesta que considere conveniente, según sea el caso.

Generalidades de la compañía

Objetivo: Conocer el perfil de la empresa y su contexto operativo.

Cargo que desempeña: Administrador Representante Legal Propietario

1. ¿Cuántos años lleva operando la empresa?

1- 5 años 5 - 9 años Más de 10 años

Métodos y herramientas para la predicción de flujos de caja

Objetivo: Identificar los métodos y herramientas convencionales empleados actualmente para la predicción del flujo de caja de corto plazo.

2. ¿Qué método utiliza actualmente su empresa para proyectar los flujos de caja de corto plazo?

Análisis de tendencias

Proyección basada en ventas históricas más rotación de cuentas.

Método de crecimiento porcentual

Escenarios simples (optimista, base y pesimista)

Análisis del ciclo de conversión de efectivo

3. ¿Qué herramientas utiliza actualmente su empresa para elaborar flujos de caja de corto plazo?

Hojas cálculo (Excel / Google Sheets)

Software contable

App móviles / Software en la nube

Otro:

4. ¿Con qué frecuencia actualiza su empresa las proyecciones de flujo de caja de corto plazo?

Mensualmente

Trimestralmente

Semestralmente

Anualmente

Cuando hay cambios importantes

5. ¿Cuáles de los siguientes componentes del flujo de caja son más relevantes dentro de su proyección a corto plazo? (puede seleccionar más de una opción)

Ventas

Costos

Gastos

Capital de trabajo

6. ¿Qué tan preciso considera que es el método actual para predecir el flujo de caja?

Muy preciso

Moderadamente preciso

Poco preciso

Nada preciso

7. En los últimos 12 meses, ¿cuáles de los siguientes factores han dificultado que su empresa anticipe problemas de liquidez? (Puede seleccionar más de una opción)

Falta de herramientas adecuadas para proyectar flujos de caja

Acceso limitado a financiamiento externo

Cambios inesperados en las ventas o en la demanda del mercado

Incrementos no planificados en costos operativos

Retrasos en los pagos de clientes (cuentas por cobrar)

Falta de planificación financiera a corto y mediano plazo

Otras (especifique)

8. ¿Qué consecuencias ha experimentado su empresa debido a dificultades en la proyección del flujo de caja? (Seleccione todas las que apliquen)

- Incapacidad para cumplir con pagos a proveedores
- Retrasos en el pago de salarios o compromisos laborales
- Necesidad de recurrir a préstamos de emergencia o líneas de crédito costosas
- Interrupciones en la operación por falta de liquidez
- Pérdida de oportunidades de inversión o crecimiento
- Deterioro de relaciones comerciales con proveedores o socios
- Ninguna consecuencia significativa
- Otra (especifique): _____

9. ¿Qué tan relevantes son los siguientes factores para la variabilidad de su flujo de caja?
(escala: 1 = Nada relevante, 5 = Muy relevante)

Factor	1	2	3	4	5
Estacionalidad en ventas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cambios en la demanda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costos de insumos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disponibilidad de crédito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conocimiento sobre inteligencia artificial y redes neuronales

Objetivo: obtener información acerca del conocimiento sobre inteligencia artificial y las redes neuronales.

10. ¿Cómo describiría la actitud general de su empresa hacia la adopción de nuevas tecnologías?
- Conservadora
 - Cauta
 - Abierta
 - Proactiva
11. ¿Qué tan relevante considera mejorar la predicción del flujo de caja para su empresa?
- Muy relevante
 - Algo relevante
 - Poco relevante
 - Nada relevante
12. ¿Qué impacto cree que tendría una mejor predicción del flujo del flujo de caja en la planificación financiera de su empresa?
- Mejoraría significativamente la toma de decisiones
 - Tendría un impacto moderado
 - Tendría poco impacto
 - No tendría ningún impacto
13. ¿Estaría a disposición de considerar la implementación de una solución tecnológica avanzada si se demuestra que mejora la precisión en la proyección del flujo de efectivo a corto plazo? (Si su respuesta es "No", por favor indique el motivo)
- Sí
 - No

Dependería del caso

14. ¿Cuáles de las siguientes herramientas o procesos automatizados ha implementado su empresa para apoyar la gestión financiera o la proyección del flujo de caja? (Seleccione todas las que apliquen)

Hojas de cálculo automatizadas para proyección de flujo de caja (Excel con fórmulas/macros)

Software de contabilidad con funciones de análisis financiero (ej. QuickBooks, SAP, Zoho Books)

Herramientas de inteligencia artificial para predicción financiera (ej. redes neuronales, algoritmos de machine learning)

Sistemas ERP con módulos financieros integrados

Automatización de cuentas por cobrar y cuentas por pagar

Dashboards financieros en tiempo real (Power BI, Tableau u otros)

Alertas automatizadas sobre desviaciones de flujo de caja

No se ha implementado ningún tipo de automatización

Otra (especifique): _____

15. ¿Con cuál de los siguientes recursos tecnológicos cuenta su empresa actualmente?

(Seleccione todos los que apliquen)

Computadoras de uso administrativo/financiero

Software contable o de gestión financiera

Sistemas de almacenamiento de datos (servidores, bases de datos en la nube, etc.)

- Acceso a internet estable y permanente
- Sistemas de seguridad informática (antivirus, respaldo de datos)
- No se cuentan con recursos tecnológicos significativos

16. ¿Considera que la infraestructura tecnológica actual de su empresa es suficiente para organizar y estructurar la información financiera de manera efectiva?

- Sí, es adecuada y eficiente
- Parcialmente, requiere mejoras
- No, es ineficiente y limita la gestión de la información
- No estoy seguro

17. En caso de que su infraestructura tecnológica sea limitada, ¿cuáles son los principales obstáculos? (Seleccione todos los que apliquen)

- Equipos obsoletos o en mal estado
- Falta de software especializado
- Problemas de conectividad o acceso a internet
- Presupuesto insuficiente para tecnología
- Falta de personal capacitado en herramientas digitales
- Otro (especifique)

18. ¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para implementar soluciones tecnológicas avanzadas para la proyección del flujo de efectivo a corto plazo?

(Seleccione todas las que apliquen)

- Falta de conocimiento técnico sobre herramientas tecnológicas de predicción financiera
- Costos elevados de implementación de soluciones tecnológicas
- Falta de personal capacitado en análisis financiero y uso de nuevas tecnologías
- Carencia de infraestructura tecnológica adecuada (software, hardware, conectividad)
- Dificultad para integrar estas herramientas con los sistemas contables actuales
- Resistencia al cambio o desconfianza hacia tecnologías automatizadas
- Escasa disponibilidad de datos históricos precisos sobre flujo de efectivo
- Baja prioridad en la planificación financiera de la empresa
- Desconocimiento de los beneficios que estas herramientas pueden ofrecer
- No se han identificado obstáculos importantes
- Otro (especifique): _____

Anexo 2: Número de Empresas en El Salvador

BANCO CENTRAL DE RESERVA DE EL SALVADOR

Número de empresas por tamaño, área geográfica y actividad económica principal, para el Área Metropolitana de San Salvador

DEPARTAMENTO / TAMAÑO DE EMPRESA	Agropecuarios	Beneficios de Café	Comercio	Construcción	Electricidad	Industria	Ingenios Azucareros	Servicios	Transporte	Total General
ANTIGUO CUSCATLAN	72	3	448	87	27	110		983	48	1778
GRAN EMPRESA		1	68	5	5	30		36	2	147
MEDIANA EMPRESA	3		64	8	1	18		68	6	168
MICROEMPRESA	54	1	184	47	17	34		597	29	963
PEQUEÑA EMPRESA	15	1	132	27	4	28		282	11	500
APOPA	16		134	6	2	30	1	57	34	280
GRAN EMPRESA	1		9	1		3	1		4	19
MEDIANA EMPRESA	2		18	1	1	8		6	3	39
MICROEMPRESA	5		53	3	1	11		32	14	119
PEQUEÑA EMPRESA	8		54	1		8		19	13	103
AYUTUXTEPEQUE			24	2		3		18	11	58
MEDIANA EMPRESA			1							1
MICROEMPRESA			15			1		15	6	37
PEQUEÑA EMPRESA			8	2		2		3	5	20
CUSCATANCINGO			18	3		8		14	8	51
MEDIANA EMPRESA			1			2				3
MICROEMPRESA			13	3		6		10	6	38
PEQUEÑA EMPRESA			4					4	2	10
DELGADO			61	13		29		38	11	152
GRAN EMPRESA			2			1				3
MEDIANA EMPRESA			7			2		1		10
MICROEMPRESA			34	9		16		31	8	98
PEQUEÑA EMPRESA			18	4		10		6	3	41
ILOPANGO	3		94	12	3	49		58	22	241
GRAN EMPRESA			7			14		1		22
MEDIANA EMPRESA			8	2	1	10		3	1	25
MICROEMPRESA	3		45	8		14		30	13	113
PEQUEÑA EMPRESA			34	2	2	11		24	8	81
MEJICANOS	1		163	38		31		151	27	411
GRAN EMPRESA			2	1		2				5
MEDIANA EMPRESA			9	1		3		3	1	17
MICROEMPRESA	1		87	21		12		121	13	255
PEQUEÑA EMPRESA			65	15		14		27	13	134
NEJAPA	1		45			4		18	8	76
GRAN EMPRESA			5			1		1		7
MEDIANA EMPRESA			6			2		2		10
MICROEMPRESA			20			1		9	3	33
PEQUEÑA EMPRESA	1		14					6	5	26
SAN MARCOS	2		45	11		36		65	4	163
GRAN EMPRESA			2			8		4		14
MEDIANA EMPRESA			4	1				4		9
MICROEMPRESA	2		24	7		11		38	3	85
PEQUEÑA EMPRESA			15	3		17		19	1	55
SAN MARTIN	1		67	11		12		31	19	141
GRAN EMPRESA			2			2		1		5
MEDIANA EMPRESA			8			1			1	10
MICROEMPRESA			38	9		6		24	8	85
PEQUEÑA EMPRESA	1		19	2		3		6	10	41
SAN SALVADOR	327	7	3680	551	97	643	1	6466	239	12011
GRAN EMPRESA	4	1	173	19	18	40		152	7	414
MEDIANA EMPRESA	10	1	368	46	9	58		315	17	824
MICROEMPRESA	237	3	1698	260	49	287	1	4204	137	6876
PEQUEÑA EMPRESA	76	2	1441	226	21	258		1795	78	3897
SANTA TECLA	43	1	484	123	12	94		771	48	1576
GRAN EMPRESA			26	1	3	11		18	2	61
MEDIANA EMPRESA	1	1	55	14	2	9		33	3	118
MICROEMPRESA	29		251	58	6	37		526	22	929
PEQUEÑA EMPRESA	13		152	50	1	37		194	21	468
SOYAPANGO	17		185	17	7	86		162	38	512
GRAN EMPRESA	1		16			30		10		57
MEDIANA EMPRESA	2		12		1	10		11	1	37
MICROEMPRESA	10		92	11	4	23		111	21	272
PEQUEÑA EMPRESA	4		65	6	2	23		30	16	146
TONACATEPEQUE			16	2		2		12	8	40
MEDIANA EMPRESA								1		1
MICROEMPRESA			10	2		2		9	5	28
PEQUEÑA EMPRESA			6					2	3	11
TOTAL GENERAL	483	11	5464	876	148	1137	2	8844	525	17490

Fuente: Tomado de Banco Central de Reserva de El Salvador. (2022). Número de empresas por tamaño, área geográfica y actividad económica principal, para el Área Metropolitana de San Salvador.