

**EL IMPACTO DE RIESGO MORAL EN LAS EMPRESAS CON DIFICULTADES
FINANCIERAS: EL CASO DE LAS ARTES GRÁFICAS**

AUTOR (AS).

JESSICA MILENA TRUJILLO LEÓN

SANDRA PAOLA LÓPEZ RIASCOS

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN FINANZAS
SANTIAGO DE CALI**

2024

**EL IMPACTO DE RIESGO MORAL EN LAS EMPRESAS CON DIFICULTADES
FINANCIERAS: EL CASO DE LAS ARTES GRÁFICAS**

AUTOR (AS).

JESSICA MILENA TRUJILLO LEÓN

SANDRA PAOLA LÓPEZ RIASCOS

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título
de Magíster en Finanzas**

Director del trabajo de grado:

José Augusto Castillo

Doctor en Administración

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN FINANZAS
SANTIAGO DE CALI**

2024

Santiago de Cali, 19 de julio de 2024

Doctor (a)
FABIAN FERNANDO OSORIO TINOCO
Decano
Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas
Pontificia Universidad Javeriana
La Ciudad


Por medio de la presente estamos entregando a usted el Trabajo de Grado cuyo título es “EL IMPACTO DE RIESGO MORAL EN LAS EMPRESAS CON DIFICULTADES FINANCIERAS: EL CASO DE LAS ARTES GRÁFICAS “.

Esperamos que este Trabajo cumpla con los requisitos académicos exigidos y que alcance el propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente



Jessica Milena Trujillo León
CC. 1.113.531.464



Sandra Paola López Riascos
CC. 1.111.747.394

Santiago de Cali, 15 de mayo de 2024

Doctor (a)

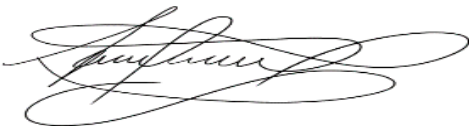
FABIAN FERNANDO OSORIO TINOCO
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

La Ciudad

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado “EL IMPACTO DE RIESGO MORAL EN LAS EMPRESAS CON DIFICULTADES FINANCIERAS: EL CASO DE LAS ARTES GRÁFICAS”, realizado por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana Jessica Milena Trujillo León CC. 1.113.531.464 Y Sandra Paola López Riascos CC. 1.111.747.394, y considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente

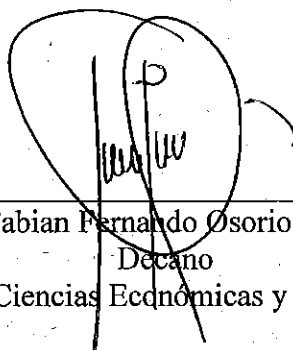


José Augusto Castillo
Director del Trabajo de Grado

ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de julio 6 de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque la Tesis no contenga ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se vea en ellas al anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”.

“EL IMPACTO DE RIESGO MORAL EN LAS EMPRESAS CON DIFICULTADES FINANCIERAS: EL CASO DE LAS ARTES GRÁFICAS”,
Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar por el título de Magíster en Finanzas.



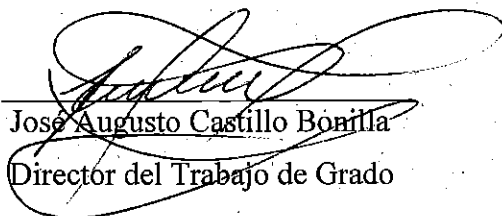
Fabian Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas



Jessica Gil Caicedo
Directora de Maestría en Finanzas.



Alexander Alegria Castellanos
Jurado



José Augusto Castillo Bonilla
Director del Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 15 de julio del 2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía constante en cada paso que doy, por mostrarme su infinito amor y presencia en mi vida, y por rodearme de personas maravillosas que han enriquecido mi camino.

A mi madre, Clara Inés León Lazo, cuyo ejemplo de sacrificio y perseverancia ha sido mi mayor inspiración. Ella me ha demostrado que, cuando hacemos las cosas con amor, todo crece y todo es posible.

A mi hermana, Maryi Lizbeth Trujillo León, por su apoyo incondicional. Ella ha sido la motivación y el faro de mi vida, siempre brindándome su compañía y respaldo en todo momento.

A mi compañera de maestría, Sandra Paola López, por su apoyo constante y por contagiarme siempre de su seguridad y tenacidad. Su amistad y colaboración han sido esenciales para el desarrollo de este trabajo y para alcanzar este gran logro.

Finalmente, agradezco a la empresa Producción Gráfica Editores por creer en mí desde el primer momento, brindándome la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender de todos y de todo.

A todos ustedes, les dedico este trabajo con mi más sincero agradecimiento y reconocimiento.

Jessica Milena Trujillo León

DEDICATORIA

Primeramente, doy gracias a Dios Todopoderoso, quien me ha guiado todo este tiempo y ha cumplido cada una de Sus promesas en mi vida. Bendito sea Su nombre; hoy más que nunca, lo honro por permitir que un sueño más se haga realidad. Gracias Señor, por tanto amor inmerecido, por cuidarme y por cumplir los anhelos de mi corazón.

A mis padres y hermanos, les agradezco profundamente por su apoyo incondicional, sus sabios consejos y por estar siempre a mi lado. Los amo inmensamente. Gracias por acompañarme en cada uno de mis procesos, por cada palabra de ánimo y por su presencia constante a lo largo de los años. Ustedes son las personas más importantes y valiosas que Dios me ha brindado.

A la familia Cordón, gracias por esta valiosa oportunidad. Que Dios les bendiga inmensamente por ser luz en mi camino, por abrirme esta puerta tan significativa para mi vida y carrera profesional. Una vez más, gracias por regalarme esta oportunidad.

A mis amigos (a), les doy mil gracias por seguir de cerca este proceso profesional. Sus mensajes de apoyo en los días difíciles y sus ánimos cuando el cansancio se asomaba a la puerta han sido una bendición para mi vida. Agradezco profundamente tenerlos conmigo.

Y a ti, mi compañera y querida amiga Jessica Trujillo, ha sido una montaña rusa compartir este proceso contigo. De las grandes cosas que me llevo de esta maestría, tú eres una de las más valiosas. Tu ser, tu persona, y ese corazón tan bonito y transparente, han sido una fuente de fortaleza para mí. Si estoy escribiendo estas líneas es porque finalmente lo logramos, después de muchas noches de desvelo y de las numerosas angustias que vivimos. Espero que todo fluya para ti y que Dios, con su gracia e infinito amor, abra muchas puertas de bendición. Hasta luego, mi querida Magister en Finanzas.

Sandra Paola López Riascos

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVOS	6
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	6
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
3.	JUSTIFICACIÓN.....	7
4.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
5.	MARCO TEORICO	11
6.	MARCO LEGAL	13
7.	METODOLOGÍA	16
7.1	ESTRUCTURA METODOLÓGICA	16
7.2	POBLACIÓN.....	17
7.3	INDICADORES FINANCIEROS	18
7.3	ANÁLISIS DE LOS DATOS	20
8.	ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS	21
8.1	CORRELACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES.....	26
9.	MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DICOTÓMICA.....	27
9.1	METODOLOGÍA DE MODELADO.....	28
9.1.1	DIVISIÓN DEL CONJUNTOS DE DATOS	28
9.1.2	ESTANDARIZACIÓN DE DATOS	28
9.1.3	VALIDACIÓN CRUZADA DE K-ITERACIONES	29
9.1.4	MÉTRICAS DE EVALUACIÓN.....	29
9.1.5	MATRIZ DE CONFUSIÓN Y CURVA ROC.....	29
9.1.6	MATRIZ DE CONFUSIÓN Y CURVA ROC.....	30
9.1.7	METODOLOGÍA SMOTE	32
10.	APLICACIÓN DEL MODELO	33
10.1	VARIABLE DIFICULTAD FINANCIERA	36
11.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL MODELO LOGÍSTICO.....	37
12.	CONCLUSIÓN.....	44
13.	BIBLIOGRAFÍA	46

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS POR EL VALOR DE LOS ACTIVOS.....	15
TABLA 2. TOTAL MUESTRA EMPRESAS DE ARTES GRÁFICAS.....	17
TABLA 3. EMPRESAS CON DIFICULTADES FINANCIERAS.....	18
TABLA 4. INDICADORES DE ESTUDIO.....	18
TABLA 5. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS AÑO 2018.....	21
TABLA 6. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS AÑO 2019.....	22
TABLA 7. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS AÑO 2020.....	23
TABLA 8. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS AÑO 2021.....	24
TABLA 9. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS AÑO 2022.....	25
TABLA 10. POSITIVOS Y NEGATIVOS.....	30
TABLA 11. VARIABLES DEL MODELO.....	34
TABLA 12. DATOS DE ENTRENAMIENTO Y VALIDACIÓN.....	37
TABLA 13. VALIDACIÓN CRUZADA.....	37
TABLA 14. MATRIZ CONFUSIÓN CON DATOS TEST.....	38
TABLA 15. MÉTRICAS MATRIZ DE CONFUSIÓN.....	39
TABLA 16. ESTIMACIÓN COEFICIENTES MODELO 1.....	39
TABLA 17. ESTIMACIÓN MODELO 2.....	41
TABLA 18. MÉTRICAS MATRIZ DE CONFUSIÓN MODELO 2.....	43

EL IMPACTO DE RIESGO MORAL EN LAS EMPRESAS CON DIFICULTADES FINANCIERAS: EL CASO DE LAS ARTES GRÁFICAS

AUTOR(AS).

JESSICA MILENA TRUJILLO LEÓN

SANDRA PAOLA LÓPEZ RIASCOS

RESUMEN

El presente trabajo analiza cómo el riesgo moral influye en la probabilidad de dificultades financieras en las empresas del sector de artes gráficas en Colombia durante el período 2018-2022. Utilizando un modelo logístico, la investigación examina indicadores financieros tradicionales y de riesgo moral, como la sustitución de activos, bajo esfuerzo, subinversión y diferentes usos de préstamos. Los resultados muestran que indicadores como costos y gastos operativos en relación con los activos totales son significativos en la probabilidad de dificultades financieras. La precisión del modelo es alta, pero presenta limitaciones en la identificación de casos positivos reales, indicando la necesidad de un mayor control sobre los costos operativos para mejorar la salud financiera de las empresas.

PALABRAS CLAVES

Dificultades financieras, probabilidad de default, indicadores financieros, riesgo moral.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRIA EN FINANZAS

SANTIAGO DE CALI

2024

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio se centra en la industria de las artes gráficas en Colombia, un sector caracterizado por una evolución continua impulsada por la innovación en maquinaria, insumos y tecnología que permiten mejorar la calidad y eficiencia de la impresión, así como por la adopción de materiales ecológicos y sostenibles y el avance en softwares para optimizar los procesos operativos. Este dinamismo ha obligado a las empresas a actualizar constantemente sus procesos estratégicos, tanto en ventas como en producción, para satisfacer las crecientes demandas de un mercado que exige precios competitivos, alta calidad y eficiencia operativa.

En particular, las empresas de impresión deben invertir en tecnología de impresión avanzada y contar con personal técnico altamente cualificado para mantener su competitividad. Sin embargo, las condiciones del mercado representan una barrera inicial para aquellas empresas con recursos escasos y problemas de liquidez, limitando la reinversión y generando restricciones financieras. Esto las impulsa a buscar nuevas fuentes de financiamiento para asegurar su supervivencia y minimizar el riesgo de crisis financieras.

En este contexto, las empresas del sector de artes gráficas se enfrentan a la necesidad de tomar decisiones asociadas al riesgo de cumplir con sus obligaciones financieras. Es esencial que los recursos obtenidos mediante financiamiento cumplan con las expectativas de reducir costos y aumentar la rentabilidad, además de promover un uso eficiente de los activos. Esta dinámica está estrechamente relacionada con el análisis del riesgo moral presente en las decisiones financieras.

El objetivo principal de esta investigación es analizar el impacto del riesgo moral en las empresas con dificultades financieras. Para ello, se estudian las causas subyacentes a los problemas que atraviesa la industria gráfica y se revisan los modelos de predicción de quiebra

desarrollados por reconocidos expertos como Beaver, Altman y Ohlson. El propósito es identificar los factores determinantes que influyen en la situación financiera adversa de las empresas y cómo el riesgo moral, expresado en ratios financieros, se asocia a su desempeño.

En el aspecto metodológico, se estudiará una muestra de 464, 491, 512, 530 y 611 empresas correspondiente a los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022 respectivamente. Se aplicará un modelo de regresión logística multinomial para predecir las dificultades financieras, utilizando algunos indicadores de predicción de quiebra y los ratios que miden el riesgo moral. Los resultados permitirán identificar el nivel de significancia de las causas que llevan a las empresas a tener dicha situación.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el impacto de riesgo moral en las empresas con dificultades financiera del sector de artes gráficas en Colombia entre el 2018 y el 2022.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1** Estudiar el sector de artes gráficas en Colombia para identificar y comprender los factores claves que influyen en el comportamiento financiero de las empresas.
- 2.2.2** Identificar y analizar los modelos de predicción de quiebra existentes para evaluar el estado financiero de las empresas del sector de artes gráficas en Colombia.
- 2.2.3** Aplicar un modelo econométrico de predicción para identificar las empresas con dificultades financieras y la influencia de riesgo moral en dicha situación.

3. JUSTIFICACIÓN

Desde el surgimiento de la imprenta en China en el siglo XI hasta el lanzamiento pionero de la prensa de tipos móviles por Johannes Gutenberg a finales del siglo XV, la industria gráfica ha evidenciado una transformación importante de acuerdo con Richardson (2012). Este progreso ha evolucionado desde los comienzos de la impresión de texto hasta el presente, en el cual la industria no solo reproduce textos y arte en una diversidad de materiales, sino que también ha adoptado tecnologías digitales de vanguardia. Esto ha desafiado continuamente al sector a adaptarse y a innovar para mantener su posición en el mercado.

Las empresas de artes gráficas se dedican a la producción y reproducción de materiales impresos. Su especialización incluye una amplia gama de productos, como libros, revistas, periódicos, folletos, carteles, etiquetas, embalajes y otros elementos promocionales y publicitarios. Utilizan diversas técnicas de impresión, como el offset, digital, serigrafía y flexografía, adaptándose a las necesidades específicas de sus clientes. Además, estas empresas ofrecen servicios adicionales como diseño gráfico, preimpresión, acabados y encuadernación, asegurando que el resultado final cumpla con las expectativas de calidad y estética del producto y/o servicio.

Este sector contribuye significativamente a la economía colombiana, no solo en términos de empleo, sino también en la creación de valor añadido a través de la innovación y la creatividad por lo que es un sector clave para la industria editorial y publicitaria del país. En el año 2022 tuvo un mayor crecimiento del 33,1%, en comparación a la última década, según los datos proporcionados por el Banco de la República en el año 2023, destacándose por su especialización y marcada competencia entre las empresas.

El avance en maquinaria, insumos y tecnología ha tenido un impacto positivo en la industria de las artes gráficas, mejorando la calidad de impresión, la resolución y los detalles precisos, además de aumentar la velocidad y eficiencia de producción. Esto ha permitido reducir costos operativos mediante la automatización y eficiencia energética, así como aprovechar economías de escala para ofrecer precios más competitivos. La incorporación de tecnologías digitales ha impulsado la creación de productos innovadores y diversificados, como impresiones personalizadas y soluciones de embalaje avanzadas, y ha potenciado la creatividad en el diseño gráfico. Asimismo, estas innovaciones han promovido la sostenibilidad mediante la reducción de residuos y el uso de insumos ecológicos, lo que obliga a las empresas a innovar para asegurar su supervivencia (Castells & Valls Pasola 2003).

Sin embargo, este camino hacia la expansión y modernización no está exento de obstáculos. Las compañías, especialmente las pequeñas y medianas empresas (Pymes), enfrentan diversos desafíos debido a la rápida evolución de la tecnología, que requiere un mayor músculo financiero y una constante generación de valor. Estas empresas, con menor capacidad y niveles de rentabilidad en comparación con las grandes compañías, se ven en desventaja y limitadas para responder a los precios competitivos del mercado. Aunque el avance tecnológico busca mejorar la eficiencia y reducir costos, la falta de acceso a estas tecnologías hace que sus procesos productivos sean más costosos y lentos, resultando en una caída de las ventas y bajos niveles de rentabilidad. Esta situación afecta tanto en el flujo de caja como la probabilidad de invertir u obtener garantías de financiamiento para fortalecer sus procesos productivos. Guzmán & Mejía (2020) en un estudio realizado sobre riesgos empresariales, señala que la disminución de las ventas, el incremento de los costos y la reducción de los márgenes de rentabilidad son factores críticos y amenazan las operaciones financieras de la industria.

Por otro lado, la pandemia de COVID-19 tuvo un impacto negativo en las empresas de artes gráficas en Colombia, al igual que en muchos otros sectores. Enfrentó una reducción de la demanda y dificultades en la cadena de suministro, llevando a cierres temporales y mayores costos operativos, variables clave como la fluctuación del precio del dólar y la inflación afectaron en los costos de adquisición de maquinaria dificultando la obtención de insumos esenciales como papel, tintas y otros materiales necesarios para la producción gráfica poniendo presión sobre las finanzas de estas empresas (ANDI, 2021). Es por ello que la gestión de presupuesto se convierte en una herramienta importante en este entorno (Pacheco Coello, 2015). A pesar de lo anterior, muchas empresas afectadas por las condiciones económicas adversas, les ha costado adherirse a los presupuestos planificados, lo que ha requerido una reevaluación de sus prioridades.

Desde otro enfoque, se adhiere otra gran problemática a las que se enfrentan las pymes del sector de artes gráficas, estas son las financiaciones que otorgan a sus clientes ya que la gran mayoría son empresas clasificadas por su tamaño como grandes empresas, brindando largos periodos de tiempo en el pago de los servicios, causando en el interior de las compañías faltantes de flujo de caja limitando la sostenibilidad de la operación, dejando como única salida la vía del endeudamiento para así poder cumplir con sus operaciones. Situación que frena el crecimiento y la productividad, como destaca Sergio Clavijo Vergara (2003). Asimismo, la insuficiencia de liquidez y los problemas en el recaudo de cuentas por cobrar, señalados por Camacho & Gómez (2019), representan obstáculos significativos para las pymes, tanto en la gestión financiera como estratégica en el mercado. Estos desafíos presentan un escenario complejo para quienes dirigen estas compañías, limitando su operación y su potencial de crecimiento y desarrollo empresarial.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Superintendencia de Sociedades (SuperSociedades) reportó al cierre del año 2022, que desde 2018 hasta 2022, hay un total de 3,495 compañías en dificultades financieras, el 17% de estas son del sector manufacturero. En particular, en la Industria Gráfica, las empresas de impresión clasificadas bajo el código CIIU 1811, registraron 16 en situación de insolvencia hasta el 2022, lo que representa el 2,6% de participación del total en el macro sector. Además, se evidencia que, en el año 2021 y 2022, periodo posterior a la pandemia, alcanzó el número más alto de empresas con dificultades financieras en comparación a los años anteriores.

El período de estudio representa una etapa crucial para analizar el comportamiento financiero del sector a lo largo del tiempo. En este análisis, se identifican las causas significativas de las desviaciones en la gestión de recursos, que podrían haber llevado a las empresas a la insolvencia. Además, se examina si el riesgo moral, expresado a través de ciertos ratios, que influyen en la probabilidad de dificultades financieras. Por consiguiente, este estudio se propone resolver el siguiente interrogante: ¿Cómo ha influido el riesgo moral en las empresas con dificultades financieras del sector de artes gráficas en Colombia durante el período 2018-2022?

5. MARCO TEORICO

En el dinámico panorama actual de la Industria Gráfica, afectado por la incertidumbre económica y cambios constantes del mercado según Estrada & Celis (2012) , resulta esencial que las empresas realicen un análisis continuo de sus condiciones financieras. Este análisis abarca aspectos críticos como el grado de endeudamiento, el estado de liquidez y la generación de valor. En este contexto, investigadores, analistas financieros y otros actores económicos buscan identificar variables que anticipen posibles situaciones de fracaso empresarial, permitiendo tomar decisiones tanto para la propia empresa como para las partes interesadas.

La variedad de términos como quiebra, bancarrota, insolvencia o vulnerabilidad ha generado desacuerdos en cuanto al momento y a los indicadores que permiten detectar la presencia de situaciones críticas. Gómez & Leyva (2019) señalan que la predicción de quiebra ha sido objeto de una significativa investigación a lo largo del tiempo, con diversos estudios que han contribuido a identificar factores determinantes en este proceso.

Vega & Garzón (2020) indican que para determinar las variables que conllevan a evaluar la predicción de quiebra en una empresa es necesario analizar los indicadores financieros, el cual a través de los resultados nos explican cómo se encuentra una empresa frente a su salud financiera, para ello se tienen los indicadores de liquidez ($\text{Disponible/Ventas y Activo corriente/Activo total}$), los indicadores de solvencia que permiten conocer la participación de los acreedores dentro del financiamiento de la empresa ($\text{Pasivo Total/Activo Total}$) y el control del tamaño de la organización que se evalúa dependiendo del total de los activos e ingresos que tiene una organización. La gran mayoría de modelos de predicción desde la década de 1930 hasta hoy han sido de mucha investigación, aunque varios a través del tiempo han tenido mejoras en su medición (Bellovary et al., 2007).

Beaver (1966) fue el primero en proponer un modelo para predecir la quiebra empresarial partiendo de 30 razones financieras a través de métodos univariados. Altman (1968) utilizando análisis discriminante multivariado, formuló el reconocido modelo Z-SCORE, cuya variable más representativa fue Ebit/ActivoTotal. Este modelo demostró una alta certeza del 95% en la predicción de quiebras un año antes del fracaso y un 72% dos años antes del evento. Aunque fue planteado inicialmente para ser aplicado a empresas manufactureras cotizadas en bolsa, Altman desarrolló alternativas, como el modelo Z2, aplicable a cualquier tipo de empresas y más adelante en el 2007, estudio mas reciente enfoca el análisis hacia las Pymes.

Ohlson (1980) contribuyó en el campo de la predicción de quiebra al introducir el modelo O-Score, que emplea la regresión logística en lugar del análisis discriminante múltiple utilizado por modelos anteriores como el Z-Score de Edward I. Altman. Esta metodología, más flexible y menos restrictiva, permitió la incorporación de una variedad de variables financieras y no financieras, proporcionando estimaciones continuas y probabilísticas de la quiebra en lugar de simples puntuaciones categorizadas. El enfoque de Ohlson mejoró tanto la precisión como la aplicabilidad de las predicciones de quiebra en diversos contextos empresariales.

Gómez & Leyva (2019) señalan que, a lo largo del tiempo, los modelos han ido evolucionando y variando las técnicas de las cuales existen: análisis discriminante múltiple Altman et al. (1977), técnicas multivariantes de probabilidad condicional, técnicas de partición recursiva Frydman et al. (1985) y técnicas de inteligencia artificial Bell et al. (1990).

En síntesis, los modelos de predicción son fundamentales para anticipar el estado financiero futuro de las empresas, basándose en diversos indicadores relevantes a las características particulares de cada entidad. Además, contribuyen en el análisis de medición de

riesgo de pagos, sobre la base de los intereses individuales del prestatario (riesgo moral) cuyo comportamiento se logra evidenciar mediante índices propuestos por Castillo et al. (2018).

Castillo et al. (2018) estudian el efecto de riesgo moral sobre el riesgo crediticio, a través de 4 categorías con sus correspondientes indicadores financieros a saber: I: Sustitución de activos, caracterizada por inversiones de mayor riesgo en procura de mayores rentabilidades ($\text{Inversiones/Total Activo}$); II: Bajo esfuerzo, caracterizado por la presencia de altos costos asumidos ($\text{Costos y Gastos/Total Activo}$); III: Subinversión, cuando se realiza inversiones no relacionadas con la razón de ser de la compañía ($\text{Gastos no operacionales/Total Activo}$), y, IV: Diferentes usos de préstamos, cuando se utiliza el préstamo en actividades distintas a las solicitadas ($\text{Propiedad planta y equipo/Total Activo}$). De acuerdo con lo anterior, se pretende encontrar cuáles son las variables de las categorías de riesgo moral que son determinantes de las dificultades financieras de las empresas del sector de arte gráficas .

6. MARCO LEGAL

El proceso de reorganización busca, a través de la negociación y el establecimiento de acuerdos, la preservación de empresas que se consideran viables. Este procedimiento tiene como objetivo principal normalizar las relaciones comerciales y crediticias de la entidad mediante la implementación de ajustes tanto a nivel operacional como administrativo, así como la reestructuración estratégica de activos y pasivos. De esta manera, se procura fortalecer la estabilidad financiera y operativa de la empresa, permitiéndole superar dificultades y generar condiciones más favorables para su continuo desarrollo y crecimiento sostenible

Según Altman & Hotchkiss (2011) en la teoría de reorganización y quiebra, el estado de las empresas se determina considerando la siguiente premisa: si el valor económico de una empresa

supera su valor de liquidación actual, se puede plantear la posibilidad de reorganización. Sin embargo, si los activos de la empresa valen más en un escenario de liquidación que en funcionamiento normal, es decir, si el valor de liquidación es significativamente superior al valor operativo, la opción más viable sería proceder con la liquidación.

En Colombia, las empresas se acogen a la Ley 1116 del 2006, también conocida como el "Régimen de insolvencia". Como antecedente, la noción de "concurso" deriva del concurso de acreedores, que se refiere a la situación en la que una empresa enfrenta dificultades para pagar a sus acreedores. La legislación mercantil permite que, ante esta situación, la empresa inicie un proceso ante la Superintendencia de Sociedades, ya sea para negociar un acuerdo con sus acreedores o para proceder con la liquidación de la sociedad.

En versiones previas, el Código de Comercio utilizaba términos como "Concordato" y "régimen de quiebras" para referirse a los procesos concursales. El primer régimen que combinó concordato y liquidación obligatoria surgió en 1995, y los acuerdos de reestructuración se establecieron en 1999 bajo el nombre de "Régimen de insolvencia empresarial".

En el Artículo No 01 de la ley 1116, describe la finalidad del proceso como objeto principal a la protección del crédito, recuperación y conservación de la empresa como unidad de explotación económica y fuentes generadora de empleo a través de los procesos de reorganización y de liquidación judicial, siempre bajo el criterio de agregación de valor.

En el Artículo No 06, designa competencia jurisdiccional a la Superintendencia de Sociedades, organismo técnico vinculado al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Posee personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio. A través de este organismo, el presidente de la República ejerce la supervisión, vigilancia y control sobre las sociedades

mercantiles. Además, desde el inicio de la ley 222 de 1995 le otorga las facultades específicas para regular otras entidades, personas jurídicas y personas naturales en busca de centralizar y profesionalizar la gestión de estos casos, con el objetivo de garantizar una administración más eficiente y ordenada de la liquidación de activos para satisfacer las obligaciones pendientes con los acreedores lo que ahora la sustituye y respalda la ley 550 de 1999.

Finalmente, de acuerdo con el Capítulo VIII, Artículo No. 47, se detallan los motivos que dan inicio al proceso de liquidación judicial. Estos incluyen el incumplimiento de acuerdos según la regulación de la Ley 550 de 1999, así como las causales de liquidación judicial inmediata contempladas en el Artículo No. 49.

Por otro lado, La clasificación del tamaño de las empresas lo reglamenta la Ley 590 de 2000 "Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas" (conocida como la Ley Mipymes) y sus modificaciones (Ley 905 de 2004), y posteriormente por el Decreto MinCIT No. 957 del 5 de junio de 2019, en su Artículo 2, se definen los parámetros para medir el tamaño de las empresas según el valor de sus activos, quedando categorizadas de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación de empresas por el valor de los activos.

Clasificación	Manufactura
Microempresas	Hasta \$1.108.992.595
Pequeñas empresas	Superior a \$1.108.992.595
	Hasta \$9.648.089.675
Medianas empresas	Superior a \$9.648.089.675
	Hasta \$81.731.431.725
Grandes empresas	Superior a \$81.731.431.725

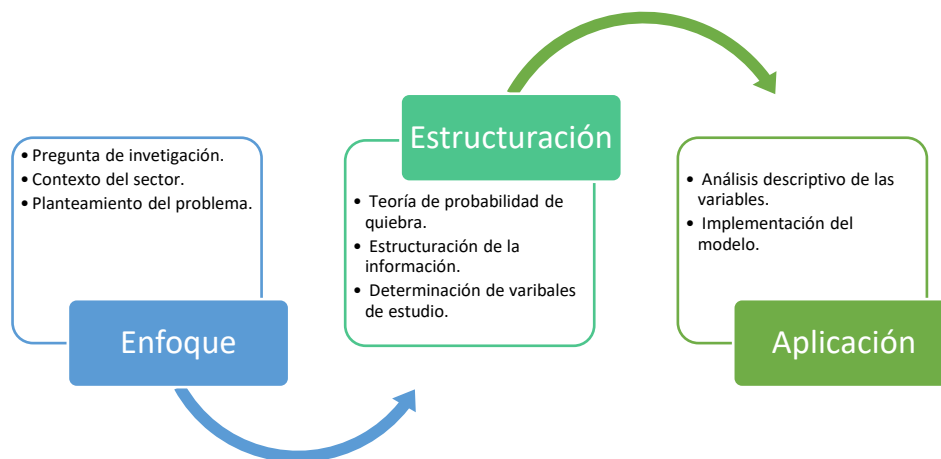
Fuente: Bancóldex

7. METODOLOGÍA

7.1 ESTRUCTURA METODOLÓGICA

Para el desarrollo de esta investigación, se ha diseñado una metodología dividida en tres fases claves que abordan la pregunta de investigación central. La primera fase, denominada 'Enfoque', consiste en el estudio del sector de las artes gráficas y su contexto, lo cual sirve como base para abordar el tema transversal del estudio. La segunda fase, llamada 'Estructuración', involucra una revisión del estado del arte para fundamentar la investigación y definir las variables a evaluar. Finalmente, en la tercera fase de 'Aplicación', se realiza un análisis de estadística descriptiva junto con la construcción de un modelo econométrico, que permiten predecir la probabilidad de estar en dificultad financiera y a su vez la influencia que tiene el riesgo moral en esta predicción.

Ilustración 7.1-1. Metodología de Investigación



Fuente: Elaboración propia.

7.2 POBLACIÓN

La población de estudio comprende empresas de artes gráficas dedicadas a la impresión, clasificadas bajo el código CIIU 1811, que incluye actividades de impresión de periódicos, libros, publicaciones periódicas, mapas, directorios telefónicos y similares. La información financiera fue obtenida a través de la plataforma EMIS y validada por la Superintendencia de Sociedades de Colombia, específicamente para aquellas empresas en estado de quiebra o en proceso de reorganización empresarial.

Durante el proceso de depuración de la información, se realizó una validación de datos faltantes, por lo cual se eliminaron varias empresas que no contaban con información financiera completa que permitiera realizar el análisis de las variables determinadas. Inicialmente, se contabilizaron 640 empresas, pero tras la depuración, los números ajustados mostraron un total de 464 empresas en 2018, 491 en 2019, 512 en 2020, 530 en 2021 y 611 en 2022, incluyendo empresas activas y en dificultades financieras.

Tabla 2. Total muestra empresas de Artes Gráficas

	2018	2019	2020	2021	2022
DIFICULTADES_FINANCIERAS					
No	456	483	498	514	595
Si	8	8	14	16	16
	464	491	512	530	611

Fuente: Elaboración propia.

Conforme a la Ley 590 del 2000 en Colombia, se clasifican las siguientes empresas según el tamaño, basado en el valor de sus activos.

Tabla 3. Empresas con dificultades financieras

Tamaño	Año				
	2018	2019	2020	2021	2022
Grande	10	12	11	13	16
Mediana	64	62	63	76	80
Pequeña	390	417	438	441	515
Total	464	491	512	530	611

Fuente: Elaboración propia.

7.3 INDICADORES FINANCIEROS

Dado el estudio de los modelos de predicción de quiebra se tomaron en cuenta 4 ratios financieros estudiados por Altman & Sabato (2007) y 2 ratios caracterizados por Riesgo Moral Castillo et al. (2018) para un total de 6 ratios, para los cuales se analizó su comportamiento a través de los años, la tendencia y la dispersión de los resultados entre las empresas.

Tabla 4. Indicadores de estudio

Item	Modelo	Ratio	Abreviación del indicador	Tipo de Indicador
1	Almant & Sabato (2007)	$\frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Total Activos}}$	CT/TA_ALMANT	Solvencia
2	Almant & Sabato (2007)	$\frac{\text{Utilidades Retenidas}}{\text{Total Activos}}$	UR/TA_ALMANT-RM	Solvencia
3	Almant & Sabato (2007)	$\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Total Activos}}$	UO/TA_ALMANT	Rentabilidad
4	Almant & Sabato (2007)	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Total Activos}}$	V/TA_ALMANT	Endeudamiento
5	Castillo et. al. (2018)	$\frac{\text{Costos y Gastos}}{\text{Total Activos}}$	RM2_CG/AT	Riesgo Moral
6	Castillo et. al. (2018)	$\frac{\text{Gastos No Operativos}}{\text{Total Activos}}$	RM3_GNO/AT	Riesgo Moral

Fuente: Elaboración propia.

- **Indicador de Solvencia**

Este ratio ayuda a evaluar la capacidad de la empresa para cubrir sus obligaciones a corto plazo con los activos que puede convertir fácilmente en efectivo. Un valor más alto indica que la empresa tiene una buena cantidad de capital de trabajo en relación con sus activos totales, lo que sugiere una posición sólida para manejar sus deudas y gastos operativos a corto plazo sin la necesidad de vender activos de largo plazo. Como parte de un análisis de riesgo, un bajo ratio de capital de trabajo a activos totales podría indicar un riesgo más alto de problemas financieros o incluso de quiebra, ya que sugiere que la empresa podría tener dificultades para cubrir sus obligaciones inmediatas.

- **Rentabilidad**

Los indicadores de rentabilidad son métricas financieras que evalúan la capacidad de una empresa para generar ganancias con relación a sus ventas, activos totales o capital propio. Estos indicadores proporcionan información esencial sobre la eficacia con la que una empresa utiliza sus recursos para producir beneficios.

- **Endeudamiento**

Los indicadores de endeudamiento, también conocidos como indicadores de apalancamiento financiero, son métricas claves utilizadas para evaluar la cantidad de deuda que una empresa ha utilizado para financiar sus operaciones y crecimiento en relación con otros medios financieros, como el capital propio. Estos indicadores proporcionan información esencial sobre la estructura de capital de una empresa y su dependencia del endeudamiento.

7.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Una vez calculados los ratios financieros se realiza un análisis de estadística descriptiva para examinar la mediana y el rango intercuartílico de cada indicador a lo largo de los años estudiados y según el tamaño de la empresa. El objetivo es comprender la tendencia y estado financiero general de las empresas, la dispersión de los datos y la relación de las variables categóricas (tamaño y periodo) con los resultados de los ratios.

Por otro lado, en la aplicación del modelo de Regresión Logística se consideró la preparación de datos para asegurar la calidad y relevancia de la información mediante la depuración, transformación y selección de variables. La validación del modelo, a través de la división de datos y la optimización de parámetros, busca garantizar su estabilidad y capacidad de aplicación en diferentes contextos. Finalmente, la evaluación del desempeño, utilizando métricas como la precisión y la curva ROC, evidencia que el modelo puede ser preciso y efectivo.

8. ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Las tablas 5 a la 9 presentan estadísticas descriptivas de los indicadores analizados para los años 2018 a 2022. Se ha utilizado *la mediana* como medida de tendencia central y *el rango intercuartílico* para evaluar la dispersión de los datos, diferenciando según el tamaño de las empresas.

Tabla 5. Estadísticas descriptivas año 2018

Año		2018		
Tamaño Empresa		Empresa Grande	Empresa Mediana	Empresa Pequeña
Abreviación del Indicador	Formula del Indicador	Mediana (Rango Intercuartílico (RIC))		
CT/TA ALMANT	$\frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Total Activos}}$	0,198 (0,126 - 0,279)	0,159 (0,052 - 0,297)	0,214 (0,022 - 0,414)
UR/TA ALMANT-RM	$\frac{\text{Utilidades Retenidas}}{\text{Total Activos}}$	0,124 (-0,033 - 0,253)	0,194 (0,07 - 0,401)	0 (0 - 0)
UO/TA ALMANT	$\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Total Activos}}$	0,046 (0,025 - 0,078)	0,076 (0,033 - 0,106)	0,071 (0,011 - 0,134)
V/TA ALMANT	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Total Activos}}$	1,638 (1,397 - 2,071)	1,722 (1,188 - 2,534)	2,361 (1,555 - 3,707)
RM2_CG/AT	$\frac{\text{Costos y Gastos}}{\text{Total Activos}}$	0,754 (0,641 - 0,982)	0,837 (0,586 - 1,107)	0,699 (0,369 - 1,071)
RM3_GNO/AT	$\frac{\text{Gastos No Operativos}}{\text{Total Activos}}$	0,023 (0,002 - 0,041)	0,027 (0,007 - 0,054)	0 (0 - 0,016)

Fuente: Elaboración propia.

Para el 2018, se observa que las empresas pequeñas parecen ser más líquidas (Capital de Trabajo/TotalActivos) y tienen una mayor capacidad para generar ingresos en relación con sus activos (Ventas/TotalActivos). Sin embargo, presentan una mayor dispersión en varios de los ratios financieros y no muestran ganancias acumuladas. Las empresas medianas sobresalen por su mayor eficiencia operativa (Ventas/TotalActivos) y capacidad para reinvertir utilidades (UtilidadesRetenidas/TotalActivos), aunque también tienen mayores costos y gastos operativos con relación a los activos (CostosyGastos/TotalActivos). Por otro lado, las empresas grandes se

caracterizan por tener una menor variabilidad en la mayoría de los ratios financieros y, al igual que las medianas, exhiben altos costos y gastos operativos ($\text{Costos y Gastos} / \text{Total Activos}$), aunque gestionan los gastos no operacionales de manera más conservadora ($\text{Gastos No Operacionales} / \text{Total Activos}$).

Tabla 6. Estadísticas descriptivas año 2019

Año		2019		
Tamaño Empresa		Empresa Grande	Empresa Mediana	Empresa Pequeña
Abreviación del Indicador	Formula del Indicador	Mediana (Rango Intercuartílico (RIC))		
CT/TA ALMANT	$\frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Total Activos}}$	0,208 (0,113 - 0,265)	0,169 (0,076 - 0,27)	0,24 (0,038 - 0,431)
UR/TA ALMANT-RM	$\frac{\text{Utilidades Retenidas}}{\text{Total Activos}}$	0,093 (-0,005 - 0,278)	0,197 (0,065 - 0,385)	0 (0 - 0)
UO/TA ALMANT	$\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Total Activos}}$	0,06 (0,018 - 0,089)	0,069 (0,029 - 0,104)	0,072 (0,019 - 0,143)
V/TA ALMANT	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Total Activos}}$	1,473 (1,229 - 2,099)	1,824 (1,297 - 2,457)	2,422 (1,583 - 4,011)
RM2_CG/AT	$\frac{\text{Costos y Gastos}}{\text{Total Activos}}$	0,801 (0,604 - 0,971)	0,825 (0,636 - 1,07)	0,721 (0,368 - 1,128)
RM3_GNO/AT	$\frac{\text{Gastos No Operativos}}{\text{Total Activos}}$	0,024 (0,013 - 0,037)	0,025 (0,003 - 0,051)	0 (0 - 0,017)

Fuente: Elaboración propia.

En el año 2019, las empresas grandes, medianas y pequeñas mostraron mejoras en liquidez y eficiencia operativa en comparación con el año 2018 ($\text{Capital Trabajo} / \text{Total Activos}$), ($\text{Ventas} / \text{Total Activos}$). Sin embargo, los resultados no fueron uniformes para todas las empresas, ya que se observó un amplio rango de variabilidad en la gestión financiera. Las empresas medianas mantuvieron un desempeño estable, con ligeras mejoras en liquidez y generación de ingresos con relación a los activos ($\text{Capital Trabajo} / \text{Total Activos}$ y $\text{Ventas} / \text{Total Activos}$), pero también presentaron una mayor dispersión en utilidades retenidas y gastos no operacionales ($\text{Utilidades Retenidas} / \text{Total Activos}$) - ($\text{Costos No Operacionales} / \text{Total Activos}$). Esta situación

refleja una variabilidad en la reinversión de ganancias y la gestión de costos adicionales. En general, las empresas pequeñas continuaron sobresaliendo por su alta capacidad para generar ingresos en relación con los activos (Ventas/TotalActivos), aunque también mostraron una mayor variabilidad en los ratios financieros.

Tabla 7. Estadísticas descriptivas año 2020

Año		2020		
Tamaño Empresa		Empresa Grande	Empresa Mediana	Empresa Pequeña
Abreviación del Indicador	Formula del Indicador	Mediana (Rango Intercuartílico (RIC))		
CT/TA ALMANT	$\frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Total Activos}}$	0,231 (0,12 - 0,267)	0,221 (0,121 - 0,338)	0,254 (0,052 - 0,458)
UR/TA ALMANT-RM	$\frac{\text{Utilidades Retenidas}}{\text{Total Activos}}$	0,115 (0,058 - 0,267)	0,257 (0,072 - 0,433)	0 (0 - 0)
UO/TA ALMANT	$\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Total Activos}}$	0,022 (-0,033 - 0,043)	0,055 (0,022 - 0,104)	0,039 (0 - 0,109)
V/TA ALMANT	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Total Activos}}$	1,134 (0,797 - 2,705)	1,575 (1,107 - 2,118)	2,012 (1,152 - 3,268)
RM2_CG/AT	$\frac{\text{Costos y Gastos}}{\text{Total Activos}}$	0,678 (0,498 - 0,851)	0,693 (0,516 - 0,988)	0,561 (0,281 - 0,947)
RM3_GNO/AT	$\frac{\text{Gastos No Operativos}}{\text{Total Activos}}$	0,04 (0,025 - 0,044)	0,021 (0,005 - 0,05)	0 (0 - 0,015)

Fuente: Elaboración propia.

Para las empresas grandes, medianas y pequeñas, el ratio (Ventas/TotalActivos) disminuyó en 2020 en comparación con 2019. Esto indica que, en general, las empresas del sector de artes gráficas tuvieron una mayor caída en las ventas en relación con los activos. Este resultado debería tomarse como una alerta para el sector en aras de analizar la eficiencia de los recursos. Cabe resaltar que en este año ocurrió la pandemia, lo que afectó significativamente a la industria, al igual que a muchas otras empresas en Colombia.

Tabla 8. Estadísticas descriptivas año 2021

Año		2021		
Tamaño Empresa		Empresa Grande	Empresa Mediana	Empresa Pequeña
Abreviación del Indicador	Formula del Indicador	Mediana (Rango Intercuartílico (RIC))		
CT/TA ALMANT	$\frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Total Activos}}$	0,208 (0,125 - 0,294)	0,213 (0,115 - 0,354)	0,261 (0,081 - 0,471)
UR/TA ALMANT-RM	$\frac{\text{Utilidades Retenidas}}{\text{Total Activos}}$	0,121 (0,066 - 0,211)	0,227 (0,036 - 0,391)	0 (0 - 0)
UO/TA ALMANT	$\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Total Activos}}$	0,052 (0,026 - 0,105)	0,072 (0,023 - 0,118)	0,063 (0,004 - 0,127)
V/TA ALMANT	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Total Activos}}$	1,309 (1,139 - 2,14)	1,834 (1,201 - 2,27)	2,286 (1,424 - 3,915)
RM2_CG/AT	$\frac{\text{Costos y Gastos}}{\text{Total Activos}}$	0,802 (0,607 - 0,886)	0,824 (0,576 - 1,072)	0,71 (0,388 - 1,099)
RM3_GNO/AT	$\frac{\text{Gastos No Operativos}}{\text{Total Activos}}$	0,028 (0,017 - 0,048)	0,013 (0,002 - 0,034)	0 (0 - 0,011)

Fuente: Elaboración propia.

En 2021, aunque las ventas y la eficiencia operativa mejoraron (Ventas/TotalActivos), también se observó una mayor variabilidad en los datos, lo que indica que no todas las empresas experimentaron resultados favorables. Además, se resalta que tanto las empresas grandes, medianas como pequeñas presentaron un alto comportamiento de los costos y gastos con relación a los activos y con poca variabilidad en los datos (CostosyGastos/TotalActivos), lo que significa que todas evidenciaron un crecimiento significativo en este ratio. Este aumento se atribuye al incremento de la inflación durante este período que fue del 5,62%, una diferencia de 4,01 puntos porcentuales respecto al 2020. Es decir que, las empresas enfrentaron un desafío considerable para mantener su estabilidad financiera en un entorno económico de postpandemia.

Tabla 9. Estadísticas descriptivas año 2022

Año		2022		
Tamaño Empresa		Empresa Grande	Empresa Mediana	Empresa Pequeña
Abreviación del Indicador	Formula del Indicador	Mediana (Rango Intercuartílico (RIC))		
CT/TA ALMANT	$\frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Total Activos}}$	0,201 (0,124 - 0,287)	0,247 (0,104 - 0,356)	0,281 (0,101 - 0,488)
UR/TA ALMANT-RM	$\frac{\text{Utilidades Retenidas}}{\text{Total Activos}}$	0,169 (0,041 - 0,241)	0,18 (0 - 0,388)	0 (0 - 0)
UO/TA ALMANT	$\frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Total Activos}}$	0,115 (0,073 - 0,135)	0,101 (0,053 - 0,168)	0,094 (0,024 - 0,191)
V/TA ALMANT	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Total Activos}}$	1,5 (1,022 - 2,478)	2,007 (1,585 - 2,723)	2,8 (1,788 - 4,496)
RM2_CG/AT	$\frac{\text{Costos y Gastos}}{\text{Total Activos}}$	0,705 (0,634 - 1,039)	0,946 (0,681 - 1,267)	0,886 (0,476 - 1,349)
RM3_GNO/AT	$\frac{\text{Gastos No Operativos}}{\text{Total Activos}}$	0,048 (0,029 - 0,073)	0,02 (0 - 0,05)	0 (0 - 0,01)

Fuente: Elaboración propia.

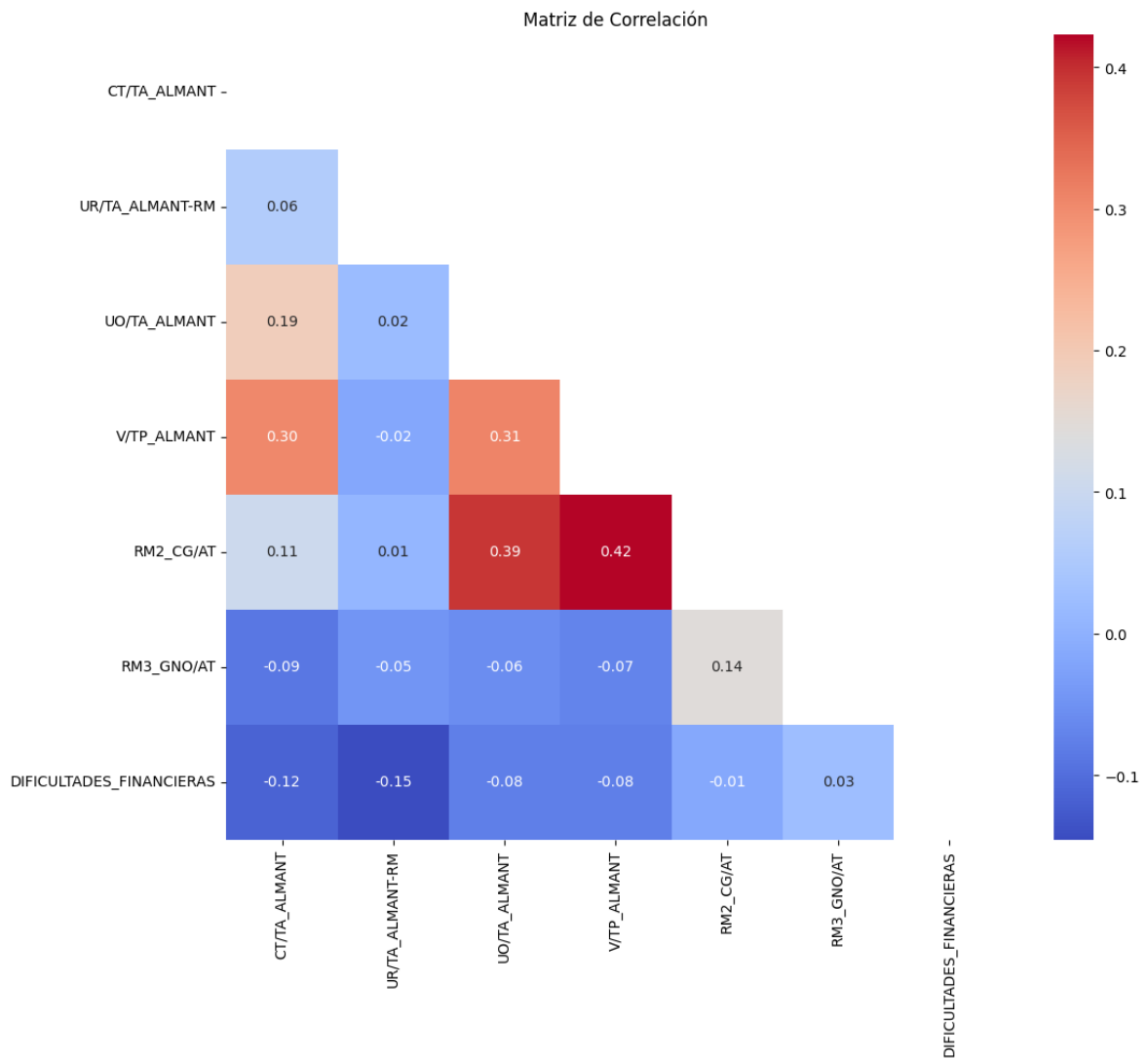
Por último, en el año 2022, las pequeñas y medianas empresas no lograron controlar eficazmente sus costos y gastos operativos, lo que se reflejó en un aumento del ratio (Costos y Gastos/Total Activos). Esta situación es desfavorable para las finanzas de estas empresas, ya que indica una ineficiencia en la gestión de sus recursos. En contraste, las grandes empresas consiguieron reducir este ratio, lo que demuestra una sólida gestión financiera y una capacidad efectiva para adaptarse a situaciones externas que podrían generar vulnerabilidad.

En cuanto al comportamiento de las ventas en relación con los activos (Ventas/Total Activos), las empresas mostraron una pequeña mejora en el ratio. Sin embargo, en las pequeñas empresas se evidenció una mayor variabilidad de la información, lo que indica que no todas obtuvieron buenos resultados en el ejercicio.

8.1 CORRELACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES

La matriz de correlación en la gráfica 9.1.4-1 revela varias relaciones importantes entre las variables financieras del conjunto de datos. A continuación, algunos puntos destacados:

Ilustración 8.1-1 Matriz de Correlación



Fuente: Elaboración propia.

En la matriz de correlaciones no se presentan patrones notorios mayores a 0.5, la mayoría de las correlaciones son bajas.

9. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DICOTÓMICA

Según Hosmer & Lemeshow (2000) en su obra *Applied Logistic Regression*, el modelo de regresión logística dicotómica se emplea ampliamente para modelar la probabilidad de un resultado binario en función de una o más variables predictoras. Este modelo es ideal para situaciones en las que la variable de interés, la variable dependiente, presenta dos categorías mutuamente excluyentes, típicamente referidas como "éxito" y "fracaso".

La formulación del modelo utiliza la función logit para vincular la probabilidad condicional del éxito a las variables independientes. Matemáticamente, esto se expresa como:

$$\log\left(\frac{P(Y = 1 | x)}{1 - P(Y = 1 | x)}\right) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_mx_m$$

Donde $P(Y=1|x)$ indica la probabilidad de que el evento de interés (éxito) ocurra dado el vector de predictores, y $\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_mx_m$ son los coeficientes que necesitan ser estimados.

Hosmer & Lemeshow (2000) destacan que el modelo es particularmente útil para analizar cómo las variaciones en las variables explicativas influyen en la probabilidad de un evento. Además, explican que la estimación de los parámetros se realiza mediante el método de máxima verosimilitud, lo que implica encontrar los valores de los coeficientes que maximizan la probabilidad de observar los datos recopilados bajo el modelo propuesto. El modelo no solo proporciona una base sólida para la predicción y la inferencia estadística, sino que también ofrece herramientas para evaluar la bondad de ajuste y la significancia de los predictores.

9.1 METODOLOGÍA DE MODELADO

La metodología de modelado adoptada para la Regresión Logística comprende tres fases esenciales: Preparación de Datos, Validación del Modelo y Evaluación del Desempeño.

9.1.1 DIVISIÓN DEL CONJUNTOS DE DATOS

En la construcción de modelos predictivos como la regresión logística, es esencial dividir el conjunto de datos en subconjuntos de entrenamiento y prueba. Esta práctica permite evaluar la capacidad del modelo para generalizar a nuevos datos. Generalmente, se asigna un mayor porcentaje del conjunto de datos al entrenamiento (por ejemplo, 70-80%) y el resto a la prueba. La división debe ser aleatoria para evitar sesgos en la distribución de las clases en cada subconjunto. Según James et al. (2021) en "An Introduction to Statistical Learning", este método asegura que ambos conjuntos sean representativos del conjunto de datos original.

9.1.2 ESTANDARIZACIÓN DE DATOS

La estandarización de los datos es un paso crítico en la preparación de datos para la regresión logística, especialmente cuando las variables predictoras están en diferentes escalas. Este proceso implica restar la media y dividir por la desviación estándar de cada variable, transformándolas para que tengan una media de cero y una desviación estándar de uno. La estandarización ayuda a mejorar la convergencia del algoritmo de optimización utilizado para estimar los parámetros del modelo y es fundamental para la comparación justa de los coeficientes. Hosmer & Lemeshow (2000) destacan su importancia en la mejora de la precisión y estabilidad del modelo.

9.1.3 VALIDACIÓN CRUZADA DE K-ITERACIONES

La validación cruzada de k-iteraciones es una técnica robusta para estimar la habilidad de generalización de un modelo. Consiste en dividir el conjunto de datos de entrenamiento en k subconjuntos de aproximadamente igual tamaño. El modelo se entrena en k-1 de estos subconjuntos, mientras que el subconjunto restante se utiliza como conjunto de prueba. Este proceso se repite k veces, con cada subconjunto usado exactamente una vez como prueba. La validación cruzada no solo proporciona una estimación menos sesgada del rendimiento del modelo, sino que también ayuda a detectar problemas como el sobreajuste. Stone (1974) proporciona una discusión fundamental sobre cómo la validación cruzada puede ser utilizada para mejorar la confianza en las capacidades predictivas del modelo.

9.1.4 MÉTRICAS DE EVALUACIÓN

Para evaluar la efectividad de un modelo de regresión logística, se utilizan diversas métricas, incluyendo la precisión, la sensibilidad, la especificidad, y el área bajo la curva ROC (AUC). La precisión mide la proporción total de predicciones correctas, mientras que la sensibilidad y la especificidad evalúan la capacidad del modelo para identificar correctamente los casos positivos y negativos, respectivamente. El AUC proporciona una medida agregada del rendimiento del modelo en todas las clasificaciones de umbral posibles, siendo especialmente útil en contextos de clasificación desequilibrada.

9.1.5 MATRIZ DE CONFUSIÓN Y CURVA ROC

La matriz de confusión es una herramienta esencial para visualizar el rendimiento de un modelo de clasificación, mostrando los verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos. Esta matriz permite no solo calcular las métricas mencionadas anteriormente sino también entender el tipo de errores que el modelo está cometiendo.

Complementariamente, la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) es un gráfico que representa la capacidad del modelo para discriminar entre las clases a varios umbrales de decisión. El área bajo la curva ROC (AUC) es un resumen numérico del rendimiento del modelo, con valores más cercanos a 1.0 indicando un mejor rendimiento.

Tabla 10. Positivos y Negativos

	Predicción	
Clase Real	Negativa	Positiva
Negativa	Verdaderos Negativos (VN)	Falsos Positivos (FP)
Positiva	Falsos Negativos (FN)	Verdaderos Positivos (VP)

Fuente: Elaboración propia.

9.1.6 MATRIZ DE CONFUSIÓN Y CURVA ROC

- **Verdaderos Positivos (VP):** Corresponden a los casos en los cuales el modelo de regresión logística acierta al identificar correctamente la ocurrencia de dificultades financieras en las empresas. Es decir, la empresa está en dificultades financieras y el modelo predice correctamente este estado.
- **Falsos Positivos (FP):** Se refieren a las situaciones en las que el modelo predice erróneamente que una empresa se encuentra en dificultades financieras, cuando en realidad no lo está. Este error puede llevar a decisiones inadecuadas basadas en una percepción incorrecta del estado financiero de la empresa.
- **Verdaderos Negativos (VN):** Son aquellos casos donde el modelo predice adecuadamente que una empresa no se encuentra en dificultades financieras. Esta predicción correcta es importante para evitar alarmas innecesarias y permite que las empresas continúen operando sin la estigmatización de un riesgo de dificultades infundado.

- **Falsos Negativos (FN):** Ocurren cuando el modelo falla en detectar problemas financieros existente de una empresa, clasificándola incorrectamente como NO en dificultades financieras. Este tipo de error puede ser particularmente perjudicial porque puede impedir la toma de medidas correctivas tempranas que podrían salvar a la empresa de la insolvencia completa.

En la validación de este modelo de regresión logística, que predice dificultades financieras empresariales, es fundamental emplear métricas estadísticas precisas. Estas métricas, que incluyen la Exactitud, la Precisión y la Sensibilidad, estas permiten medir de manera detallada tanto la eficacia como la confiabilidad de las predicciones del modelo. Su análisis proporciona una evaluación crítica necesaria para optimizar el modelo y garantizar su aplicabilidad en situaciones reales.

- **Exactitud (Accuracy):** Esta métrica evalúa la eficiencia general del modelo al calcular la proporción total de predicciones correctas, tanto positivas como negativas, entre el conjunto total de observaciones. Se determina mediante la fórmula:

$$\text{Exactitud} = (\text{Verdaderos Positivos} + \text{Verdaderos Negativos}) / \text{Total de Predicciones}$$

La exactitud es útil para obtener una visión rápida de la efectividad del modelo en términos generales.

- **Precisión (Precision):** La precisión se centra en la calidad de las predicciones positivas del modelo. Indica qué tan confiable es el modelo al predecir la probabilidad de riesgo por dificultades financieras, es decir, de todas las empresas que el modelo predijo que estarían en problemas financieros, cuántas efectivamente lo están. Se calcula como:

$$\text{Precisión} = \text{Verdaderos Positivos} / (\text{Verdaderos Positivos} + \text{Falsos Positivos})$$

Esta métrica es particularmente importante cuando las consecuencias de un falso positivo son significativas.

- **Sensibilidad (Recall):** También conocida como la tasa de verdaderos positivos, la sensibilidad mide la capacidad del modelo para detectar todas las posibles instancias de riesgo financiero. Por tanto, es la proporción de las empresas con dificultades financieras reales que el modelo logró identificar correctamente, calculada por:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{\text{Verdaderos Positivos}}{\text{Verdaderos Positivos} + \text{Falsos Negativos}}$$

Esta métrica es importante en situaciones donde no detectar un evento (como dificultades financieras) podría tener consecuencias graves.

Estas métricas proporcionan una visión integral del rendimiento del modelo, permitiendo ajustar y mejorar la precisión y la utilidad de este en la predicción.

9.1.7 METODOLOGÍA SMOTE

La técnica de SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) es un enfoque para abordar el problema de desequilibrio de clases en los conjuntos de datos de entrenamiento. Propuesto por Chawla et al. (2002), SMOTE genera ejemplos sintéticos de la clase minoritaria mediante la interpolación entre ejemplos existentes. Esto ayuda a equilibrar la distribución de las clases, permitiendo que el modelo aprenda características más generales de ambas clases y reduciendo el riesgo de sobreajuste en la clase mayoritaria.

10. APLICACIÓN DEL MODELO

La base de datos refleja que existen 627 empresas distintas y 6 variables para el año 2022, Estas variables pueden incluir métricas financieras, indicadores de desempeño. Se excluyen 16 empresas que son de tamaño Microempresas por carencia de datos, así se tiene un total de 611 empresas.

- **Calidad del Dato:**

El análisis preliminar del conjunto de datos revela la presencia de 611 registros completos en el año 2022 para la mayoría de las variables financieras claves. Sin embargo, algunas variables como Ventas/Total Activos presenta menos registros (599). Este conjunto incluye datos continuos, lo cual enriquece la evaluación del impacto de diversos indicadores financieros en la estabilidad de las empresas analizadas.

Después de ajustar por datos faltantes, el análisis se centrará en 596 empresas, garantizando que la evaluación de la estabilidad financiera se realice sobre un conjunto de datos completo y robusto.

- **Descripción de las Variables del Modelo**

En el análisis se seleccionaron un conjunto de variables clave que nos permitirán entender mejor los factores que contribuyen a la estabilidad financiera de estas empresas. A continuación, se expresan las variables del modelo en la tabla 11.

Tabla 11. Variables del Modelo

Variable	Formula del Indicador	Tipo Variable
CT/TA_ALMANT	Capital Trabajo/Total Activos	Cuantitativa – Continua
UR/TA_ALMANT-RM	Utilidades Retenidas/Total Activos	Cuantitativa – Continua
UO/TA_ALMANT	Utilidades Operativa/Total Activos	Cuantitativa – Continua
V/TA_ALMANT	Ventas/Total Activos	Cuantitativa – Continua
RM2_CG/AT	Costos y Gastos/Total Activos	Cuantitativa – Continua
RM3_GNO/AT	Gastos No Operacionales/Total Activos	Cuantitativa – Continua
DIFICULTADES_FINANCIERAS	DIFICULTADES FINANCIERAS	Cualitativa - Dicotómica

Fuente: Elaboración propia

- **Capital de Trabajo/Total Activos (Cuantitativa – Continua):**

Representa la razón entre el capital de trabajo (CT) y el total de activos (TA). Este indicador mide los recursos financieros disponibles para que las compañías operen de manera eficiente. El capital de trabajo representa el dinero con el que cuentan las empresas para sus operaciones diarias. Por ello, se espera que el coeficiente del indicador sea menor a 1, indicando así una adecuada gestión financiera y capacidad para cubrir sus obligaciones a corto plazo.

- **Utilidades Retenidas/Total Activos (Cuantitativa – Continua):**

Mide la razón entre los ingresos operativos (UR) y los activos totales (TA). El resultado de este indicador muestra que a mayor cantidad de utilidades retenidas, mayor es la garantía de liquidez para las empresas y menor es el riesgo de recurrir al endeudamiento externo. En el modelo, se espera que el coeficiente del indicador tenga un signo negativo, indicando que un aumento en las utilidades retenidas está asociado con una disminución en la dependencia de financiamiento externo.

- **Utilidad Operativa/Total Activos (Cuantitativa – Continua):**

Indica la razón entre las utilidades operativas (UO) y total activos (TA). Esta relación mide la productividad real de los activos de la empresa, independientemente de cualquier factor de apalancamiento o impuestos. La utilidad operativa evalúa la rentabilidad de las actividades principales de la empresa, es decir, aquellas directamente relacionadas con la producción y venta de bienes y servicios. En el modelo, se espera que el coeficiente del indicador tenga un signo negativo, indicando que un aumento en la rentabilidad de las operaciones principales está asociado con una menor necesidad de financiamiento externo.

- **Ventas/Total Activos (Cuantitativa – Continua):**

Representa la razón entre las ventas (V) y el total activos (TP). Es un ratio que indica el buen funcionamiento de la empresa. Su función es medir la eficiencia con la que la empresa gestiona sus activos para generar nuevas ventas. En el modelo, se espera que el coeficiente del indicador tenga un signo negativo, lo que sugiere que un aumento en las ventas en relación con los activos está asociado con una menor necesidad de financiamiento externo y una gestión eficaz de los recursos.

- **Costos y Gastos/Total Activos (Cuantitativa – Continua):**

Mide la relación entre los costos y gastos (CG) y total activos (AT). Este ratio es considerado como medida de riesgo moral (RM). Este indicador refleja el control de los costos y gastos, para cualquier empresa es un elemento fundamental para el control financiero y económico, dado que de ello depende el buen desarrollo y crecimiento de las compañías, generando mejores resultados ante la creciente competitividad que existe en el mercado. En

presencia de riesgo moral el signo esperado del coeficiente será positivo, lo que significa que las empresas que incurren en mayores costos y gastos en relación con sus activos, impactan la liquidez y el estado financiero de la empresa, que en cierta medida, podría estar explicando las dificultades financieras que atraviesa la empresa.

- **Gastos operacionales/activo total (Cuantitativa – Continua):**

Indica la razón entre los gastos no operativos (GNO) y los activos totales (AT), El ratio mide el riesgo moral (RM) este refleja el nivel de subinversión que tienen las empresas. A mayor nivel de gastos operativos, indica una disminución en las inversiones. Por tanto, su signo del coeficiente debe ser positivo en presencia de riesgo moral.

- **Dificultades Financieras (Cualitativa - Dicotómica):**

Esta variable es dicotómica y señala si la empresa enfrenta dificultades financieras (1) o no (0). Esta es la variable dependiente del modelo. Su análisis nos permite identificar y predecir la probabilidad de dificultad financiera en las empresas.

10.1 VARIABLE DIFICULTAD FINANCIERA

De las 596 empresas analizadas tras la limpieza de datos, solo 16 empresas (aproximadamente el 2.68%) reportaron haber enfrentado dificultades financieras, bien sea quiebra o proceso de reorganización, mientras que una gran mayoría, 595 empresas (97.32%), no mostraron signos de dificultades financieras. La actual distribución de empresas con y sin dificultades financieras en el conjunto de datos, muestra una marcada desigualdad, lo que podría sesgar los resultados del modelo predictivo hacia las empresas sin problemas financieros.

11. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL MODELO LOGÍSTICO

Del total de 596 empresas, se dividieron en dos subconjuntos para la validación del modelo de predicción: un 80% (476 empresas) se ha destinado para el entrenamiento del modelo, mientras que el 20% restante (120 empresas) se utilizará como conjunto de prueba (Tabla 12).

Tabla 12. Datos de entrenamiento y validación

Total Empresas	596
Train - 80%	476
Test - 20%	120

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 13 presenta los resultados de la validación cruzada del modelo de predicción. La Exactitud promedio del modelo es del 77,71%, indicando un alto nivel de acierto general en las predicciones. Sin embargo, la Precisión es considerablemente más baja, con un 6,99%, lo que sugiere que el modelo tiene dificultades para identificar positivamente las instancias de riesgo financiero entre todas las predicciones positivas que hace. La Sensibilidad o tasa de verdaderos positivos es del 75%, demostrando una capacidad razonable del modelo para detectar efectivamente las empresas con dificultades financieras. Finalmente, el Área Bajo la Curva (AUC) del ROC es de 0.8468, lo cual refleja una buena capacidad discriminativa del modelo, aunque hay espacio para mejoras en la especificidad y precisión de este. Estos resultados subrayan la importancia de continuar ajustando el modelo para mejorar su precisión sin comprometer otras métricas de rendimiento.

Tabla 13. Validación Cruzada

	Promedio
Exactitud	0.7771
Precisión	0.0699
Sensibilidad	0.75
AUC ROC	0.8468

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de confusión (Tabla 14) evalúa el rendimiento del modelo en el conjunto de datos de prueba, destacando su capacidad para predecir correctamente la situación financiera de las empresas.

Tabla 14. Matriz confusión con datos test

Dificultad Financiera (Real)	Dificultad Financiera (Predicción)	
	No	Si
No	115	0
Si	5	0

Fuente: Elaboración propia.

- Verdaderos Negativos (VN): El modelo predijo correctamente que 115 empresas no se enfrentarían a dificultades financieras. Este es el número de predicciones correctas donde el evento que se intentaba prever (dificultades) no ocurrió.
- Falsos Positivos (FP): Hubo 0 casos en el que el modelo predijo incorrectamente que una empresa enfrentaría dificultades financieras cuando en realidad no fue así.
- Falsos Negativos (FN): El modelo no logró identificar 5 casos de empresas que realmente se enfrentaron a dificultades financieras. Este tipo de error es crítico porque significa que el modelo no pudo alertar sobre situaciones de riesgo real.
- Verdaderos Positivos (VP): No hubo casos en los que el modelo predijera correctamente dificultades financieras de una empresa, es decir, no identificó correctamente ningún caso real de ello.

La Tabla 15 presenta las métricas claves derivadas de la matriz de confusión del modelo logístico evaluado con el conjunto de datos de prueba.

Tabla 15. Métricas matriz de confusión

Modelo Logístico	
Exactitud	0.958
Precisión	0
Sensibilidad	0
AUC ROC	0.869

Fuente: Elaboración propia.

La Exactitud del modelo es notablemente alta, con un valor de 0.958, lo que indica que el modelo es eficaz en la mayoría de las predicciones globales. Sin embargo, tanto la Precisión como la Sensibilidad tienen valores de 0, sugiriendo que el modelo no logró identificar correctamente ningún caso positivo real, es decir, no predijo correctamente ninguna dificultad financiera que efectivamente ocurrió. Esto puede indicar una limitación significativa en la capacidad del modelo para detectar eventos de dificultades financieras, pese a su alta exactitud general. Por otro lado, el AUC ROC de 0.869 muestra que, aunque el modelo tiene una capacidad razonable para discriminar entre las clases en términos generales, necesita ajustes específicos para mejorar en la identificación precisa de casos de dificultad financiera.

Con los resultados anteriores, se estiman los coeficientes del modelo:

Tabla 16. Estimación coeficientes Modelo 1

Formula del Indicador	Coficiente	Error Estándar	Odds Ratio	Z	Valor p
Intercepto	-1.9863	0.5101	0.1372	-3.894	0.0001***
Capital Trabajo/Total Activos	0.007	0.851	1.007	0.008	0.9935
Utilidades Retenidas/Total Activos	-2.0822	1.0565	0.1247	-1.971	0.0487**
Utilidades Operativa/Total Activos	-0.8279	1.926	0.437	-0.43	0.6673
Ventas/Total Activos	-2.2383	0.6648	0.1066	-3.367	0.0008***
Costos y Gastos/Total Activos	2.9088	0.8834	18.3343	3.293	0.001***
Gastos No Operacionales/Total Activos	-5.4461	5.0175	0.0043	-1.085	0.2777

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 16 de la estimación del modelo, algunas variables muestran una clara influencia en la probabilidad de dificultades financieras y riesgo moral, otras no resultan significativas. A continuación, se presentan las variables que son significativas a un nivel de significancia del 0.05:

- La variable de Capital de Trabajo sobre el Total de Activos (CT/TA_ALMANT) actúa con signo positivo y de coeficiente bajo en el modelo. Por tanto, no influye en el riesgo de dificultad financiera.
- En cuanto a las Utilidades Operacionales sobre Total Activos (UO/TA_ALMANT), Resultó no significativa.
- Los Gastos No Operacionales en relación con los Activos Totales (RM3_GNO/AT) Resultó no significativa.

Para la variable Utilidades Retenidas sobre Total Activos (UR/TA_ALMANT-RM), un valor negativo sugiere una mayor incidencia en la probabilidad de dificultades financieras. A medida que este valor crece, la probabilidad de enfrentar problemas disminuye. De manera similar, la variable Ventas sobre Total Activos (V/TP_ALMANT) muestra que un valor más alto reduce la probabilidad de dificultades financieras, lo cual es consistente con la literatura. En contraste, la variable Costos y Gastos sobre Activos Totales (RM2_CG/AT) tiene un signo positivo, lo que indica que a medida que esta variable aumenta, la probabilidad de dificultades financieras también lo hace. Esta última variable perteneciente al efecto del riesgo moral, en la categoría de poco esfuerzo, tiene una incidencia significativa en la probabilidad de dificultades, lo cual es consistente con la literatura. Estadísticamente, estas tres variables son relevantes.

En consecuencia, se estima un modelo de regresión logística que incorpora las variables estadísticamente significativas. Este enfoque selectivo permite entender mejor los factores que realmente influyen en la probabilidad de dificultades financieras de las empresas del sector de artes gráficas en Colombia, logrando un modelo parsimonioso:

Tabla 17. Estimación Modelo 2

	Coefficiente	Error Estándar	Odds Ratio	Z	Valor p	Efecto Marginal
Intercepto	-208.051	0.50586	0.12487	-411.283	0	-0,10111
Utilidades Retenidas/Total Activos	-174.371	103.393	0.17487	-168.649	0.0917	-0,08474
Ventas/Total Activos	-222.798	0.60964	0.10775	-365.459	0.0003	-0,10828
Costos y Gastos/Total Activas	278.553	0.82665	1.620.842	336.966	0.0008	0,13538

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la variable Utilidades Retenidas/Total Activos (UR/TA_ALMANT-RM), aunque no alcanzó un nivel de significancia estadística del 0.05, sí resultó significativa al nivel del 0.10 (valor p = 0.0917). El coeficiente negativo asociado con esta variable indica que un aumento en este ratio tiende a asociarse con una reducción en el riesgo de dificultades financieras. Esto se debe a que las empresas que financian una parte significativa de sus activos mediante utilidades retenidas disminuyen su dependencia del financiamiento externo, lo que contribuye a una mayor estabilidad financiera.

Por el contrario, una menor proporción de utilidades retenidas podría incrementar la dependencia de los acreedores, lo que aumentaría el riesgo financiero debido a la necesidad de cumplir con obligaciones de deuda en condiciones económicas adversas. El efecto marginal observado sugiere que un aumento unitario en el ratio de Utilidades Retenidas sobre Total Activos disminuye la probabilidad de dificultades financieras en aproximadamente 8.47%. Este

hallazgo subraya la importancia de una gestión financiera prudente que priorice la reinversión de utilidades para fortalecer la estructura de capital de la empresa y reducir su vulnerabilidad ante fluctuaciones económicas y financieras.

En cuanto a la variable Ventas/Total Activos (V/TA_ALMANT), el análisis reveló una relación negativa fuerte y estadísticamente significativa con la probabilidad de dificultades financieras (valor $p = 0.0003$). Este resultado indica que un alto ratio de ventas sobre activos totales refleja una capacidad efectiva de la empresa para generar ingresos a partir de sus activos, lo cual mejora la liquidez y reduce la probabilidad de enfrentar dificultades financieras.

Desde la perspectiva del efecto marginal, un aumento unitario en el ratio Ventas sobre Total Activos disminuye la probabilidad de dificultades financieras en aproximadamente 10.83%. Este hallazgo subraya la importancia de una gestión eficiente de los activos y una sólida estrategia de ventas, que no solo maximizan el rendimiento de los activos, sino que también fortalecen la posición financiera de la empresa, minimizando su riesgo de enfrentar problemas financieros.

Finalmente, la variable Costos y Gastos/Activos Totales (RM2_CG/AT), categorizada como un indicador de riesgo moral, se mostró como un significativo predictor de un aumento en el riesgo de dificultades financieras, con un coeficiente positivo alto. Esto significa que a medida que esta métrica aumenta, también lo hace el riesgo de enfrentar dificultades financieras. Este hallazgo subraya la importancia crítica del control en los costos y gastos operativos, ya que la falta de gestión eficiente en estas áreas está fuertemente vinculada a problemas financieros en las empresas.

El efecto marginal indica que un aumento unitario en la proporción de Costos y Gastos sobre Total Activos incrementa la probabilidad de dificultades financieras en aproximadamente 13.54%. Este resultado enfatiza la necesidad de implementar estrategias efectivas de control de costos y optimización de gastos operativos para mejorar la estabilidad financiera y reducir el riesgo de dificultades económicas.

Ecuación 1. Probabilidad de dificultades financieras en las empresas de Industria Gráfica.

$$\begin{aligned} \log\left(\frac{P(\text{dificultad financiera})}{1 - P(\text{dificultad financiera})}\right) &= \\ &= -2.08051 + (-1.74371) \times UR/TA_ALMANT_RM \\ &+ (-2.22798) \times V/TA_ALMANT + (2.78553) \times RM2_CG/AT \end{aligned}$$

Las métricas para este modelo son las siguientes:

Tabla 18. Métricas matriz de confusión Modelo 2

	Modelo Logístico
Exactitud	0.959
Precisión	0
Sensibilidad	0
AUC ROC	0.91826

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 18, el modelo logra una exactitud de 0.959. Esto indica que el modelo es capaz de predecir correctamente la clasificación (Dificultades o No Dificultades Financieras) en el 95.9% de los casos. La precisión para este modelo también es 0. Esto implica que el modelo no pudo predecir correctamente ningún caso de dificultad financiera (verdaderos positivos) entre todas las predicciones positivas que hizo (falsos y verdaderos positivos). La sensibilidad también es 0, lo que significa que el modelo no identificó correctamente ninguno de los casos reales de dificultad financiera (verdaderos positivos). El área bajo la curva (AUC) ROC del modelo alcanzó un valor alto de 0.91826, lo que demuestra su destacada habilidad para

diferenciar entre las empresas que podrían enfrentarse a dificultades financieras y aquellas que probablemente no.

12. CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados del modelo, se evidencia una influencia significativa del riesgo moral en la probabilidad de dificultades financieras en las empresas de la industria gráfica, especialmente reflejada en la variable Costos y Gastos/Total Activos (RM2_CG/AT). Esto indica que los problemas financieros de estas empresas están vinculados a altos costos y gastos operativos, confirmando la relevancia de la problemática planteada en la justificación de este trabajo. Por lo tanto, el sector necesita un gran esfuerzo para controlar los costos, con el fin de mejorar la rentabilidad y la viabilidad financiera de las empresas, dado que, según el efecto marginal, la probabilidad de que caigan en dificultades financieras al incrementarse una unidad el indicador en consideración es del 13,54%. En general, se muestra una mejor gestión de este indicador en las empresas pequeñas, seguidas de la grandes, aunque en el 2022 se invierte.

El indicador Ventas/Total Activos también presentó un alto nivel de significancia. A pesar de que el año 2022 fue un periodo de postpandemia, las ventas fueron vulnerables a las condiciones económicas, afectadas por una inflación del 13,12%, la más alta en los últimos cinco años. Esto desaceleró el dinamismo de la economía, impactando directamente al sector, que depende del dinamismo de otras empresas. Según el efecto marginal, cada aumento en las ventas en relación con los activos reduce el 10,83% la probabilidad de que las empresas enfrenten dificultades financieras. Este indicador presenta mejor comportamiento en las empresas pequeñas seguida por las medianas.

El indicador Utilidades Retenidas/Total Activos no tuvo el mismo nivel de significancia que los anteriores; sin embargo, su aumento en una unidad ocasiona una disminución 8,47% la probabilidad de dificultad financiera de las empresas del sector; además, dicho indicador tiene mejor comportamiento en las empresas medianas seguidas por las grandes. De acuerdo con el modelo, a mayor utilidad retenida, menor será la probabilidad de enfrentar dificultades financieras.

En síntesis, el control de los costos y gastos, así como la búsqueda de mejores ventas y el mantenimiento de las utilidades en la estructura del negocio es esencial para asegurar la solvencia financiera de las empresas del sector de arte gráficas en Colombia. Esto permite alcanzar y mantener el punto de equilibrio, ofrecer precios competitivos y liberar recursos para reinversión y crecimiento, permitiendo que dichas empresas sean más resilientes ante fluctuaciones económicas y desafíos externos, asegurando su sostenibilidad y capacidad de adaptación a largo plazo.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Altman, E. I. (1968). Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4). <https://doi.org/10.2307/2978933>
- Altman, E. I., Haldeman, R. G., & Narayanan, P. (1977). ZETATM analysis A new model to identify bankruptcy risk of corporations. *Journal of Banking and Finance*, 1(1). [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(77\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0378-4266(77)90017-6)
- Altman, E. I., & Hotchkiss, E. (2011). Corporate Financial Distress and Bankruptcy: Predict and Avoid Bankruptcy, Analyze and Invest in Distressed Debt, Third Edition. In *Corporate Financial Distress and Bankruptcy: Predict and Avoid Bankruptcy, Analyze and Invest in Distressed Debt, Third Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781118267806>
- Altman, E. I., & Sabato, G. (2007). Modelling Credit Risk for SMEs: Evidence from the U.S. Market. *Abacus*, 43(3), 332–357. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6281.2007.00234.x>
- ANDI. (2021). *Informe Estadístico 2021 Cámaras Sectoriales*. ANDI.
- Banco de la República. (2023). *Índice de producción real de la industria manufacturera colombiana*. Banco de La República.
- Beaver, W. H. (1966). Financial Ratios As Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research*, 4, 71. <https://doi.org/10.2307/2490171>
- Bell, T. B., Ribar, G. S., & Verichio, J. (1990). Neural nets versus logistic regression: A comparison of each model's ability to predict commercial bank failures. *X Auditing Symposium Deloitteand Touche, University of KS, KS*.
- Bellovary, J. L., Giacomino, D. E., & Akers, M. D. (2007). *A Review of Bankruptcy Prediction Studies: 1930 to Present* (JSTOR, Ed.; Vol. 33). Financial Education Association.
- Camacho, N. J., & Gómez, L. C. (2019). *Aplicación del Modelo Beaver en las pymes del sector comercio en Bogotá*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Castells, P. E., & Valls Pasola, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa* (UPC, Ed.; 2nd ed.). Universidad Politécnica de Catalunya.
- Castillo, J. A., Mora-Valencia, A., & Perote, J. (2018). Moral hazard and default risk of SMEs with collateralized loans. *Finance Research Letters*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.12.010>
- Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 16, 321–357. <https://doi.org/10.1613/jair.953>
- Cramer, J. S. (2003). *Logit models from economics and other fields*. (1st ed.). Cambridge University Press.

- Estrada, M. P., & Celis, O. A. (2012). *Análisis de tendencias del sector de artes gráficas colombiano para la reestructuración del portafolio de la empresa editorial Edeco Ltda.* Universidad Javeriana.
- Frydman, H., Altman, E. I., & Kao, D. -L. (1985). Introducing Recursive Partitioning for Financial Classification: The Case of Financial Distress. *The Journal of Finance*, 40(1). <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb04949.x>
- Gómez, S. L., & Leyva, G. (2019). Usefulness and Usage of Corporate Failure Prediction Models in Cooperatives. *Scielo*, 1–13.
- Guzmán, S., & Mejía, D. X. (2020). *Riesgos empresariales en las microempresas del sector artes gráficas de guadalajara de buga. una propuesta para su identificación y gestión, basada en la metodología enterprise risk management – erm* [Universidad del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/de90a15d-6bfd-45c8-b483-ed29487954dd/content>
- Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2000). Application of Logistic Regression with Different Sampling Models. In *Applied Logistic Regression* (pp. 203–222). Wiley. <https://doi.org/10.1002/0471722146.ch6>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An Introduction to Statistical Learning*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1418-1>
- Ohlson, J. A. (1980). Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109. <https://doi.org/10.2307/2490395>
- Pacheco Coello, C. E. (2015). *Presupuestos. Un enfoque gerencial* (Instituto mexicano de contadores públicos, Ed.; 1st ed.). Instituto mexicano de contadores públicos.
- Richardson, D. (2012). Capítulo 85 Industria de las artes gráficas, fotografía y reproducción. In *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Sergio Clavijo Vergara. (2003). Crecimiento, productividad y la “nueva economía”: implicaciones para Colombia. *Banco de La República*, 76(907).
- Stone, M. (1974). Cross-Validatory Choice and Assessment of Statistical Predictions. *Journal of the Royal Statistical Society*, 36, 111–147.
- Vega, A. P., & Garzón, R. (2020). *Determinantes Financieros Del Fracaso Empresarial En Colombia*. Universidad EAFIT.