

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN FINAL

Autores:

- Martinez, Tomás Ramiro
- González, Juan Cruz

Carrera:

- Lic Finanzas

Tutor:

- Barbieri, Santiago

Año:

- 2026

Valuación automatizada de SMBs:
diseño y desarrollo del Modelo de
Valuación Estocástica Integrada
(MVEI)

Indice

Dedicatorias y agradecimientos	6
Dedicatorias de Tomás Martínez	6
Dedicatorias de Juan Cruz González	6
Resumen.....	7
Abstract.....	7
Palabras Clave.....	7
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Introducción.	8
1.2. Planteamiento del Problema.....	9
1.3. Preguntas de investigación.....	11
1.4. Justificación de la investigación.	11
1.5. Objetivos: General y específicos	12
1.6. Hipótesis.....	12
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 La valuación de empresas como disciplina financiera	13
2.2 Las empresas de capital cerrado: información, liquidez y riesgo idiosincrático	14
2.3 Información financiera no estandarizada y necesidad de normalización	15
2.4 El DCF como ecuación fundamental y sus límites como modelo predictivo en SMBs	16
2.5 El costo de capital en empresas privadas: el Total Beta	17
2.6 Riesgo país y tasas de descuento en mercados emergentes	18
2.7 Simulación de Monte Carlo aplicada a la valuación de empresas	20
2.8 El riesgo de insolvencia en SMBs: del Z-Score al modelo logit de Altman y Sabato	21
2.9 Síntesis: la arquitectura teórica del MVEI	22
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....	24
3.1 Del marco teórico al diseño algorítmico	24
3.2 Supuestos y Limitaciones Metodológicas	25

3.3 Fase 0: Arquitectura de Datos y Normalización Operativa	26
3.4 Fase 1: Calibración del Costo de Capital (Re)	27
3.5 Fase 2: Delimitación de Escenarios de Valor Base	27
3.6 Fase 3: Integración Contable-Estocástica (Motor de Monte Carlo).....	29
3.7 Resultados: Distribución de Densidad.....	33
CAPÍTULO 4: CASOS DE ESTUDIO Y RESULTADOS	34
4.1. Diseño del análisis empírico	34
4.2. Protocolo de cálculo de referencia	34
4.3. Caso 1: empresa de servicios de telecomunicaciones	35
4.4. Caso 2: industria metalúrgica argentina	37
4.5. Caso 3: empresa autopartista (caso sintético)	39
4.6. Hallazgos transversales.....	41
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y COMPARATIVA CONTRA DCF ...	43
5.1. Comparativa metodológica: superación de los sesgos estructurales del DCF	43
5.2. Divergencia en el costo de capital: CAPM estándar vs. Total Beta	44
5.3. Falsa precisión estática frente a incertidumbre estocástica	45
5.4. Análisis de sensibilidad paramétrica (ceteris paribus)	46
5.4.1. Sensibilidad a la creación de valor y asignación de capital (ROE)	46
5.4.2. Sensibilidad al riesgo de ruina técnica y convergencia a liquidación (P(S))	47
5.4.3. Sensibilidad a la normalización operativa (<i>garbage in, garbage out</i>).....	47
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	49
6.1. Síntesis y Cumplimiento de Objetivos	49
6.2. Implicancias Profesionales en el Middle Market	51
6.3. Limitaciones del Modelo	51
6.4. Futuras Líneas de Investigación.....	52
BIBLIOGRAFÍA	53
Anexos	56
Anexo 1 - Algoritmo integral de valuación estocástica MVEI.....	56

Anexo 2 - EMBI Damodaran	59
Anexo 3 - Beta por Región Damodaran	60
Anexo 4 - Caso 1, telecom.....	61
Anexo 5 – Detalle Salarial Randstad	63
Anexo 6 - Caso 2, metalurgia	64
Anexo 7 - Caso 3, autopartes sintético.....	66
Anexo 8 - Declaración de propiedad tecnológica y licencia de uso.....	68

Dedicatorias y agradecimientos

Agradecemos a nuestra profesora de tesis, la Lic. Karina Díaz, por la guía y las devoluciones a lo largo del desarrollo de este trabajo, y a nuestro tutor, Santiago Barbieri, por el acompañamiento en la definición del enfoque. Hacemos extensivo el agradecimiento a las empresas que facilitaron su información financiera para la validación empírica del modelo, sin cuya colaboración este trabajo no habría sido posible. Finalmente, a nuestras familias y seres queridos, por el apoyo constante durante toda la carrera

Dedicatorias de Tomás Martínez

A mis padres, por ser el pilar incondicional en cada etapa de mi vida, por su confianza ciega en mi camino, enseñándome que la constancia y el esfuerzo son la base de cualquier logro trascendente.

A Ariana y a Jazmín, por haber sido mis mejores amigas durante toda la carrera, por estar presentes en los momentos de mayor presión, siendo ese refugio incondicional donde siempre encontré paz y fuerzas para seguir adelante.

Dedicatorias de Juan Cruz González

A mi familia, que estuvo presente en cada paso y me bancó en los momentos de mayor exigencia.

A mis amigos, por hacer el recorrido más llevadero y divertido, y a mis jefes, por la paciencia, la flexibilidad y el aprendizaje de todos estos años

Resumen

La valuación de Pequeñas y Medianas Empresas de capital cerrado enfrenta limitaciones estructurales derivadas de aplicar modelos diseñados para mercados públicos eficientes. La ausencia de precio observable, la concentración del riesgo en un inversor no diversificado, la fragilidad de la información contable y el riesgo continuo de insolvencia producen estimaciones sesgadas bajo las herramientas convencionales de flujos descontados. El presente trabajo desarrolla el Modelo de Valuación Estocástica Integrada (MVEI), un framework que integra la capitalización de beneficios normalizados, el Total Beta, un módulo de insolvencia logit de Altman y Sabato y una simulación de Monte Carlo de 10.000 iteraciones, reemplazando la estimación puntual por una distribución de probabilidad del valor intrínseco. La validación sobre tres casos confirma que la relación entre rentabilidad y costo de capital gobierna el comportamiento del valor, y que la amplitud de los intervalos refleja el riesgo sectorial que el DCF puntual oculta.

Abstract

The valuation of privately held small and medium-sized businesses faces structural limitations when standard models designed for efficient public markets are applied. The absence of observable prices, risk concentration in undiversified investors, unreliable accounting data and ongoing insolvency risk produce biased estimates under conventional discounted cash flow tools. This paper develops the Integrated Stochastic Valuation Model (MVEI), a framework combining normalized earnings capitalization, Total Beta, an Altman and Sabato logit insolvency module and a 10,000-iteration Monte Carlo simulation, replacing point estimates with a probability distribution of intrinsic value. Validation across three cases confirms that the relationship between return on equity and cost of capital governs value behavior, and that the width of the confidence intervals reflects the sector risk that deterministic DCF conceals.

Palabras Clave

Total Beta; Monte Carlo; Modelo Logit; SMBs (PyMEs); Riesgo de insolvencia.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.

Valuar una empresa de capital cerrado es, en esencia, intentar poner precio a una realidad que no cotiza. En el universo de las pequeñas y medianas empresas (SMBs), donde el activo no tiene mercado público, la información contable suele ser imperfecta y el desempeño operativo es volátil, la valuación deja de ser un ejercicio meramente contable para convertirse en una síntesis entre teoría financiera, juicio profesional y manejo explícito de la incertidumbre. Este segmento concentra la mayor parte del tejido empresario global y, sin embargo, es el que menos atención recibe de las metodologías de valuación, diseñadas en su mayoría para grandes compañías cotizantes.

El problema tiene consecuencias prácticas concretas. Procesos de fusiones y adquisiciones, incorporación de socios y planificación sucesoria dependen de una estimación de valor razonable, pero las herramientas disponibles arrastran supuestos de mercados eficientes, inversores diversificados, continuidad perpetua del negocio, que no se sostienen en una empresa privada. El resultado son valuaciones sesgadas que sobreestiman o subestiman el activo, con un costo real para quienes negocian sobre esas cifras. La valuación de SMBs es, por eso, un problema vigente y central dentro de las finanzas corporativas aplicadas.

Este trabajo propone un enfoque automatizado para estimar el valor de SMBs de capital cerrado, articulando datos contables normalizados con información de mercado y un tratamiento probabilístico del riesgo. A partir de esa integración se desarrolla el Modelo de Valuación Estocástica Integrada (MVEI), un framework que reemplaza la estimación puntual determinística por una distribución de probabilidad del valor intrínseco, incorporando la falta de diversificación del inversor, el riesgo continuo de insolvencia y la restricción macroeconómica del crecimiento dentro de una única arquitectura. El aporte del trabajo es ofrecer al middle market una herramienta técnicamente fundada y replicable, que traduce la incertidumbre en rangos de probabilidad en lugar de ocultarla en un número único.

El trabajo se estructura en seis capítulos. El presente introduce el problema y delimita los objetivos; el segundo desarrolla el marco teórico que fundamenta cada decisión del modelo; el tercero formaliza la metodología y la arquitectura algorítmica del MVEI;

el cuarto valida el modelo sobre tres casos con parámetros de mercado correspondientes a enero de 2026; el quinto contrasta sus resultados contra el descuento de flujos tradicional; y el sexto presenta las conclusiones y limitaciones. El interés por este tema surge de la práctica profesional en el análisis de empresas y del contraste entre la sofisticación de los modelos académicos y las reglas empíricas que todavía predominan en la valuación de compañías privadas, una brecha que motivó el desarrollo de una herramienta que acercara el rigor teórico a la aplicación real.

1.2. Planteamiento del Problema.

La valuación de Pequeñas y Medianas Empresas (Small and Medium Businesses, SMBs) de capital cerrado suele significar un desafío estructural en las finanzas corporativas, esto se debe a la ausencia de precios de activos comparables, la asimetría de información entre comprador y vendedor, y el alto riesgo idiosincrático. Esto encarece y ralentiza los procesos de valuación para fusiones y adquisiciones (M&A), incorporación de socios y planificación sucesoria.

Las metodologías disponibles presentan fallas técnicas específicas. Por un lado, el Descuento de Flujos de Caja (DCF) en su formulación clásica depende de proyecciones futuras que en una SMB son inherentemente subjetivas y fuertemente influenciadas por el sesgo de optimismo del fundador (Damodaran, 2012). Por otro lado, la aplicación directa de modelos ortodoxos asume condiciones de mercado eficientes y un inversor perfectamente diversificado, supuesto que no se sostiene cuando el propietario concentra la totalidad de su patrimonio en un único activo (Damodaran, 2002; Abudy, Benninga y Shust, 2016). Además, la mayoría de los modelos ignoran el riesgo continuo de ruina técnica y realizan una valuación de negocio en marcha, omitiendo la probabilidad real de insolvencia que caracteriza al segmento (Altman y Sabato, 2007).

A esto se suma que la estimación del costo de capital para SMBs privadas requiere betas, que no pueden tomarse sobre empresas ya cotizantes, debido a que estas tienen perfiles de riesgo operativo distintos que deben ser ajustados. Este problema se agrava cuando el activo presenta baja correlación con el mercado y alta volatilidad operativa, condiciones frecuentes en el universo SMB.

La literatura especializada identifica un conjunto de deficiencias estructurales que comprometen la aplicación de los modelos estándar a SMBs de capital cerrado, y

que este trabajo organiza en cuatro problemas centrales. El primero es la subestimación del costo de capital: el CAPM compensa únicamente el riesgo sistemático bajo el supuesto de un inversor diversificado, premisa que se quiebra cuando el propietario concentra su patrimonio en un solo activo y absorbe la varianza total del negocio (Damodaran, 2012; Abudy et al., 2016). El segundo es la fragilidad del valor terminal: la capitalización a perpetuidad se vuelve matemáticamente inestable a medida que el crecimiento se aproxima a la tasa de descuento, y su aplicación no acotada en SMBs produce valuaciones explosivas (Damodaran, 2002). El tercero es el sesgo de supervivencia: los modelos de negocio en marcha asumen continuidad indefinida y omiten la probabilidad real de insolvencia que caracteriza al segmento (Altman y Sabato, 2007). El cuarto es la ausencia de un piso de valor: cuando los flujos colapsan, los modelos de descuento pueden arrojar valores nulos o negativos que ignoran los activos físicos realizables, en un contexto donde además la iliquidez de las participaciones penaliza su realización (Koeplin, Sarin y Shapiro, 2000; Silber, 1991).

A estos cuatro problemas se suma una condición de validez previa. La información contable de una empresa privada responde a objetivos fiscales antes que, a la representación fiel de su capacidad de generación de flujos, de modo que cualquier modelo de capitalización exige una normalización exhaustiva como paso inicial (Pratt y Niculita, 2008; Hitchner, 2011). El entorno macroeconómico del mercado emergente donde opera la firma agrega una prima de riesgo no diversificable para el propietario local; el modelo no la incorpora como un término aditivo al costo de capital, sino que concentra la penalización del riesgo en la falta de diversificación del inversor, según se fundamenta en el apartado 2.6 (Pereiro, 2002, 2006).

Cada uno de estos problemas ha sido abordado de forma individual por la literatura, pero no se identifica en la bibliografía relevada un modelo que integre simultáneamente las cuatro correcciones dentro de un único framework de valuación aplicable a empresas de capital cerrado. Los modelos existentes resuelven uno o dos de estos problemas y dejan expuestos los restantes: corrigen el costo de capital, pero asumen perpetuidad, incorporan volatilidad operativa, pero ignoran el riesgo de insolvencia, o normalizan el beneficio, pero aplican tasas diseñadas para inversores diversificados. Esa fragmentación produce valuaciones que, aun cuando mejoran sobre el DCF básico, siguen siendo parciales frente a la complejidad real del segmento SMB.

1.3. Preguntas de investigación

En base a todo lo hasta aquí expuesto, se establecen las siguientes preguntas de investigación.

- a. ¿En qué medida la integración de la normalización del beneficio operativo vigente, el Total Beta y la estocástización mediante Monte Carlo produce un modelo de valuación más robusto ante escenarios extremos que rompen los supuestos de los modelos determinísticos precedentes?
- b. ¿En qué medida la utilización de un modelo anclado en la capitalización de beneficios normalizados mitiga los sesgos de las proyecciones discrecionales del DCF?
- c. ¿En qué medida la sustitución del beta de mercado por el Total Beta produce tasas de descuento más representativas del riesgo total que soporta el propietario no diversificado de una SMB, frente a las que arroja el CAPM estándar?
- d. ¿En qué medida el uso de simulaciones estocásticas (Monte Carlo) integradas a un modelo predictivo de insolvencia (Altman) supera significativamente a los métodos de estimación puntual para capturar el riesgo de ruina de las empresas privadas?

En este trabajo, la robustez de una estimación de valor se entiende como la capacidad del modelo de mantenerse estable y económicamente interpretable cuando los supuestos de los modelos determinísticos se quiebran, expresando el riesgo del activo como un rango de probabilidad en lugar de ocultarlo en un único punto; no alude a una mayor exactitud respecto de un valor verdadero observable, sino a la resiliencia del comportamiento del modelo frente a escenarios extremos.

1.4. Justificación de la investigación.

La investigación se justifica en la necesidad de proveer a analistas, inversores y fundadores de SMBs de capital cerrado una herramienta de valuación técnicamente fundada y automatizada. La práctica profesional del middle market opera, en su mayoría, con modelos diseñados para empresas cotizantes o con reglas empíricas sin sustento teórico riguroso, lo que produce valuaciones que no reflejan el riesgo real del activo ni la incertidumbre operativa del segmento. Al integrar en un único framework la penalización por falta de diversificación, la restricción macroeconómica del crecimiento y el riesgo continuo de insolvencia, el presente trabajo aspira a

reducir esas brechas metodológicas.

Esta investigación propone resolver estas brechas mediante el desarrollo y validación de un Modelo de Valuación Estocástica Integrada (MVEI). El diseño se apoya en la integración de tres pilares metodológicos consolidados en la literatura de valuación de empresas privadas: un modelo de capitalización de beneficios normalizados siguiendo el enfoque de Earnings Power Value de Greenwald et al. (2001), que elimina la dependencia de proyecciones subjetivas futuras; la calibración del costo de capital mediante el Total Beta propuesto por Damodaran (2002) para penalizar la falta de diversificación del inversor privado; y un módulo de análisis estocástico que integra el modelo logit recalibrado para SMBs de Altman y Sabato (2007) dentro de una simulación de Monte Carlo de 10.000 iteraciones, produciendo distribuciones de probabilidad del valor en lugar de estimaciones puntuales.

1.5. Objetivos: General y específicos

Evaluar la robustez de un modelo de valuación estocástica integrada para SMBs de capital cerrado frente a las estimaciones puntuales de los modelos determinísticos estándar, a partir de datos sectoriales y macroeconómicos vigentes. Y en específico:

- a) Determinar en qué medida la normalización del beneficio operativo modifica la estimación de la capacidad real de generación de flujos respecto del resultado contable reportado.
- b) Analizar el impacto de la sustitución del beta de mercado por el Total Beta sobre la tasa de descuento y el valor intrínseco estimado, cuantificando la divergencia respecto de la tasa que produce el CAPM estándar bajo el supuesto de diversificación plena del inversor.
- c) Evaluar en qué medida la incorporación de un módulo de insolvencia continuo basado en el modelo logit de Altman y Sabato corrige el sesgo de perpetuidad implícito en los modelos de valuación convencionales de negocio en marcha.
- d) Contrastar los rangos probabilísticos e intervalos de confianza producidos por la simulación estocástica con las estimaciones puntuales de los modelos determinísticos de base (DCF Status Quo, EPV y Valor de Liquidación).

1.6. Hipótesis

La integración de la normalización del beneficio operativo, el Total Beta y la simulación de Monte Carlo produce estimaciones de valor más robustas que el DCF

determinístico tradicional. Esa ventaja se vuelve más evidente en escenarios extremos, donde los supuestos de diversificación del inversor y estabilidad de los flujos se quiebran.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 La valuación de empresas como disciplina financiera

El objeto de valuación de esta tesis son las Pequeñas y Medianas Empresas (Small and Medium Businesses, SMBs) de capital cerrado. Por SMB se entiende, a efectos de este trabajo, una unidad económica con facturación anual inferior a los umbrales definidos por la normativa local vigente (en el caso de Argentina, la Resolución 220/2019 de la SEPYME) y cuyas participaciones sociales no cotizan en ningún mercado público organizado. La condición de capital cerrado implica dos consecuencias directas para la valuación: no existe un precio de mercado observable para las participaciones, y no hay información financiera auditada con periodicidad y estándares comparables a los de una empresa cotizante (Pratt y Niculita, 2008)

La aplicación de los modelos estándar, desarrollados para empresas cotizantes en mercados líquidos y eficientes, produce estimaciones sistemáticamente sesgadas en este segmento. El capítulo organiza ese sesgo en los cuatro problemas que estructuran las secciones siguientes. El costo de capital del inversor no diversificado, cuya exposición excede al riesgo sistemático que captura el CAPM, se desarrolla en el apartado del Total Beta. La fragilidad del valor terminal bajo crecimiento perpetuo, que torna explosiva la capitalización cuando el crecimiento se acerca a la tasa de descuento, se aborda al discutir el DCF y sus límites. El sesgo de supervivencia, que asume la continuidad indefinida del negocio e ignora la insolvencia, se trata en el apartado del modelo de Altman y Sabato. La ausencia de un piso de valor, agravada por la iliquidez de las participaciones que impide realizar libremente los activos, se introduce junto con las características de las empresas de capital cerrado (Koeplin et al., 2000; Silber, 1991).

La resolución de estos cuatro problemas descansa sobre dos elementos transversales. La normalización del beneficio operativo es la condición previa de validez de todo el modelo: sin ella se capitaliza ruido contable en lugar de capacidad real de generación de flujos (Pratt y Niculita, 2008; Hitchner, 2011). La simulación de

Monte Carlo es el método que integra los cuatro componentes en una distribución de probabilidad del valor en lugar de un punto estimado. A estos dos elementos se añade una decisión de alcance: el riesgo país no se incorpora como un término aditivo al costo de capital, ya que el modelo concentra la penalización en el riesgo total del inversor no diversificado y deja el tratamiento explícito del riesgo soberano fuera del alcance de esta versión del framework, según se fundamenta en el apartado 2.6 (Damodaran, 2003; Pereiro, 2002, 2006).

Estos cuatro problemas guían la selección de los conceptos que se exponen en las secciones siguientes y dan pie al modelo propuesto en el Capítulo 3.

2.2 Las empresas de capital cerrado: información, liquidez y riesgo idiosincrático

Las SMBs son empresas no cotizantes, y esa condición tiene consecuencias que atraviesan todos los aspectos de su valuación. La más visible es la ausencia de precio de mercado observable: no existe una cotización de referencia que permita anclar la estimación. Pero la consecuencia operativa más relevante para la construcción de un modelo de valuación es la iliquidez. Una participación en una empresa privada no puede venderse en cualquier momento porque no hay mercado organizado donde hacerlo. El proceso de desinversión requiere encontrar un comprador específico, negociar términos, realizar una auditoría de debida diligencia y cerrar una transacción que puede llevar meses o años.

Esta falta de liquidez tiene un efecto cuantificable sobre el valor. Koeplin, Sarin y Shapiro (2000) documentaron diferencias del 20% al 30% en múltiplos de earnings entre transacciones públicas y privadas comparables en Estados Unidos, con descuentos aún mayores para firmas fuera del mercado norteamericano. Silber (1991) estimó un descuento promedio del 33% en acciones con restricciones de liquidez. Damodaran (2005) compila estos y otros estudios, ubicando el rango general de descuento por iliquidez entre el 20% y el 35% según las características del activo.

Para compensar esta penalización, la práctica tradicional ha recurrido históricamente a la aplicación de un Descuento por Falta de Liquidez (DLOM, por Discount for Lack of Marketability) sobre el valor resultante de los modelos de valuación estándar. Determinar el porcentaje exacto de este descuento suele ser un ejercicio arbitrario y metodológicamente difícil de sostener por sí mismo. El presente trabajo opta por

prescindir de recortes estáticos exógenos y, en su lugar, adopta otros enfoques, detallados en la metodología, que permiten capturar el riesgo de iliquidez y la probabilidad de supervivencia de manera endógena dentro del modelo de valuación, como se detalla en el Capítulo 3.

2.3 Información financiera no estandarizada y necesidad de normalización

La segunda fuente de sesgo en la valuación de SMBs de capital cerrado es la calidad estructuralmente diferente de su información financiera en comparación con la de las empresas cotizantes. Pratt y Niculita (2008) señalan que los estados contables de una empresa privada frecuentemente reflejan objetivos distintos a los de una cotizante: optimización fiscal en lugar de presentación favorable a inversores, mezcla entre gastos del negocio y gastos personales del propietario, y políticas de remuneración del dueño que responden a conveniencia impositiva más que al valor de mercado de su trabajo. El resultado es que los números que figuran en los libros no representan fielmente la capacidad real de generación de flujos del negocio.

Hitchner (2011) profundiza este punto al argumentar que cualquier valuación de una empresa privada que no comience por una normalización exhaustiva de sus estados financieros produce resultados sistemáticamente distorsionados. Sin este paso previo, cualquier modelo de capitalización de beneficios estará capitalizando ruido contable en lugar de capacidad real de generación de flujos. La normalización es, por lo tanto, una condición de validez metodológica previa a la aplicación de cualquier técnica de valuación por ingresos.

La normalización consiste en ajustar el beneficio operativo reportado para que refleje lo que ganaría la empresa si operara bajo condiciones de mercado estándar. Los ajustes típicos que documenta la literatura incluyen tres categorías. El primero, y generalmente el de mayor impacto cuantitativo, es el de la remuneración del propietario: reemplazar el retiro real del dueño por el costo de mercado de un gerente profesional equivalente. En una SMB, el dueño frecuentemente se paga lo que le conviene fiscalmente, que puede estar muy por debajo o muy por encima del salario de un ejecutivo que haría su mismo trabajo en condiciones de mercado. Si se capitaliza el beneficio sin corregir esa diferencia, el valor queda sesgado desde la base.

El segundo ajuste relevante es la exclusión de ingresos y gastos no recurrentes. Una

ganancia por venta de un activo, un gasto legal extraordinario, una pérdida por un cliente que quebró: esos ítems distorsionan el beneficio normalizado porque no van a repetirse en condiciones normales de operación. Hitchner (2011) señala que la identificación correcta de los no recurrentes requiere leer los estados financieros de varios períodos y conocer la historia operativa del negocio.

Un tercer ajuste frecuente, aunque menos evidente, es el del alquiler del inmueble donde opera la empresa. Cuando el dueño es también propietario del local y lo alquila a la empresa a un precio por debajo del mercado, el beneficio operativo aparece inflado respecto a lo que sería bajo condiciones competitivas. La literatura de valuación de empresas privadas reconoce que este ajuste, cuando aplica, puede representar entre el 5% y el 15% del beneficio normalizado final (Pratt y Niculita, 2008; Hitchner, 2011).

El presente trabajo adopta el último ejercicio fiscal cerrado (T0) como período de referencia único para la normalización. Esta decisión responde a una limitación real del segmento: la disponibilidad de series históricas comparables de más de un período es frecuentemente reducida en empresas privadas, ya sea por cambios en los criterios contables, reestructuraciones operativas o registros parciales. Pratt y Niculita (2008) reconocen que en casos donde la historia contable no es confiable o comparable, trabajar con el período más reciente y normalizado es metodológicamente preferible a promediar datos de calidad heterogénea. La normalización de T0, cuando se realiza con los ajustes descriptos, produce una estimación del Earning Power actual del negocio, en el sentido que le da Greenwald et al. (2001), que constituye la base más sólida disponible para la capitalización.

2.4 El DCF como ecuación fundamental y sus límites como modelo predictivo en SMBs

El Flujo de Fondos Descontados (Discounted Cash Flow, DCF) es la ecuación fundamental de la valuación financiera: el valor de un activo es el valor presente de sus flujos de caja esperados, descontados a una tasa que refleje su riesgo. En su forma general, la valuación por DCF requiere (a) un conjunto de flujos esperados, (b) una tasa de descuento consistente con esos flujos y (c) un patrón de crecimiento que permita extrapolar el desempeño más allá del horizonte explícito. Damodaran (2002) destaca que los insumos clave de un DCF se concentran en estas tres dimensiones y que errores de estimación o inconsistencias entre ellas pueden producir errores

materiales en el valor.

La centralidad del DCF como identidad de valor no implica que constituya, por sí mismo, un modelo predictivo robusto para SMBs de capital cerrado. La implementación del DCF exige pronósticos sobre variables que no son directamente observables ni estables en este segmento: la trayectoria futura de los flujos, la tasa de crecimiento y, especialmente, el valor terminal a perpetuidad. Damodaran (2002) advierte que el valor terminal bajo crecimiento perpetuo incorpora una fragilidad matemática: a medida que la tasa de crecimiento se acerca a la tasa de descuento, el denominador se aproxima a cero y la valuación puede volverse explosiva. Por esta razón, propone imponer un límite superior al crecimiento estable, anclándolo al crecimiento nominal de largo plazo de la economía.

La limitación del DCF en SMBs no es conceptual, sino operativa: el modelo traslada el problema de la valuación al problema de la predicción de sus insumos. En empresas privadas, donde la información es limitada y la volatilidad operativa es alta, esa predicción es particularmente frágil (Damodaran, 2012). Las secciones siguientes desarrollan los ajustes teóricos que permiten corregir estas limitaciones: la calibración del costo de capital para inversores no diversificados, la incorporación del riesgo país, la simulación estocástica de la incertidumbre operativa y la penalización del supuesto de perpetuidad mediante un modelo de insolvencia continuo.

2.5 El costo de capital en empresas privadas: el Total Beta

La tasa de descuento es la variable que más impacto tiene sobre el valor final en cualquier modelo de capitalización. Una diferencia de dos puntos porcentuales en la tasa puede mover el valor estimado entre un 15% y un 30%, como se deduce directamente de la sensibilidad del modelo de capitalización a perpetuidad. En el contexto de SMBs privadas, construir esa tasa de manera rigurosa es el problema técnico más difícil del proceso de valuación.

El CAPM estándar calcula el costo del equity como la suma de la tasa libre de riesgo más un premio por riesgo que depende del beta del activo: $K_e = R_f + \beta(R_m - R_f)$. El beta mide la sensibilidad del retorno del activo respecto al retorno del mercado, es decir, cuánto se mueve el precio de la acción cuando se mueve el índice. Para empresas cotizantes esa medición es directa: se toma la serie histórica de precios y

se regresa contra el índice. Para empresas privadas, no existe esa serie. El problema no es sólo técnico; es conceptual.

Damodaran (2002) señala que el CAPM, tal como se aplica habitualmente, asume un inversor marginal que tiene una cartera diversificada y que, por lo tanto, solo necesita ser compensado por el riesgo sistemático, es decir, el riesgo que no puede diversificar. Cuando el inversor es el dueño de una SMB que concentra la mayor parte de su riqueza en un solo negocio, ese supuesto no se sostiene. Ese inversor no puede diversificar porque su capital está comprometido en un único activo. Necesita ser compensado por el riesgo total del negocio, no solo por su componente sistemático. Ignorar esa diferencia produce una tasa de descuento subestimada.

La solución que Damodaran (2002) propone para este caso es el Total Beta, definido como el cociente entre el beta de mercado y el coeficiente de correlación entre los retornos del activo y el mercado: $\beta_{\text{total}} = \beta_{\text{mercado}} / \rho$. El Total Beta captura la volatilidad total del activo (sistemática más idiosincrática) en lugar de solo su componente correlacionado con el mercado. Para una empresa cotizante muy correlacionada con el índice, el Total Beta es cercano al beta de mercado. Para una empresa con baja correlación, típicamente las más pequeñas o las de sectores poco representados en el índice, el Total Beta puede ser dos o tres veces mayor que el beta de mercado. Abudy et al. (2016), utilizando un enfoque alternativo basado en precios de estado, documentaron que la prima de costo de capital que enfrentan las firmas privadas por la falta de diversificación de sus propietarios puede alcanzar magnitudes de entre el 4% y el 33% según el nivel de riesgo del activo y el grado de apalancamiento, lo que se traduce en diferencias sustanciales de valor respecto de una empresa pública equivalente.

2.6 Riesgo país y tasas de descuento en mercados emergentes

El problema del riesgo país en la tasa de descuento es uno de los más debatidos en la literatura de valuación en mercados emergentes y uno de los que mayor impacto práctico tiene sobre el resultado final. El debate de fondo no es técnico sino conceptual: si el riesgo país es diversificable, no debería estar en la tasa. Si no lo es, debería. Y la respuesta depende de quién es el inversor.

Para un fondo de inversión global con posiciones en decenas de países, el riesgo específico de Argentina o Brasil se diversifica contra el de Alemania o Japón. Desde

esa perspectiva, el riesgo país es parcialmente diversificable e incluirlo completo en la tasa produce una sobreestimación del costo de capital. Para el propietario de una SMB local que opera exclusivamente en un mercado y tiene todos sus activos en ese país, el riesgo país es completamente no diversificable. Ese es el caso relevante para este trabajo.

Damodaran (2003) desarrolló el enfoque más utilizado académicamente para incorporar el riesgo país de manera estructurada. La prima de riesgo país (Country Risk Premium, CRP) se calcula a partir del spread soberano (la diferencia entre el rendimiento del bono del país en dólares y el Treasury estadounidense de igual plazo), ajustado por la volatilidad relativa del mercado accionario local respecto al mercado de bonos soberanos: $CRP = \text{Spread}_{\text{soberano}} \times (\sigma_{\text{acciones}} / \sigma_{\text{bonos soberanos}})$. Ese ajuste amplifica el spread para reflejar que los accionistas enfrentan más volatilidad que los bonistas. La literatura propone entonces un costo del equity de la forma $K_e = R_f + \beta \cdot ERP_{\text{global}} + \lambda \cdot CRP$, donde λ es el coeficiente de exposición del sector al riesgo país local. Pereiro (2002, 2006) aportó evidencia empírica de cómo se aplica, y de cómo se aplica mal este tipo de ajuste en la práctica profesional latinoamericana, documentando que la omisión del riesgo país produce valuaciones que sobreestiman el valor entre un 20% y un 40% en mercados con spreads soberanos elevados.

El coeficiente lambda concentra la principal dificultad práctica de este enfoque. No todos los sectores están igualmente expuestos al riesgo soberano: una exportadora que factura en dólares lo soporta menos que una distribuidora de energía regulada. Damodaran (2003) propone estimar lambda como la proporción de ingresos de origen doméstico ajustada por el nivel de regulación, pero reconoce que esa calibración es discrecional y difícil de auditar.

El MVEI no traslada esta prima a su costo de capital como un término aditivo, y la razón es de consistencia interna. La corrección que introduce el framework opera sobre el riesgo no diversificable del inversor y lo canaliza íntegramente a través del Total Beta. Superponer sobre esa tasa una prima soberana calibrada con un lambda discrecional agregaría una segunda capa de penalización sobre un costo de capital ya elevado por el riesgo total del activo, con el riesgo de sobreestimarlos. El modelo adopta, en cambio, una perspectiva de valuación en dólares en la que la tasa libre de riesgo y la prima por riesgo de mercado se toman de un mercado de referencia maduro, de modo que la sobretasa que soporta la firma proviene exclusivamente de su perfil de riesgo idiosincrático y de la falta de diversificación de su propietario. El tratamiento explícito del riesgo soberano excede el alcance de este trabajo y se

retoma como extensión en el apartado 6.4.

2.7 Simulación de Monte Carlo aplicada a la valuación de empresas

Los modelos de valuación determinísticos producen un número. Ese número tiene una precisión aparente que no refleja la incertidumbre real del proceso. Una empresa que se valúa en 1.000.000 de dólares con un modelo estático no vale exactamente 1.000.000: vale algo en un rango que ese modelo no está equipado para calcular. La simulación de Monte Carlo es la herramienta que resuelve ese problema.

El método fue formalizado por Metropolis y Ulam (1949) en el contexto de problemas de física computacional, para resolver problemas físicos intratables analíticamente, y su aplicación a la valuación financiera fue formalizada por Boyle (1977) en el contexto de la valuación de opciones. La lógica es la siguiente: en lugar de asignar un valor fijo a cada variable de entrada del modelo, se le asigna una distribución de probabilidad. El modelo se ejecuta miles de veces, sorteando en cada iteración un valor de cada variable según su distribución. El resultado es una distribución de probabilidad del output, en este caso, el valor de la empresa, en lugar de un punto estimado. Mun (2006) documenta extensamente las aplicaciones de Monte Carlo en modelado financiero corporativo, incluyendo valuación de activos con alta incertidumbre operativa.

En el contexto específico de SMBs, la simulación estocástica tiene ventajas que los modelos determinísticos no pueden replicar. Los flujos operativos de una empresa pequeña son más volátiles que los de una gran corporación; tienen menos clientes, menos diversificación de productos y mayor dependencia del ciclo local. Esa volatilidad es un dato real que el modelo tiene que capturar. Copeland y Antikarov (2001) argumentan que la incertidumbre en los flujos operativos no es solo una fuente de riesgo sino un dato que debe modelarse explícitamente, y que los enfoques determinísticos que comprimen esa dispersión en un único valor esperado pierden información relevante para la toma de decisiones.

En el modelo propuesto, la distribución de shocks operativos se calibra con el coeficiente de variación sectorial (la razón entre la desviación estándar y la media del EBITDA de las empresas del sector) obtenido de la base de datos de mercado. Esa calibración es importante porque ancla la volatilidad del modelo a la volatilidad observada en empresas reales del mismo sector, en lugar de usar supuestos

arbitrarios. El modelo ejecuta 10.000 iteraciones, un número estándar en la literatura que garantiza convergencia estadística sin costo computacional excesivo (Mun, 2006). El resultado es una distribución de densidad de probabilidad del valor intrínseco: la mediana actúa como estimador central (más robusto que la media en distribuciones asimétricas) y los percentiles 5% y 95% definen el intervalo de confianza del 90%.

2.8 El riesgo de insolvencia en SMBs: del Z-Score al modelo logit de Altman y Sabato

La mayoría de los modelos de valuación tienen una suposición implícita que rara vez se explicita: que la empresa va a seguir operando indefinidamente. Esa es la premisa del going concern, el negocio en marcha. En el universo de las grandes empresas cotizantes, esa suposición es razonable como punto de partida. En el universo SMB, no lo es de la misma manera. Las tasas de mortalidad empresarial en el segmento SMB son considerablemente mayores, y una valuación que no incorpora la probabilidad de que la empresa quiebre técnica o realmente antes del final del horizonte de análisis está subestimando el riesgo.

El trabajo fundacional en predicción de insolvencia con ratios financieros es el de Altman (1968), que desarrolló un modelo de análisis discriminante múltiple (MDA) para predecir la probabilidad de quiebra empresarial a partir de cinco ratios: capital de trabajo sobre activos totales, ganancias retenidas sobre activos totales, EBIT sobre activos totales, valor de mercado del equity sobre valor contable de la deuda, y ventas sobre activos totales. El resultado es el Z-Score, un índice compuesto cuyos valores por debajo de 1,81 señalan alta probabilidad de insolvencia y por encima de 2,99 indican zona segura. El modelo original fue desarrollado sobre una muestra de empresas industriales cotizantes americanas, lo que limita su aplicabilidad directa.

Altman y Sabato (2007) abordaron esta limitación desarrollando un modelo específico para SMBs utilizando una muestra de más de 2.000 empresas medianas. Su investigación demostró que las firmas privadas requieren un set de indicadores financieros estructuralmente distinto y una metodología de estimación diferente a la de las grandes corporaciones públicas. La conclusión central del trabajo es que aplicar el Z-Score tradicional sobre SMBs produce tasas de error de clasificación materialmente más altas que un modelo calibrado específicamente sobre las características de liquidez, cobertura y apalancamiento del segmento de capital

cerrado. Altman, Sabato y Wilson (2010) extendieron posteriormente este análisis incorporando variables no financieras (antigüedad de la empresa y comportamiento de pago histórico), documentando mejoras adicionales en el poder predictivo.

A diferencia del enfoque clásico de Análisis Discriminante Múltiple (MDA), que optimiza una función lineal para clasificación binaria, la especificación purista de Altman y Sabato (2007) adopta una estructura de regresión logística (Logit) mediante Estimación por Máxima Verosimilitud (MLE). Esto permite que el vector resultante no sea un mero score de corte o puntaje indexado, sino una expresión directa de los log-odds de incumplimiento, otorgando una base probabilística nativa ideal para su integración en modelos de simulación estocástica.

2.9 Síntesis: la arquitectura teórica del MVEI

Los siete bloques conceptuales desarrollados en este capítulo no son elementos independientes. Se articulan en una lógica que va de lo más general a lo más específico y que fundamenta cada decisión metodológica del MVEI.

El punto de partida es el reconocimiento de que los modelos estándar de valuación fueron desarrollados para empresas cotizantes y tienen fallas estructurales cuando se aplican a SMBs privadas, en particular, fallas de información, de comparabilidad y de supuestos sobre el inversor. Sobre ese diagnóstico se apoya la elección del enfoque de ingresos por capitalización de beneficios normalizados, que evita las proyecciones subjetivas del DCF clásico y trabaja con datos verificables. La normalización del beneficio operativo es la condición de partida: sin ella, el modelo capitaliza ruido contable en lugar de capacidad real de generación de flujos.

El segundo bloque es la tasa de descuento. El Total Beta reemplaza al beta de mercado estándar para reflejar que el inversor en una SMB no está diversificado y exige compensación por el riesgo total del negocio. El riesgo país, en cambio, no se suma como una prima aditiva: el modelo concentra la corrección en el riesgo total que enfrenta el inversor no diversificado, capturado por el Total Beta, y deja el tratamiento explícito del riesgo soberano como una extensión fuera del alcance de esta versión del framework.

El tercer bloque es el análisis estocástico. Monte Carlo transforma la estimación puntual del modelo determinístico en una distribución de probabilidad del valor, calibrada con la volatilidad operativa sectorial observable en datos reales. La especificación Logit nativa de Altman y Sabato (2007) incorpora dentro de esa

distribución la probabilidad de default de forma directa, determinando mediante su complemento la probabilidad de supervivencia continua como negocio en marcha, ponderando el valor de liquidación en los escenarios de insolvencia. El resultado es un output que captura simultáneamente el valor esperado del negocio y la incertidumbre real asociada a ese valor.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Del marco teórico al diseño algorítmico

El marco teórico desarrollado en el capítulo anterior identifica cuatro problemas estructurales que los modelos de valuación estándar no resuelven cuando se aplican a SMBs de capital cerrado. El diseño del Modelo de Valuación Estocástica Integrada (MVEI) no formula teoremas nuevos; traduce esos cuatro diagnósticos en decisiones algorítmicas concretas. Cada fase del simulador es la respuesta operativa a un problema teórico específico.

El primer problema es la subestimación del costo de capital. El CAPM asume un inversor diversificado que solo exige compensación por riesgo sistemático. El propietario de una SMB concentra la totalidad de su patrimonio en un único activo y absorbe la varianza operativa completa del negocio. Damodaran (2012, p. 86) es categórico al señalar que en transacciones privadas la suposición de diversificación del inversor marginal se derrumba por completo. El MVEI corrige este desajuste en su Fase 1: reescala la beta apalancada tradicional dividiéndola por el coeficiente de correlación sectorial con el mercado, obteniendo un Total Beta que captura el riesgo absoluto en lugar del sistemático. El costo del equity resultante penaliza así el riesgo total del activo y no únicamente su componente sistemático, sin incorporar una prima de riesgo país aditiva.

El segundo problema es la fragilidad del valor terminal. El modelo de Gordon y Shapiro (1956) hace que el valor del activo sea altamente sensible a la tasa de crecimiento perpetuo, y su aplicación no calibrada en SMBs suele producir valoraciones explosivas. Greenwald et al. (2001, p. 34) advierten que las rentas actuales estabilizadas son estimaciones mucho más confiables que cualquier proyección de crecimiento a largo plazo. El MVEI adopta esa filosofía en su Fase 2: el crecimiento en cada iteración estocástica no se asume de manera arbitraria, sino que se parametriza como el producto de la tasa de reinversión y la rentabilidad sobre el capital. Pero el modelo va un paso más allá e impone una restricción macroeconómica estricta: ninguna empresa puede crecer a perpetuidad por encima de la Tasa Libre de Riesgo, que actúa como proxy del crecimiento económico nominal a largo plazo. El crecimiento solo se reconoce si, y solo si, la rentabilidad sobre el capital supera al costo de capital, siguiendo la condición de ventajas competitivas que postula Greenwald.

El tercer problema es el sesgo de supervivencia implícito del DCF. Al proyectar un valor terminal, el modelo asume que la firma opera como negocio en marcha hasta el infinito. La evidencia empírica contradice esa premisa para el segmento SMB. Altman y Sabato (2007, p. 332) argumentan que las SMBs presentan un perfil de riesgo financiero y operativo distinto al de las grandes corporaciones, lo que invalida la aplicación directa de los modelos predictivos diseñados para estas. El MVEI aborda este problema en su Fase 3 mediante un mecanismo de insolvencia que opera en dos dimensiones simultáneas. La primera es la ruina técnica discreta: si las pérdidas operativas simuladas destruyen la totalidad del patrimonio, el algoritmo decreta la insolvencia inmediata y asigna una probabilidad de supervivencia cero. La segunda es la mortalidad asintótica continua: para las iteraciones donde el patrimonio se mantiene positivo, el modelo calcula un índice logístico sobre el balance estresado y lo transforma mediante una función sigmoide en una probabilidad de supervivencia que fluctúa entre cero y uno. Esta arquitectura permite que el riesgo de quiebra no sea un evento binario sino un deterioro gradual que castiga el valor final de manera proporcional al estrés financiero en cada escenario.

El cuarto problema es la ausencia de un piso de valor. Graham (1949, p. 280) define el principio rector: la función del margen de seguridad consiste en hacer innecesaria una estimación precisa del futuro. En el MVEI, cuando la probabilidad de supervivencia decrece, el algoritmo pondera de manera creciente el valor de liquidación forzosa del balance, calculado mediante haircuts empíricos sobre los activos. En un evento de quiebra, la necesidad de liquidar con rapidez los inventarios y las cuentas por cobrar erosiona su valor contable, mientras que los pasivos exigibles se mantienen rígidos al 100% de su valor nominal. Este mecanismo de piso actúa como una restricción de protección dentro de la ecuación de ensamble final, donde cada iteración produce un valor ponderado entre el negocio en marcha y la liquidación según la probabilidad de supervivencia estimada por el modelo logit.

La ecuación de ensamble integra estos cuatro componentes en un único output por iteración. El simulador ejecuta 10.000 iteraciones, generando una distribución de densidad de probabilidad del valor intrínseco en lugar de un punto estimado. La mediana de esa distribución actúa como estimador central (más robusto que la media en distribuciones asimétricas) y los percentiles 5% y 95% definen el intervalo de confianza del 90%. Las secciones siguientes detallan la implementación matemática de cada fase.

3.2 Supuestos y Limitaciones Metodológicas

Con el fin de mantener la parsimonia operativa del algoritmo estocástico, se establecen las siguientes limitaciones metodológicas por diseño:

1. **Rigidez en la Política de Retención (b):** Se asume que el management mantiene inalterable la tasa de retención de utilidades a lo largo de las iteraciones estocásticas. El modelo omite decisiones endógenas y óptimas de ajuste en el payout de dividendos frente a caídas drásticas de los retornos marginales operativos o crisis de liquidez.
2. **Simulación Estática de Un Período (1-Step Horizon):** El modelo aplica shocks sobre un estado financiero base para calcular un valor terminal a perpetuidad, en lugar de modelar un Flujo de Caja Descontado de múltiples etapas (Multi-Stage DCF).
Si bien se acota el crecimiento a R_f para simular rendimientos marginales decrecientes, el modelo comprime la transición hacia el estado maduro de la empresa en un único salto temporal.

3.3 Fase 0: Arquitectura de Datos y Normalización Operativa

El modelo procesa datos de cuatro dimensiones, aplicando un pre-procesamiento paramétrico para depurar la "contabilidad de propietario" típica de las firmas privadas.

A. Datos Contables e Inputs de Gestión:

- **Balance General Estático (T0):** Activos Totales, Pasivos Totales, Patrimonio Neto, Deuda Total, Capital de Trabajo, Utilidades Retenidas.
- **Activos Escindibles:** Efectivo, Cuentas por Cobrar (Cx), Inventarios, Propiedad, Planta y Equipo (PP & E).
- **Gestión de Capital:** Tasa Impositiva Efectiva (T), Tasa de Reinversión Objetivo (b) e Intereses pagados (Intereses 0).

- **Normalización del Beneficio Operativo:**

$$EBIT_{adj} = EBIT_{rep} + (\text{Salario}_{Prop} - \text{Salario}_{mercado}) + \text{Gastos}_{Pers}$$

(Donde "EBIT rep" es el operativo reportado, "Salario Prop" es el retiro real del dueño, "Salario mercado" es el costo de un gerenciamiento profesional tercerizado, y "Gastos Pers" son erogaciones no inherentes a la operación del negocio).

B. Datos Dinámicos y Estructurales (Mercado):

- **Macro-financieros:** Tasa Libre de Riesgo (R_f) extraída en tiempo real de bonos soberanos de referencia a 10 años.
- **Bases Empíricas Sectoriales:** Beta Desapalancada (β_U), (R^2 sector), Equity Risk Premium (ERP) y el Coeficiente de Variación del Ingreso Operativo (CV sector) para parametrizar la volatilidad microeconómica.

3.4 Fase 1: Calibración del Costo de Capital (R_e)

Se rechaza el uso del CAPM tradicional, dado que el inversor marginal de una SMB no posee un portafolio de mercado perfectamente diversificado y está expuesto al riesgo idiosincrático de la firma. Se implementa la Total Beta para penalizar la tasa de descuento, incorporando el riesgo total (sistémico y específico) de la industria, tal como detalla Damodaran (2002).

- **Beta Apalancada:**
$$\beta_L = \beta_U \times [1 + (1 - T) \times (D / E)]$$
- **Total Beta:**
$$\beta_{total} = \beta_L / \rho$$
- **Costo del Equity:**
$$R_e = R_f + \beta_{total} \times ERP$$

3.5 Fase 2: Delimitación de Escenarios de Valor Base

Se determinan los modelos fundamentales que actuarán como vectores de límite en el ensamble estocástico final. Cada modelo representa una frontera económica bajo distintas hipótesis de gestión operativa y continuidad de la firma.

A. Valor del Negocio en Marcha (Valor GC)

Se emplea un modelo de rentabilidad económica del accionista que condiciona matemáticamente el crecimiento (g) a la eficiencia del patrimonio (ROE) y a la tasa de retención de utilidades (b). Para evitar singularidades matemáticas, como denominadores nulos o negativos, y reflejar la ley de rendimientos decrecientes a perpetuidad, el crecimiento se acota estrictamente a la tasa libre de riesgo (R_f), la

cual opera como proxy del crecimiento económico nominal de largo plazo de la macroeconomía.

Bajo este enfoque, el MVEI incorpora un principio de racionalidad en la asignación de capital inspirado en los postulados de Greenwald et al. (2001). Cuando la rentabilidad interna del negocio para el accionista es inferior al costo de oportunidad exigido por el mercado ($ROE < R_e$), obligar a la firma a retener flujos para financiar su expansión perpetua destruye valor de forma artificial. Por ende, la arquitectura metodológica descompone la tasa de retención nominal y establece una regla de optimización basada en los siguientes parámetros y ecuaciones de base:

Retorno sobre el Patrimonio (ROE):

Mide la eficiencia con la que la empresa genera beneficios netos exclusivamente para los accionistas:

$$ROE = \text{Net Income} / \text{Patrimonio}$$

$$(\text{Aclaración: Net Income} = (\text{EBIT}_{\text{adj}} - \text{Intereses}) \times (1 - T))$$

Crecimiento Endógeno Acotado (g):

El crecimiento de largo plazo queda determinado de forma endógena por la tasa de reinversión nominal (b) y la rentabilidad del patrimonio (ROE), bajo el límite macroeconómico estricto de la tasa libre de riesgo (R_f):

$$g = \min(b \times ROE, R_f)$$

Tasa de Reinversión Efectiva ($b_{\text{effective}}$):

Cuando el tope de crecimiento actúa ($b \times ROE > R_f$), la tasa de retención nominal se depura para calcular el tramo estrictamente productivo necesario para sostener dicho crecimiento del patrimonio. El excedente de capital retenido se asume colocado bajo una condición de Valor Actual Neto neutral ($VAN = 0$), rindiendo exactamente el costo de capital (R_e) y anulando su impacto marginal sobre el valor presente del flujo:

$$\text{Si } b \times ROE > R_f \Rightarrow b_{\text{effective}} = g / ROE; \text{ si no } \Rightarrow b_{\text{effective}} = b$$

1. Fórmulas de Valuación Teórica de Continuidad:

- **Earnings Power Value (EPV):** Representa el valor del negocio en marcha en un estado estacionario de crecimiento nulo ($g = 0$) y reinversión neta cero ($b = 0$), capitalizando la Utilidad Neta completa sin castigos de retención:

$$EPV = \text{Net Income} / R_e$$

- **Flujo de Fondos Descontados Puro (DCF_{pure}):** Modela la capitalización tradicional con crecimiento perpetuo utilizando la tasa de reinversión efectiva depurada:

$$DCF_{\text{pure}} = [\text{Net Income} \times (1 - b_{\text{effective}})] / (R_e - g)$$

5. **Piso de Racionalidad Económica del Negocio en Marcha (Valor_{GC}):**

Finalmente, para mitigar sesgos de subvaluación cuando existe destrucción de valor por crecimiento ineficiente ($ROE < R_e$), el valor definitivo de continuidad del negocio vivo adopta una condición de maximización absoluta, fijando al EPV como el piso económico natural de la gestión del management:

$$\text{Valor}_{GC} = \max(DCF_{\text{pure}}, \text{EPV})$$

B. Valor de Liquidación Forzosa (V_{liq})

Cuantifica el escenario de *distress* financiero extremo mediante la aplicación de castigos o *haircuts* empíricos por iliquidez sobre la estructura de activos base de la firma, simulando un proceso de liquidación apresurada de inventarios, cuentas por cobrar y activos fijos. Dado el principio de responsabilidad limitada de las sociedades comerciales, el valor de liquidación resultante no puede adoptar magnitudes inferiores a cero, debido a que los accionistas no se encuentran legalmente obligados a responder por los pasivos remanentes con su patrimonio personal.

Por lo tanto, la ecuación de liquidación queda estipulada de la siguiente manera:

$$V_{\text{liq}} = \max[0, (\text{Efectivo} \times 1,00) + (\text{Cuentas por Cobrar} \times 0,75) + (\text{Inventario} \times 0,50) + (\text{PP\&E} \times 0,30) - \text{Pasivos Totales}]$$

3.6 Fase 3: Integración Contable-Estocástica (Motor de Monte Carlo)

El MVEI ejecuta 10.000 iteraciones computacionales rompiendo con el supuesto de balance estático. Cada shock operativo retroalimenta la estructura patrimonial respetando políticas de inversión y financiamiento proporcionales.

A. Configuración estocástica (iteración *i*):

La desviación estándar operativa se escala al tamaño real de la empresa utilizando la métrica empírica sectorial correspondiente al coeficiente de variación sectorial (CV_{sector}).

$$\sigma_{op} = EBIT_{adj} \times CV_{sector}$$

El simulador parametriza el flujo operativo mediante una distribución normal estándar, permitiendo modelar simétricamente tanto escenarios de alta rentabilidad como escenarios de estrés y pérdida operativa severa. El shock operativo de cada iteración se determina de la siguiente manera:

$$EBIT_i \sim N(\mu = EBIT_{adj}, \sigma = \sigma_{op})$$

Costo de capital:

$$R_{e,i} \sim \text{TruncNormal}(R_e, \sigma_R; \text{lower} = R_f)$$

B. Dinámica Patrimonial Endógena y Estructuras Constantes:

Previo a la iteración, se define la tasa de interés implícita histórica:

$$r_d = \text{Intereses}_0 / \text{Pasivos}_0$$

El modelo asume que la firma escala manteniendo inalteradas tanto su estructura de financiamiento objetivo (Pasivos / Patrimonio) como su intensidad de liquidez operativa (Working Capital / Activos).

1. Utilidad Neta Simulada:

$$NI_i = (EBIT_i - \text{Intereses}_0) \times (1 - T)$$

2. Flujo Retenido Reinvertido:

$$\Delta \text{Retained}_i = NI_i \times b$$

3. Actualización Dinámica del Balance Consolidado (T_i):

$$\text{Patrimonio}_i = \text{Patrimonio}_0 + \Delta \text{Retained}_i$$

$$\text{Pasivos}_i = \text{Patrimonio}_i \times (\text{Pasivos}_0 / \text{Patrimonio}_0)$$

$$\text{Activos}_i = \text{Patrimonio}_i + \text{Pasivos}_i$$

$$\text{Working Capital}_i = \text{Activos}_i \times (\text{Working Capital}_0 / \text{Activos}_0)$$

$$\text{Retained Earnings}_i = \text{Retained Earnings}_0 + \Delta \text{Retained}_i$$

$$\text{Intereses}_i = \text{Pasivos}_i \times r_d$$

4. Variables Específicas para la Calibración Logit (2007):

$$EBITDA_i = EBIT_i + D\&A$$

$$\text{Deuda Financiera de Corto Plazo}_i = \text{Patrimonio}_i \times (\text{Deuda Financiera de Corto Plazo}_0 / \text{Patrimonio}_0)$$

$$\text{Efectivo}_i = \text{Activos}_i \times (\text{Efectivo}_0 / \text{Activos}_0)$$

5. Condición de Ruina Técnica: Si el shock operativo resulta en pérdidas

acumuladas que consumen la totalidad del capital propio ($\text{Patrimonio}_i \leq 0$), el algoritmo decreta el incumplimiento técnico inmediato, forzando la probabilidad de supervivencia a cero ($P(S)_i = 0$).

C. Riesgo de Crédito (Especificación Logit Pura):

Para las iteraciones solventes ($\text{Patrimonio}_i > 0$), la probabilidad de default (PD_i) se extrae directamente de la función logística calibrada por Altman y Sabato (2007) para el segmento corporativo SMB. Se evalúan cinco ratios financieros dinámicos estructurados bajo la siguiente combinación lineal (L_i):

$$L_i = \alpha + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \beta_3 X_{3,i} + \beta_4 X_{4,i} + \beta_5 X_{5,i}$$

Donde las variables dinámicas se definen como:

- $X_{1,i} = \text{EBITDA}_i / \text{Activos}_i$ (Indicador de rentabilidad operativa bruta).
- $X_{2,i} = \text{Deuda Financiera de Corto Plazo}_i / \text{Patrimonio Neto}_i$ (Medida de apalancamiento de riesgo corriente).
- $X_{3,i} = \text{Ganancias Retenidas}_i / \text{Activos}_i$ (Proxy de acumulación histórica de valor).
- $X_{4,i} = \text{Efectivo}_i / \text{Activos}_i$ (Ratio de liquidez inmediata).
- $X_{5,i} = \min(\text{EBITDA}_i / \text{Intereses}_0, 30.0)$ (Métrica de cobertura de la carga financiera. Se aplica un tope de saturación empírico de 30x para evitar asíntotas explosivas en simulaciones de firmas sin apalancamiento).

Las variables estáticas corresponden a los coeficientes paramétricos del modelo empírico:

- $\alpha = -4,28$ (Intercepto constante que define el riesgo base del modelo).
- $\beta_1 = -0,18$ (Ponderador del indicador de rentabilidad operativa bruta).
- $\beta_2 = +0,01$ (Ponderador de la medida de apalancamiento de riesgo corriente).
- $\beta_3 = -0,08$ (Ponderador del proxy de acumulación histórica de valor).
- $\beta_4 = -0,02$ (Ponderador del ratio de liquidez inmediata).
- $\beta_5 = -0,19$ (Ponderador de la métrica de cobertura de la carga financiera).

Una vez obtenido el índice logístico L_i , la probabilidad de default (PD_i) y la consecuente probabilidad de supervivencia ($P(S)_i$) de la iteración se determinan mediante la función sigmoide nativa y su complemento:

$$PD_i = 1 / (1 + e^{-L_i})$$

$$P(S)_i = 1 - PD_i$$

D. Crecimiento Acotado y Asignación Eficiente de Capital:

En cada iteración i , el algoritmo recalcula la rentabilidad económica del período en base al shock operativo simulado:

$$ROE_i = NI_i / Patrimonio_i$$

Para aislar matemáticamente al modelo de singularidades asintóticas explosivas en el infinito, se impone la regla del ancla macroeconómica. Si el crecimiento nominal simulado supera la tasa de absorción de largo plazo de la economía ($b \times ROE_i$), el crecimiento se topa en la Tasa Libre de Riesgo (R_f) y se deriva la tasa de reinversión implícita necesaria para sostener dicho techo, operando el excedente bajo la premisa de VAN neutral ($NPV = 0$):

$$\text{Si } b \times ROE_i > R_f \Rightarrow g_i = R_f \wedge b_{\text{effective},i} = R_f / ROE_i$$

$$\text{Sino } \Rightarrow g_i = \max(b \times ROE_i, 0.0) \wedge b_{\text{effective},i} = b$$

Una vez calibrados los vectores estocásticos de crecimiento y retención eficiente, el MVEI procesa de forma independiente los dos escenarios operativos de continuidad para esa vuelta:

- **Módulo de Descuento de Flujos Tradicional (dcf_{iter}):** Incorpora un *failsafe* condicional. Si el costo de capital simulado resulta menor o igual al crecimiento ($R_{e,i} \leq g_i$), la variable se neutraliza en cero para evitar indeterminaciones asintóticas; de lo contrario, computa la ecuación fundamental del DCF perpetuo utilizando la tasa de reinversión depurada:

$$\text{Si } R_{e,i} > g_i \Rightarrow dcf_{\text{iter}} = [NI_i \times (1 - b_{\text{effective},i})] / (R_{e,i} - g_i); \text{ sino } \Rightarrow dcf_{\text{iter}} = 0.0$$

- **Módulo de Capitalización en Estado Estacionario (epv_{iter}):** Computa de manera pura el *Earnings Power Value* de la iteración asumiendo crecimiento nulo:

$$epv_{\text{iter}} = NI_i / R_{e,i}$$

E. Ensamble de Continuidad y Valor Final:

Esto asume que el management financiero actuará de forma racional deteniendo la reinversión ineficiente si el spread económico es negativo ($ROE_i < R_{e,i}$), fijando al EPV como un piso de valor de mercado infranqueable, y estableciendo un límite absoluto de cero ante escenarios de pérdidas operativas irrecuperables en virtud del principio

de responsabilidad limitada:

$$\text{Valor}_{GC,i} = \max(\text{dcf}_{\text{iter}}, \text{epv}_{\text{iter}}, 0)$$

Finalmente, el vector final de valor para la simulación (Valor_i) se estructura mediante la ecuación de ensamble probabilístico tradicional, ponderando el resultado de continuidad operativa contra el escenario de *distress* según la probabilidad de supervivencia dictaminada por el modelo logístico de crédito:

$$\text{Valor}_i = [P(S)_i \times \text{Valor}_{GC,i}] + [(1 - P(S)_i) \times V_{\text{liq}}]$$

3.7 Resultados: Distribución de Densidad

El procesamiento algorítmico converge en una distribución de densidad de probabilidad estocástica de 10.000 vectores de salida. Se abandona la estimación puntual determinística, dictaminando la valuación a través de la Mediana Estadística (Valor Intrínseco Probable) y reportando los percentiles del 5% y 95% para establecer los Intervalos de Confianza frente a la incertidumbre operativa y macroeconómica.

CAPÍTULO 4: CASOS DE ESTUDIO Y RESULTADOS

4.1. Diseño del análisis empírico

El análisis empírico del MVEI persigue dos objetivos que conviene distinguir desde el comienzo. El primero consiste en verificar que el simulador reproduce, sin error material, los valores que arroja la resolución manual del modelo. El segundo, de mayor exigencia, busca establecer si la salida estocástica aporta información que el descuento de flujos en su versión determinística no logra capturar. Un modelo puede ser aritméticamente correcto y, no obstante, no agregar valor explicativo.

El diseño responde a una lógica de estudio de casos y no a una muestra estadística, decisión que se fundamenta en el propio alcance del modelo. El MVEI fue concebido sin restricción de sector, tamaño ni mercado, de modo que ninguna muestra acotada podría representar su dominio de aplicación; todo recorte muestral introduciría un sesgo de selección y una falsa apariencia de generalidad. El enfoque por casos permite, en cambio, seleccionar cada empresa según el régimen de valor que habilita a observar, de modo que cada empresa se selecciona por el régimen de valor que permite observar, y no por su representatividad estadística (Hernández Sampieri, 2014).

Se analizan tres casos. Los dos primeros corresponden a empresas reales y permiten someter al modelo a información contable tal como se presenta en la práctica, con sus inconsistencias y vacíos. El tercero es un caso sintético, construido de manera deliberada para aislar el régimen en que la rentabilidad sobre el patrimonio resulta inferior al costo de capital, y para examinar el comportamiento del modelo cuando el valor de liquidación supera al del negocio en marcha. La distinción se mantiene explícita a lo largo del capítulo: los casos reales examinan la aplicabilidad del modelo, mientras que el caso construido verifica su consistencia interna bajo condiciones controladas.

4.2. Protocolo de cálculo de referencia

Cada caso se resolvió en forma manual con anterioridad a su procesamiento en el simulador, y ese resultado oficia de referencia contra la cual se contrasta la salida del MVEI. El procedimiento replica la arquitectura del modelo en cuatro fases. La primera normaliza el resultado operativo, ajustando la retribución del propietario al

valor de mercado de las funciones que desempeña y depurando los gastos de naturaleza personal, con el fin de obtener una medida representativa de la capacidad generadora del negocio. La segunda construye el costo del capital propio mediante el Total Beta del sector, que incorpora el riesgo no diversificado del inversor de capital cerrado, el procedimiento desapalanca el beta sectorial y lo reapalanca según la estructura de capital de la empresa analizada, siguiendo a Hamada (1972), con parámetros de mercado correspondientes a enero de 2026 (Damodaran, 2026). La tercera fase estima la probabilidad de supervivencia a partir del modelo logit para pequeñas y medianas empresas de Altman y Sabato (2007), y determina las tres medidas de valor: el valor de liquidación, el valor de generación de ganancias en el sentido de Greenwald et al. (2001) y el descuento de flujos con crecimiento perpetuo. La cuarta integra estas medidas en una distribución de valor mediante simulación de Monte Carlo sobre diez mil iteraciones.

El crecimiento se determina como el producto entre la tasa de reinversión y el retorno sobre el patrimonio, acotado a la tasa libre de riesgo bajo el argumento de que ninguna empresa puede crecer a perpetuidad por encima de la economía en la que opera (Damodaran, 2002). Cuando ese límite resulta activo, la tasa de reinversión se recalcula al nivel que el crecimiento permitido efectivamente requiere, y el excedente se trata como reinversión a valor presente neto nulo, consistente con la proposición de que el crecimiento que rinde el costo de capital no agrega valor (Greenwald et al., 2001).

El desarrollo numérico íntegro de cada caso (normalización, calibración de la tasa, ratios de insolvencia y las tres medidas de valor, fase por fase) se presenta en los Anexos 4, 6 y 7. El cuerpo del capítulo expone la lógica del cálculo y los resultados obtenidos, y remite al anexo correspondiente para su verificación detallada.

4.3. Caso 1: empresa de servicios de telecomunicaciones

El primer caso corresponde a una empresa real de servicios de telecomunicaciones, de capital cerrado, sin deuda financiera y con un activo compuesto casi en su totalidad por efectivo y cuentas por cobrar. La estructura no es un detalle accesorio. Una firma sin pasivos onerosos y con rentabilidad elevada tensiona al modelo en uno de sus extremos, y es ahí donde la lógica de capitalización de Greenwald et al. (2001) se vuelve observable.

La normalización del resultado parte de un EBIT reportado de USD 663.716. El propietario percibe una retribución de USD 300.000 anuales por una función que equivale, en los hechos, a la de un director de operaciones regional a cargo de las

operaciones en Latinoamérica. El costo de reemplazo de esa posición se fijó en USD 120.000 anuales, un valor provisto por la dirección de la empresa. Se trata de un rol de alcance regional, sin un mercado salarial único contra el cual contrastarlo; a diferencia de las posiciones gerenciales de alcance local, que admiten una banda nacional de referencia, aquí el dato se toma de la información que aporta la compañía y se declara como tal. El ajuste incorpora esa diferencia y eleva el resultado operativo normalizado a USD 843.716. Al no registrar deuda financiera, el beta apalancado coincide con el desapalancado del sector, de modo que el reapalancamiento de Hamada (1972) no introduce ninguna corrección. La baja correlación de la actividad con el mercado, cercana al 12%, eleva el Total Beta a 3,18 y lleva el costo del capital propio al 17,97% (Damodaran, 2026).

El retorno sobre el patrimonio, en cambio, asciende al 80,82%. Cuando la rentabilidad supera de ese modo al costo de oportunidad, reinvertir crea valor, y el descuento de flujos lo refleja: el DCF alcanza los USD 4.672.425 frente a un valor de generación de ganancias de USD 3.708.940. El crecimiento, aun acotado a la tasa libre de riesgo según la restricción de Damodaran (2002), agrega cerca de un millón de dólares. Es el comportamiento espejo del que exhibirá el caso siguiente, donde el margen entre ambos modelos se estrecha.

La simulación de Monte Carlo sobre diez mil iteraciones devuelve un valor mediano de USD 4.488.349, con un intervalo de confianza del 90% comprendido entre USD 3.497.616 y USD 5.779.635 (Tabla 4.1). Ese intervalo es estrecho: su extremo superior apenas supera en 1,6 veces al inferior. La razón es la misma rentabilidad que sostiene el valor. Una empresa cuyo retorno cuadruplica su costo de capital conserva su valor frente a variaciones del entorno, y la distribución resultante es angosta y prácticamente simétrica. El valor de liquidación, de USD 568.137, queda muy por debajo del negocio en marcha y confirma que el valor de esta empresa reside en su capacidad de generar resultados, no en sus activos. El desarrollo completo del cálculo se presenta en el Anexo 4.

Tabla 4.1. Resultados de valuación — empresa de servicios de telecomunicaciones (en USD)

Indicador	Valor
EBIT normalizado	843.716
Costo del capital propio (Re)	17,97%
Retorno sobre el patrimonio (ROE)	80,82%
Valor de liquidación	568.137
Valor de generación de ganancias (EPV)	3.708.940
Descuento de flujos (DCF)	4.672.425
Valor mediano MVEI	4.488.349
Intervalo de confianza 90% (P5–P95)	3.497.616 – 5.779.635

Fuente: elaboración propia.

4.4. Caso 2: industria metalúrgica argentina

El segundo caso corresponde a una empresa siderúrgica real, de capital cerrado, radicada en Argentina y conducida por tres socios. A diferencia del primero, es una firma industrial con activos fijos significativos, y su patrimonio concentra casi la totalidad de la estructura de financiamiento: la deuda financiera es prácticamente nula. La información contable corresponde al ejercicio cerrado al 31 de diciembre de 2025, reexpresada por inflación según la normativa vigente, y se convirtió a dólares al tipo de cambio de mercado de esa fecha.

La normalización del resultado concentra buena parte del análisis, porque es donde se juega la mitad del valor. Los tres socios perciben en conjunto una retribución de USD 972.973 anuales, muy por encima del costo de mercado de las funciones que desempeñan. Reemplazarlos exige una estructura gerencial profesional de tres posiciones: planta, comercial y administración. El costo del reemplazo se estima en USD 172.339 anuales tomando el límite inferior de las bandas salariales para gerencias de la industria manufacturera argentina, criterio consistente con la estructura magra que caracteriza a una PyME familiar (Randstad, 2026); el detalle por posición se presenta en el Anexo 5. A ese ajuste se suma la depuración de gastos personales del propietario imputados a la empresa, por USD 24.000. Ambas correcciones elevan el EBIT reportado de USD 703.902 a un resultado normalizado de USD 1.528.536.

La calibración del costo de capital arroja el dato que gobierna el resto del análisis. El Total Beta del sector siderúrgico en mercados emergentes asciende a 4,80, magnitud que resulta de reescalar el beta sectorial por la baja correlación de la actividad con el mercado, de apenas 0,19, lo que amplifica la tasa para reflejar el riesgo total que soporta un propietario incapaz de diversificarlo (Damodaran, 2026). Llevado a la fórmula del costo del capital propio, el resultado es una tasa del 24,77%. No es un número elevado por error de cálculo. Es lo que cuesta el capital de una metalúrgica argentina, y reconocerlo es el primer aporte del modelo frente a una valuación que adoptara una tasa más cómoda.

Sobre esa base, el retorno sobre el patrimonio del 32,66% supera al costo de capital del 24,77%, de modo que el crecimiento agrega valor y el DCF, de USD 4.225.225, se ubica por encima del EPV de USD 4.010.382. El margen entre ambas medidas es acotado: como el crecimiento está limitado a la tasa libre de riesgo, la reinversión suma poco valor sobre la capitalización sin crecimiento. El valor mediano del MVEI es de USD 4.046.597, con un intervalo de confianza del 90% que se extiende desde USD 144.638 hasta USD 8.708.318 (Tabla 4.2). El intervalo es ancho, y la tentación es leerlo como una imprecisión. Pero por el contrario, es información.

Comparado con el primer caso, donde el extremo superior del intervalo apenas superaba en 1,6 veces al inferior, acá lo multiplica por sesenta. La amplitud responde, en primer lugar, a la volatilidad operativa del sector: la industria siderúrgica presenta un coeficiente de variación del resultado muy superior al de una empresa de ingresos recurrentes (Damodaran, 2026), inyectando fluctuaciones agresivas en los flujos. Sin embargo, la apertura extrema de la cola izquierda del intervalo obedece a un efecto de convexidad en la capitalización a perpetuidad combinado con el riesgo de supervivencia. En los escenarios de estrés simulados (Percentil 5), el flujo se comprime drásticamente, pero el fuerte respaldo patrimonial de la firma evita la quiebra técnica. Esto deja al inversor minoritario atrapado en una trampa de valor: una participación que rinde flujos marginales y que, por la iliquidez característica de las empresas no cotizantes, no puede liquidarse de forma forzosa para recuperar el capital comprometido (Damodaran, 2005). El intervalo no es entonces una imprecisión del modelo, sino la métrica exacta de este riesgo procíclico extremo que un descuento de flujos puntual ocultaría. El desarrollo completo del cálculo se presenta en el Anexo 6.

Tabla 4.2. Resultados de valuación - industria metalúrgica argentina (en USD)

Indicador	Valor
EBIT normalizado	1.528.536
Costo del capital propio (Re)	24,77%
Retorno sobre el patrimonio (ROE)	32,66%
Valor de liquidación	624.671
Valor de generación de ganancias (EPV)	4.010.382
Descuento de flujos (DCF)	4.225.225
Valor mediano MVEI	4.046.597
Intervalo de confianza 90% (P5–P95)	144.638 – 8.708.318

Fuente: elaboración propia.

4.5. Caso 3: empresa autopartista (caso sintético)

El tercer caso no corresponde a una empresa real. Se construyó de manera deliberada para someter al modelo a un régimen que los dos casos anteriores no presentan: aquel en que la rentabilidad sobre el patrimonio resulta inferior al costo de capital. Replica el perfil de una autopartista de mercado emergente, con apalancamiento moderado, rentabilidad operativa pobre y un activo corriente líquido. La naturaleza sintética del caso es una condición de su utilidad: permite aislar el comportamiento del modelo bajo estrés de rentabilidad y observar qué ocurre cuando el valor de liquidación supera al del negocio en marcha, sin las particularidades que arrastra un balance real.

La normalización conduce a un EBIT ajustado de USD 245.000. Descontados los intereses sobre una deuda financiera relevante y el impuesto, el resultado disponible para el accionista es de USD 61.750. El Total Beta del sector, reapalancado según la estructura de capital de la empresa (Hamada, 1972), lleva el costo del capital propio al 40,53% (Damodaran, 2026). El retorno sobre el patrimonio, en cambio, es de apenas 4,12%. La brecha invierte el signo respecto de los casos reales. Cuando la rentabilidad queda tan por debajo del costo de oportunidad, reinvertir destruye valor, y el ordenamiento de las medidas lo confirma: el valor de generación de ganancias, de USD 152.344, supera al descuento de flujos, de USD 87.802. En este caso, crecer empeora la situación. Es la otra cara de la proposición de Greenwald et al. (2001), la que sostiene que el crecimiento solo agrega valor

cuando el retorno excede al costo de capital.

El resultado más relevante aparece en la comparación con el valor de liquidación. Este asciende a USD 342.500, por encima de cualquiera de las dos medidas del negocio en marcha (Tabla 4.3). La empresa vale más desmantelada que operando. Sin embargo, el valor mediano del MVEI es de USD 153.701, por debajo del valor de liquidación, con un intervalo de confianza del 90% comprendido entre USD 39.353 y USD 269.451. La pregunta es inmediata: si liquidar rinde más, ¿por qué el modelo no devuelve el valor de liquidación?

La respuesta define un supuesto central del MVEI. El modelo aplica el axioma de racionalidad a la asignación de capital (toma el mayor valor entre reinvertir y no hacerlo) pero no a la decisión de liquidar. Pero esta distinción no es arbitraria, dejar de reinvertir es una decisión administrativa reversible y de bajo costo; liquidar es un evento terminal que implica despedir personal, rematar activos y extinguir la empresa, sujeto a fricciones que el inversor racional de la teoría clásica no enfrenta (Dixit y Pindyck, 1994). En el universo de las empresas de capital cerrado, la familia o el fundador rara vez ejecutan esa decisión apenas resulta conveniente, porque median el control societario y beneficios no monetarios ajenos al flujo de caja. El MVEI no asume que quien encarga la valuación posee el control absoluto para forzar el cierre. Bajo esa óptica, devolver el valor de liquidación sobreestimaría la participación: el inversor minoritario no puede capturar ese valor y su capital queda atrapado en un negocio de baja rentabilidad, configurando nuevamente la trampa de valor descrita en el análisis del Caso 2. El modelo delega la convergencia hacia el valor de liquidación enteramente a la probabilidad de quiebra técnica estimada por el modelo de Altman y Sabato (2007): la empresa solo se aproxima a ese valor a medida que el estrés financiero la acorrala. En este caso, el patrimonio elevado y la deuda contenida arrojan una probabilidad de supervivencia del 99,16%, de modo que la empresa no quiebra, nadie la obliga a liquidarse y el capital permanece comprometido en una operación que rinde por debajo de su costo. El desarrollo completo del cálculo se presenta en el Anexo 7.

Tabla 4.3. Resultados de valuación — caso sintético autopartista (en USD)

Indicador	Valor
EBIT normalizado	245.000
Resultado para el accionista	61.750
Costo del capital propio (Re)	40,53%
Retorno sobre el patrimonio (ROE)	4,12%
Probabilidad de supervivencia P(S)	99,16%
Valor de liquidación	342.500
Valor de generación de ganancias (EPV)	152.344
Descuento de flujos (DCF)	87.802
Valor mediano MVEI	153.701
Intervalo de confianza 90% (P5–P95)	39.353 – 269.451

Fuente: elaboración propia.

4.6. Hallazgos transversales

El análisis de los tres casos permite extraer regularidades que ningún caso aislado revela. La primera es que la relación entre el retorno sobre el patrimonio y el costo de capital opera como un criterio diagnóstico del comportamiento del valor. Cuando el retorno supera al costo, el descuento de flujos se ubica por encima del valor de generación de ganancias y el crecimiento construye valor; cuando queda por debajo, el ordenamiento se invierte y crecer lo destruye. Los tres casos cubren el espectro. La empresa de telecomunicaciones, con un retorno que cuadruplica su costo de capital, y la metalúrgica, que lo supera por un margen más estrecho, exhiben ambas un descuento de flujos superior al valor de generación de ganancias; la autopartista, con un retorno muy inferior al costo, presenta el orden contrario. La proposición de Greenwald et al. (2001) deja de ser un enunciado teórico para volverse una lectura que el modelo entrega de manera directa.

La segunda regularidad se refiere a la amplitud del intervalo de confianza, que mide la incertidumbre del valor y no su imprecisión. Esa amplitud depende fundamentalmente de dos factores: la volatilidad operativa intrínseca del sector, que estresa los flujos proyectados, y la distancia entre el retorno y el costo de capital, que actúa como amplificador de esos flujos cuando el denominador de la perpetuidad se

estrecha. La empresa de telecomunicaciones, con ingresos recurrentes y una rentabilidad holgada sobre un costo de capital bajo, produce un intervalo estrecho cuyo extremo superior apenas supera en 1,6 veces al inferior. La metalúrgica, con un resultado más volátil por su carácter cíclico y una rentabilidad ajustada sobre un costo elevado, produce un intervalo cuyo extremo superior lo multiplica por sesenta. La diferencia no es un artefacto del modelo, pero la traducción cuantitativa de una realidad: el valor de una empresa cíclica cuya rentabilidad apenas supera su costo de capital es estructuralmente más sensible a las variaciones del entorno. Donde un descuento de flujos puntual informa una cifra única con falsa precisión, el MVEI expone esa fragilidad como un rango.

La tercera observación surge del caso sintético y atañe al tratamiento de la liquidación. El modelo aplica el axioma de racionalidad a la asignación de capital, pero delega la decisión de liquidar a la probabilidad de quiebra técnica, en lugar de forzarla por comparación de valores. Esta asimetría, lejos de ser una inconsistencia, refleja las fricciones de control y los costos de salida que distinguen a las empresas de capital cerrado (Dixit y Pindyck, 1994; Damodaran, 2005), y evita que el modelo valúe sobre la base de un escenario de liquidación que el inversor no necesariamente puede ejecutar.

Por último, el proceso de análisis cumplió una función de depuración del propio instrumento. La aplicación del modelo a datos reales expuso comportamientos que motivaron correcciones. El control de integridad contable detectó inconsistencias en la carga de los activos de liquidación; la formulación del valor de generación de ganancias se ajustó para reflejar la capitalización sin crecimiento en el sentido estricto de Greenwald et al. (2001); y el tratamiento del crecimiento se reformuló de modo que la tasa de reinversión acompañe al crecimiento efectivamente permitido por el límite macroeconómico. Estas correcciones, documentadas en los anexos correspondientes, refuerzan la consistencia interna entre el marco teórico, la metodología y los resultados.

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y COMPARATIVA CONTRA DCF

5.1. Comparativa metodológica: superación de los sesgos estructurales del DCF

El diseño del Modelo de Valuación Estocástica Integrada (MVEI) responde a la necesidad de superar las deficiencias estructurales que los enfoques tradicionales presentan al aplicarse en el ecosistema de las empresas de capital cerrado. El Flujo de Fondos Descontados (DCF), en su formulación clásica, opera bajo supuestos de eficiencia de mercado, liquidez y perpetuidad que se quiebran en el *middle market*.

A continuación, se sistematizan los sesgos estructurales de los modelos determinísticos y las soluciones algorítmicas integradas en el MVEI para su corrección:

Tabla 5.1. Resolución de sesgos estructurales en la valuación de empresas de capital cerrado

Problema estructural	Supuesto del DCF tradicional	Solución integrada del MVEI
1. Riesgo del inversor	Aplica el CAPM clásico y asume que el inversor posee un portafolio perfectamente diversificado.	Reemplaza el beta de mercado por el Total Beta , castigando el riesgo idiosincrático por falta de diversificación.
2. Crecimiento terminal	Depende de proyecciones a perpetuidad, con riesgo asintótico si el crecimiento se acerca a la tasa de descuento.	Utiliza crecimiento endógeno anclado al ROE y topado estrictamente al crecimiento nominal macroeconómico representado por R_f .
3. Sesgo de	Asume matemáticamente	Integra el modelo Logit de

supervivencia	que la empresa operará hasta el infinito y cobrará todos los flujos.	Altman y Sabato en cada iteración para ponderar la probabilidad de ruina técnica.
4. Piso de racionalidad	Asume la reinversión perpetua obligatoria, incluso si la expansión destruye valor económico para el accionista.	Fija el EPV como piso del negocio en marcha mediante la condición $\max(\text{DCF}, \text{EPV})$.
5. Recupero en insolvencia	Si los flujos colapsan, el valor puede caer a cero o terreno negativo, ignorando los activos físicos realizables.	Integra el valor de liquidación y lo pondera exclusivamente por la probabilidad de default.
6. Falsa precisión	Es un modelo estático y determinístico; arroja un número único que oculta el riesgo del ciclo económico.	Utiliza simulación de Monte Carlo anclada en volatilidad sectorial, reportando medianas e intervalos de confianza.
7. Distorsión contable	Descuenta directamente los flujos reportados, arrastrando las maniobras fiscales del balance original.	Exige una normalización paramétrica previa para depurar retiros de dueños y gastos personales.

Fuente: elaboración propia.

5.2. Divergencia en el costo de capital: CAPM estándar vs. Total Beta

La subestimación del riesgo es una de las fallas más críticas en la valuación de empresas de capital cerrado, y el Caso 2 permite cuantificarla con precisión. La industria metalúrgica argentina presenta un beta desapalancado sectorial de 0,9301 (Damodaran, 2026). Como la firma opera con deuda financiera prácticamente nula, el reapalancamiento por estructura de capital no introduce corrección y el beta apalancado coincide con el desapalancado. La baja correlación de la actividad con el mercado, de 0,19, eleva ese beta a un Total Beta de 4,80, que conduce a un costo del capital propio del 24,77%.

El contraste con el CAPM estándar se construye sobre los mismos parámetros de mercado, aislando el único componente que los separa. Conservando idénticos la tasa libre de riesgo y el premio por riesgo de mercado, y reemplazando el Total Beta por el beta de mercado tradicional, el costo del capital propio desciende al 8,43%. La divergencia es de 16,34 puntos porcentuales: el ajuste por falta de diversificación casi triplica la tasa exigida. Esa diferencia no proviene de un cambio en los datos de entrada, sino de reconocer que el propietario de una metalúrgica argentina no diversifica el riesgo idiosincrático de la firma y debe ser compensado por la volatilidad total del activo, no solo por su componente correlacionado con el mercado (Damodaran, 2002).

El efecto sobre la valuación es desproporcionado por la naturaleza del modelo de perpetuidad. Manteniendo constante el resto de los parámetros, el descuento de flujos del Caso 2 pasaría de los USD 4.225.225 que arroja el Total Beta a un valor del orden de USD 21,8 millones bajo la tasa del CAPM, una sobrevaluación cercana a cinco veces. El mecanismo está en el denominador: al caer la tasa de descuento de 24,77% a 8,43% mientras el crecimiento permanece anclado a la tasa libre de riesgo, el denominador de la perpetuidad se comprime de 20,27% a 3,93% e ingresa en la zona de fragilidad matemática del valor terminal descripta en el apartado 2.4. Una tasa subestimada no infla el valor de manera lineal, sino que acerca el modelo a la singularidad asintótica donde la valuación se vuelve explosiva. El Total Beta corrige ese sesgo en el origen y devuelve una tasa consistente con el riesgo real que asume el inversor.

5.3. Falsa precisión estática frente a incertidumbre estocástica

La estimación puntual del DCF crea una falsa ilusión de precisión. En el Caso 2, el DCF puro arrojó un valor estático de USD 4.225.225. Sin embargo, al inyectar la volatilidad operativa histórica del sector siderúrgico (intensivo en capital y altamente procíclico), la simulación de Monte Carlo del MVEI expone un intervalo de confianza masivo, que se extiende desde USD 144.638 hasta USD 8.708.318.

Al contrastar esto con el Caso 1 (empresa de telecomunicaciones), que posee ingresos recurrentes y estables, se observa que su intervalo de confianza es sumamente estrecho (USD 3.497.616 a USD 5.779.635). El MVEI demuestra empíricamente que comprimir la incertidumbre en una estimación determinística destruye información crítica: el DCF oculta la extrema sensibilidad del sector industrial frente al ciclo económico, mientras que el abordaje estocástico la expone

de manera explícita como una métrica de riesgo fundamental.

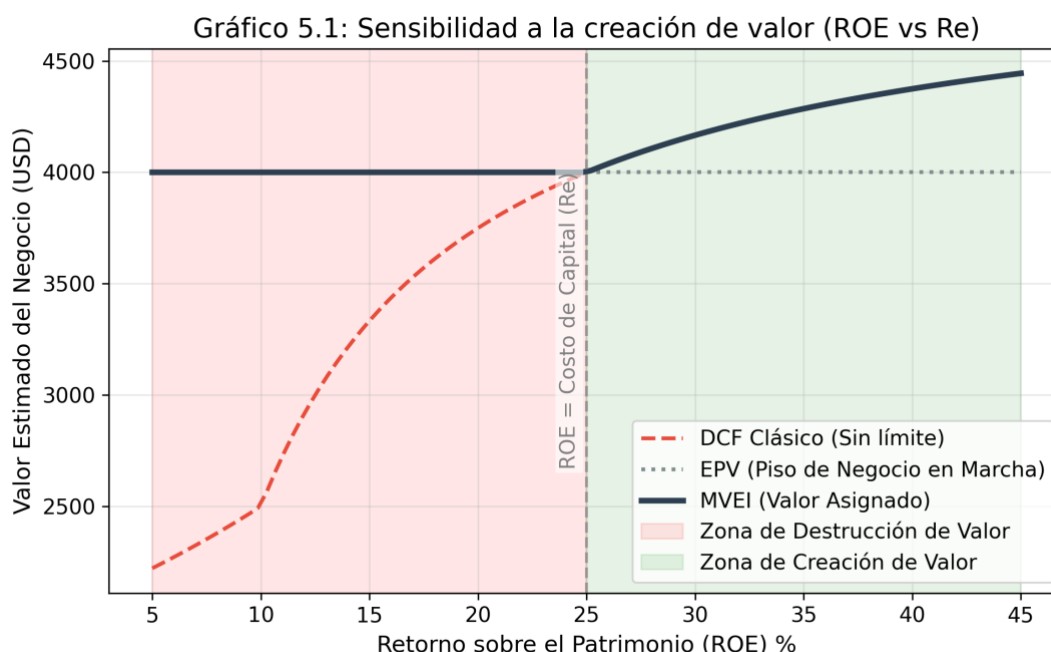
5.4. Análisis de sensibilidad paramétrica (ceteris paribus)

Para comprobar la estabilidad matemática de la arquitectura del MVEI, se procede a aislar sus variables clave en un entorno de simulación abstracta, demostrando cómo el algoritmo responde frente a escenarios de estrés donde los modelos tradicionales fallan.

5.4.1. Sensibilidad a la creación de valor y asignación de capital (ROE)

La relación entre el Retorno sobre el Patrimonio (ROE) y el Costo de Capital (Re) define si el crecimiento es beneficioso o destructivo. El siguiente gráfico modela una empresa teórica aislando la variación del ROE frente a un Re constante.

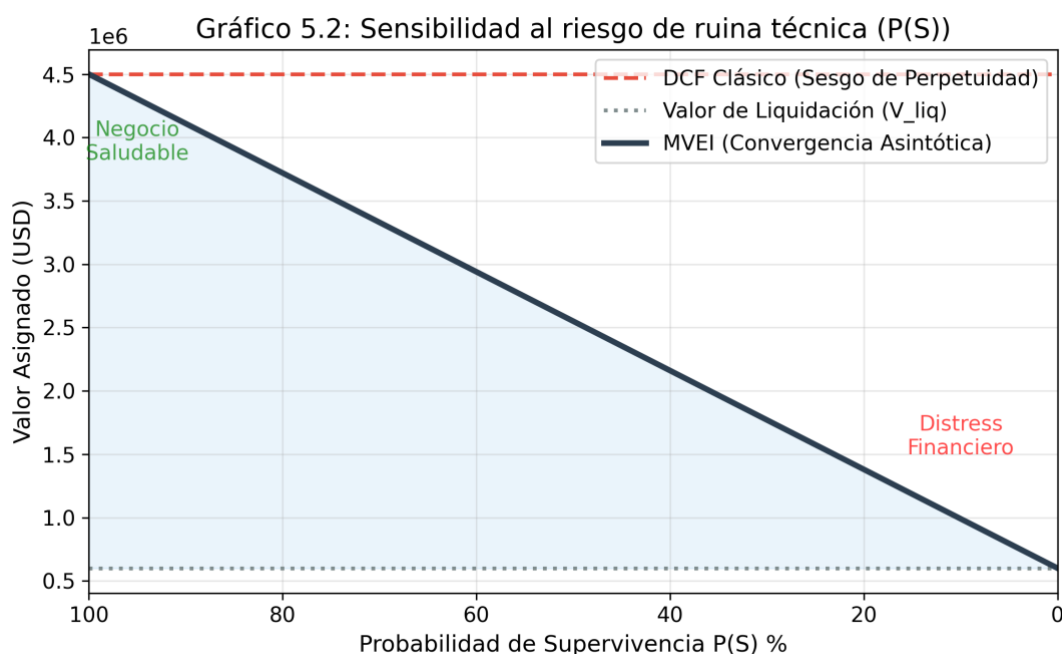
El gráfico 5.1 demuestra visualmente la resiliencia del MVEI frente a los fallos del descuento tradicional. Cuando el ROE se encuentra a la izquierda de la tasa de corte ($ROE < Re$), el DCF clásico colapsa, asumiendo mecánicamente que la empresa destruye valor al retener flujos para crecer. El MVEI, en cambio, activa el piso de racionalidad del *Earnings Power Value* (EPV), modelando una respuesta gerencial óptima donde se detiene la expansión ineficiente. Una vez que el ROE supera el costo de capital, el MVEI acompaña la creación de valor acoplándose al crecimiento.



5.4.2. Sensibilidad al riesgo de ruina técnica y convergencia a liquidación (P(S))

La incorporación del modelo logit permite abandonar el sesgo de perpetuidad. El gráfico 5.2 aísla la Probabilidad de Supervivencia (P(S)) evaluando el colapso gradual de una firma.

A medida que la salud financiera se deteriora, el DCF clásico se mantiene inalterable, completamente ciego ante el riesgo de insolvencia inminente. El MVEI, por el contrario, despliega un descenso asintótico controlado: a medida que el riesgo aumenta, el motor estocástico castiga progresivamente el valor de los flujos futuros hasta hacer que el valor intrínseco converja de forma suave hacia el Valor de Liquidación forzosa, reflejando la realidad económica del *distress* empresarial.



5.4.3. Sensibilidad a la normalización operativa (*garbage in, garbage out*)

Finalmente, el modelo es altamente dependiente de la calidad paramétrica de la Fase 0 (Normalización). Tomando como base empírica el Caso 2 (industria metalúrgica), el costo de reemplazo del *management* propietario se estimó en USD 172.339 anuales.

Si en el proceso de *due diligence* el analista subestimara este costo de mercado en un 30%, asumiendo gerentes más económicos, el flujo operativo normalizado se inflaría artificialmente, desplazando toda la distribución de densidad de la simulación hacia la derecha y sobrevaluando gravemente a la empresa. Por el contrario, si se

requiriera un equipo gerencial un 30% más costoso, la capacidad real de generación de flujos colapsaría, acercando la mediana estocástica peligrosamente a la zona de destrucción de valor. Esta sensibilidad paramétrica comprueba que la automatización computacional no exime al profesional del rigor técnico al momento de normalizar la contabilidad histórica del activo bajo análisis.

CAPÍTULO 6:

CONCLUSIONES

6.1. Síntesis y Cumplimiento de Objetivos

El trabajo partió de un diagnóstico: las herramientas de valuación ortodoxas, diseñadas para mercados públicos eficientes, resultan estructuralmente deficientes al aplicarse a SMBs de capital cerrado. El objetivo general fue desarrollar un framework que mitigara esas deficiencias y evaluar su robustez frente a las estimaciones puntuales de los modelos determinísticos. El diseño del Modelo de Valuación Estocástica Integrada (MVEI) cumplió ese objetivo, y los cuatro objetivos específicos encuentran respuesta en la evidencia de los tres casos.

El primer objetivo buscaba determinar en qué medida la normalización del beneficio operativo modifica la estimación de la capacidad real de generación de flujos. La evidencia es categórica. En la empresa de telecomunicaciones, el ajuste por retribución del propietario elevó el resultado operativo de USD 663.716 a USD 843.716; en la metalúrgica, la corrección de los retiros de los tres socios y la depuración de gastos personales llevaron el EBIT reportado de USD 703.902 a USD 1.528.536, más del doble del valor contable. La normalización no es un ajuste marginal: define la base sobre la que se capitaliza todo el valor, y su omisión habría producido estimaciones sesgadas desde el origen (Hitchner, 2011).

El segundo objetivo apuntaba a analizar el impacto de sustituir el beta de mercado por el Total Beta sobre la tasa de descuento y el valor, cuantificando la divergencia respecto del CAPM estándar. En la metalúrgica argentina, el Total Beta sectorial de 4,80 determinó un costo del capital propio del 24,77%, muy por encima de la tasa que habría arrojado el CAPM bajo el supuesto de diversificación plena, cuya divergencia se cuantifica en el Capítulo 5. Incorporar una tasa subestimada en el denominador de un modelo de perpetuidad habría inflado el valor y trasladado al inversor privado un riesgo idiosincrático no compensado. El Total Beta corrige ese desajuste y reconoce lo que efectivamente cuesta el capital de una firma concentrada en un único activo (Damodaran, 2002).

El tercer objetivo procuraba evaluar en qué medida el módulo de insolvencia continuo corrige el sesgo de perpetuidad de los modelos de negocio en marcha. El caso

sintético lo expone con nitidez. Con un valor de liquidación de USD 342.500 superior a las dos medidas de continuidad, el modelo no devuelve ese valor: la probabilidad de supervivencia del 99,16% que arroja el logit de Altman y Sabato mantiene a la firma operando, y sólo el deterioro financiero la acercaría a la liquidación. El sesgo de perpetuidad se reemplaza por una convergencia gradual gobernada por el riesgo de ruina, y no por el supuesto de continuidad indefinida (Altman y Sabato, 2007).

El cuarto objetivo buscaba contrastar los rangos probabilísticos de la simulación con las estimaciones puntuales de los modelos de base. El contraste entre los dos casos reales resuelve la pregunta. La empresa de telecomunicaciones, con ingresos recurrentes y rentabilidad holgada, produjo un intervalo estrecho cuyo extremo superior apenas supera en 1,6 veces al inferior; la metalúrgica, cíclica y con rentabilidad ajustada sobre un costo de capital elevado, produjo un intervalo cuyo extremo superior lo multiplica por sesenta. Un descuento de flujos puntual habría informado una cifra única en ambos casos, ocultando esa diferencia de riesgo. La simulación la expone como una métrica explícita.

La hipótesis sostenía que la integración de la normalización, el Total Beta y la simulación de Monte Carlo produce estimaciones más robustas que el DCF determinístico, y que esa ventaja se vuelve más evidente en escenarios extremos. La evidencia la respalda en un sentido preciso. La robustez no se manifiesta como una mayor exactitud puntual, que el diseño por casos no permite establecer, sino como resiliencia ante condiciones que quiebran los supuestos determinísticos: el modelo no se vuelve explosivo ni colapsa a cero, sino que traduce el estrés en un rango. El intervalo extremo de la metalúrgica y el tratamiento de la trampa de valor en el caso sintético son las dos manifestaciones de esa robustez, y ambas corresponden a los escenarios extremos que anticipaba la hipótesis. La validación confirma la consistencia interna del simulador y su superioridad conceptual sobre la estimación puntual.

El aporte del trabajo se define sobre la brecha identificada en el planteamiento. La literatura había resuelto cada uno de los cuatro problemas de forma aislada, pero no se identificó un modelo que los integrara simultáneamente dentro de un único framework aplicable a empresas de capital cerrado. El MVEI cubre esa brecha: reúne en una sola arquitectura la corrección del costo de capital del inversor no diversificado, el acotamiento del crecimiento terminal, la penalización del sesgo de supervivencia y la incorporación de un piso de valor, y produce una distribución de probabilidad en lugar de un número que aparenta una precisión que el segmento no

admite.

6.2. Implicancias Profesionales en el Middle Market

El principal aporte de este simulador trasciende el ámbito académico para insertarse directamente en la práctica profesional de Fusiones y Adquisiciones (M&A). El MVEI proporciona a consultores, adquirentes y fundadores de empresas una herramienta automatizada que traduce la incertidumbre en rangos de probabilidad concretos.

Esto previene la sobrevaluación sistémica que destruye capital para los inversores, al mismo tiempo que otorga a los dueños de SMBs expectativas de precio fundamentadas en el riesgo real de su operación. Al estandarizar el ajuste por iliquidez y riesgo de supervivencia, el modelo facilita procesos de negociación y debida diligencia (*due diligence*) más transparentes, eficientes y anclados en la realidad económica del *middle market*.

6.3. Limitaciones del Modelo

En pos del rigor académico, es imperativo reconocer las limitaciones inherentes al diseño del simulador propuesto. Para mantener la parsimonia computacional, el algoritmo asume una política de retención de utilidades rígida, omitiendo ajustes endógenos del *management* frente a crisis de liquidez o shocks en la rentabilidad marginal.

Adicionalmente, la elección de una distribución Normal para el flujo operativo permite modelar años de pérdidas severas, pero al interactuar con un horizonte de un período (1-Step), el modelo capitaliza esos shocks estáticos a perpetuidad. Para evitar valuaciones operativas negativas incongruentes con el principio de responsabilidad limitada, el MVEI impone un piso matemático estricto en cero. Como corolario de esta arquitectura, la condición de “ruina técnica discreta” (consumo total del patrimonio histórico por un solo shock) resulta un evento de probabilidad casi nula en empresas capitalizadas, quedando la captura de la insolvencia delegada en su totalidad al modelo logístico continuo sobre el balance estresado.

Por otra parte, la validación empírica presenta una limitación en la calidad de uno de sus insumos. En el Caso 1, el costo de reemplazo del propietario fue provisto por la

dirección de la empresa y no contrastado contra una fuente salarial independiente, dada la naturaleza regional del rol. Como la normalización del beneficio es altamente sensible a ese parámetro, un costo de reemplazo subestimado desplazaría la distribución de valor al alza; el resultado de ese caso debe leerse teniendo presente esa dependencia.

Una limitación adicional surge del tratamiento del riesgo país. El modelo no incorpora una prima de riesgo soberano aditiva, sino que concentra la corrección del costo de capital en el riesgo no diversificable del inversor a través del Total Beta. En contextos de spread soberano elevado, esta omisión podría conducir a una sobreestimación del valor, en la línea de lo advertido por Pereiro (2002) para la práctica de valuación latinoamericana. El efecto se ve atenuado en el caso de la metalúrgica argentina, donde el Total Beta impone por sí solo una tasa de descuento del 24,77% que castiga el valor de forma conservadora, pero la incorporación explícita del riesgo soberano permanece como una extensión natural del framework, retomada en el apartado siguiente.

6.4. Futuras Líneas de Investigación

El desarrollo de este *framework* algorítmico establece una base sólida que invita a expansiones tecnológicas y financieras. Futuras iteraciones del simulador podrían integrar modelos de aprendizaje automático (*Machine Learning*) para clasificar dinámicamente el perfil de riesgo sectorial sin depender de bases de datos estáticas.

Adicionalmente, la incorporación de un módulo de simulación de endeudamiento dinámico permitiría evaluar cómo las reestructuraciones de deuda impactan en la probabilidad de supervivencia asintótica bajo distintos escenarios de estrés macroeconómico.

En tercer lugar, el framework admite la incorporación explícita del riesgo soberano, hoy excluido del costo de capital. Una extensión natural consiste en descomponer la prima de riesgo país en su spread de default y su prima de volatilidad relativa, e integrarla mediante un coeficiente de exposición sectorial siguiendo a Damodaran (2003) y Pereiro (2002), lo que permitiría calibrar el modelo para inversores sin acceso a diversificación internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Abudy, M., Benninga, S. y Shust, E. (2016). The cost of equity for private firms. *Journal of Corporate Finance*, 37, 431–443.
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), 589–609. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00843.x>
- Altman, E. I. y Sabato, G. (2007). Modelling credit risk for SMEs: Evidence from the US market. *Abacus*, 43(3), 332–357. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6281.2007.00234.x>
- Altman, E. I., Sabato, G. y Wilson, N. (2010). The value of non-financial information in small and medium-sized enterprise risk management. *The Journal of Credit Risk*, 6(2), 1–33.
- Boyle, P. P. (1977). Options: A Monte Carlo approach. *Journal of Financial Economics*, 4(3), 323–338.
- Copeland, T. y Antikarov, V. (2001). *Real options: A practitioner's guide*. Texere.
- Damodaran, A. (2002). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (2.^a ed.). John Wiley & Sons.
- Damodaran, A. (2003). Country risk and company exposure: Theory and practice. *Journal of Applied Finance*, 13(2), 63–76.
- Damodaran, A. (2005). Marketability and value: Measuring the illiquidity discount. *New York University Stern School of Business Working Paper*.
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (3.^a ed.). John Wiley & Sons.
- Damodaran, A. (2026). *Betas by Sector y Total Beta by Sector* [Conjunto de datos]. Stern School of Business, New York University. <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar>
- Dixit, A. K. y Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*. Princeton University Press.
- Gordon, M. J. y Shapiro, E. (1956). Capital equipment analysis: The required rate of profit. *Management Science*, 3(1), 102–110. <https://doi.org/10.1287/mnsc.3.1.102>

- Graham, B. (1949). *The intelligent investor: A book of practical counsel*. Harper & Brothers.
- Greenwald, B. C., Kahn, J., Sonkin, P. D. y van Biema, M. (2001). *Value investing: From Graham to Buffett and beyond*. John Wiley & Sons.
- Hamada, R. S. (1972). The effect of the firm's capital structure on the systematic risk of common stocks. *The Journal of Finance*, 27(2), 435–452. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1972.tb00971.x>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Hitchner, J. R. (2011). *Financial valuation: Applications and models* (3.^a ed.). John Wiley & Sons.
- Koeplin, J., Sarin, A. y Shapiro, A. C. (2000). The private company discount. *Journal of Applied Corporate Finance*, 12(4), 94–101.
- Metropolis, N. y Ulam, S. (1949). The Monte Carlo method. *Journal of the American Statistical Association*, 44(247), 335–341. <https://doi.org/10.1080/01621459.1949.10483310>
- Mun, J. (2006). *Modeling risk: Applying Monte Carlo risk simulation, strategic real options, stochastic forecasting, and portfolio optimization*. John Wiley & Sons.
- Pereiro, L. E. (2002). *Valuation of companies in emerging markets: A practical approach*. John Wiley & Sons.
- Pereiro, L. E. (2006). The practice of investment valuation in emerging markets: Evidence from Argentina. *Journal of Multinational Financial Management*, 16(2), 160–183.
- Pratt, S. P. y Niculita, A. V. (2008). *Valuing a business: The analysis and appraisal of closely held companies* (5.^a ed.). McGraw-Hill.
- Rava Bursátil. (2025). *Cotización histórica del dólar oficial (BNA) al 31 de diciembre de 2025* [Conjunto de datos]. <https://www.rava.com/cotizaciones/historico/dolar-oficial/2025/12/31>
- Randstad. (2026). *Reporte salarial enero 2026*. Randstad Argentina. <https://tendenciasytalento.randstad.com.ar/hubfs/Reporte%20Salarial/Reporte-Salarial-enero2026-Randstad-Argentina.pdf>
- Silber, W. L. (1991). Discounts on restricted stock: The impact of illiquidity on stock

prices. *Financial Analysts Journal*, 47(4), 60–64.

Anexos

Anexo 1 - Algoritmo integral de valuación estocástica MVEI

ENTRADAS:

* Contables: Activos, Pasivos, Patrimonio, Deuda Financiera, Deuda a Corto Plazo, Capital de Trabajo, Ganancias Retenidas, Caja, CxC, Inventario, PP&E.

* Resultados: EBIT Reportado, D&A, Intereses, Tasa Impositiva (T).

* Normalización: Salario Propietario, Salario Mercado, Gastos Personales.

* Parámetros: Tasa de Reinversión (b), Sector, Región.

* Simulador: Iteraciones N = 10.000.

SALIDAS: Rango probabilístico (Mediana, P5, P95) y Valores Determinísticos (V_liq, EPV, DCF).

// FASE 0: Normalización del Flujo Operativo

1. CALCULAR EBIT_Ajustado = EBIT_Reportado + (Salario_Propietario - Salario_Mercado) + Gastos_Personales.

2. CALCULAR EBITDA_Ajustado = EBIT_Ajustado + D&A.

// FASE 1: Calibración del Costo de Capital (Enfoque Total Beta)

3. OBTENER Beta_Desapalancada, Correlación_Mercado (R) y Volatilidad_Operativa (CV) del sector.

4. OBTENER Tasa Libre de Riesgo (Rf) y Prima de Riesgo de Mercado (ERP).

5. CALCULAR Ratio Deuda/Patrimonio estático.

6. CALCULAR Beta_Apalancada = Beta_Desapalancada * [1 + (1 - T) * Ratio_Deuda_Patrimonio].

7. CALCULAR Total_Beta = Beta_Apalancada / Correlación_Mercado.

8. CALCULAR Costo de Capital (Re) = $R_f + (Total_Beta * ERP)$.

// FASE 2: Delimitación de Escenarios Base

9. CALCULAR Valor de Liquidación (V_{liq}) = $\max(0, Activos_Liquidados_con_Descuento - Pasivos_Totales)$.

10. CALCULAR Rentabilidad Base (ROE).

11. CALCULAR Crecimiento Base (g) = $\min(b * ROE, R_f)$.

12. SI ($b * ROE > R_f$) ENTONCES $b_{effective} = g / ROE$ SINO $b_{effective} = b$.

13. CALCULAR Utilidad_Neta_Base = $(EBIT_Ajustado - Intereses) * (1 - T)$;
CALCULAR Valor de Generación de Ganancias (EPV) = $Utilidad_Neta_Base / Re$.

14. CALCULAR Valor DCF Perpetuo = $[Utilidad_Neta_Base * (1 - b_{effective})] / (Re - g)$.

// FASE 3: Integración Contable-Estocástica (Monte Carlo)

15. CONFIGURAR Distribución Normal para $EBIT_Ajustado$ usando Volatilidad_Operativa.

16. CONFIGURAR Distribución Normal Truncada para Re (Límite inferior = R_f).

17. INICIALIZAR Vector Resultados de tamaño N.

18. PARA $i = 1$ HASTA N HACER:

19. MUESTREAR $EBIT_i$ y Re_i .

20. CALCULAR $Utilidad_Neta_i = (EBIT_i - Intereses) * (1 - T)$.

21. CALCULAR $Flujo_Retenido_i = Utilidad_Neta_i * b$.

22. ACTUALIZAR $Patrimonio_i = Patrimonio_Inicial + Flujo_Retenido_i$.

23. SI $Patrimonio_i \leq 0$ ENTONCES: // Ruina Técnica

24. ESTABLECER Probabilidad de Supervivencia $P(S)_i = 0$.

25. ASIGNAR $Valor_i = V_{liq}$.

26. SINO: // Negocio en Marcha
27. ACTUALIZAR Pasivos_i, Activos_i, Deuda_Corto_Plazo_i, Caja_i y Retenidas_i iterativos manteniendo estructura constante.
28. CALCULAR $X1 = (EBIT_i + D\&A) / Activos_i$.
29. CALCULAR $X2 = Deuda_Corto_Plazo_i / Patrimonio_i$.
30. CALCULAR $X3 = Retenidas_i / Activos_i$.
31. CALCULAR $X4 = Caja_i / Activos_i$.
32. SI Intereses ≤ 0 ENTONCES $X5 = 30.0$ SINO $X5 = \min((EBIT_i + D\&A) / Intereses, 30.0)$.
33. CALCULAR Log-Odds (L) = $-4.28 - 0.18 * X1 + 0.01 * X2 - 0.08 * X3 - 0.02 * X4 - 0.19 * X5$.
34. CALCULAR Probabilidad de Default $PD_i = 1 / (1 + \exp(-L))$.
35. CALCULAR $P(S)_i = 1 - PD_i$.
36. CALCULAR $ROE_i = Utilidad_Neta_i / Patrimonio_i$.
37. CALCULAR $g_i = \min(b * ROE_i, Rf)$.
38. SI $(b * ROE_i > Rf)$ ENTONCES $b_effective_i = g_i / ROE_i$ SINO $b_effective_i = b$.
39. CALCULAR $EPV_iterativo = Utilidad_Neta_i / Re_i$.
40. CALCULAR $DCF_iterativo = [Utilidad_Neta_i * (1 - b_effective_i)] / (Re_i - g_i)$.
41. CALCULAR $Valor_Going_Concern_i = \max(DCF_iterativo, EPV_iterativo, 0)$.
42. ENSAMBLAR $Valor_i = [P(S)_i * Valor_Going_Concern_i] + [(1 - P(S)_i) * V_liq]$.
43. FIN SI.

44. ALMACENAR Valor_i en Resultados.

45. FIN PARA.

46. CALCULAR Mediana, Percentil 5 y Percentil 95 del vector Resultados.

47. RETORNAR métricas y valores determinísticos.

Nota. Representación algorítmica simplificada del motor de cálculo del Modelo de Valuación Estocástica Integrada (MVEI). Conforme a la Declaración de Propiedad Tecnológica estipulada en el presente trabajo, se omiten deliberadamente los fragmentos de código fuente ejecutable, las rutinas de extracción de datos de APIs externas y la lógica de integración del entorno web. Esta abstracción metodológica tiene el propósito estricto de enfocar el análisis en la arquitectura lógico-financiera del modelo, preservando simultáneamente el secreto industrial y la propiedad intelectual asociada a la plataforma tecnológica subyacente.

Anexo 2 - EMBI Damodaran

Nota metodológica y automatización de datos: Los parámetros macroeconómicos correspondientes a la tasa libre de riesgo (R_f) y las primas de riesgo de mercado (ERP) aplicados en los escenarios base determinísticos de esta investigación son consumidos y actualizados de manera dinámica por el módulo de extracción automatizada (scraper) de la plataforma MVEI. El algoritmo procesa directamente las matrices globales provistas por el Prof. Aswath Damodaran (Stern School of Business, New York University).

Con el propósito de asegurar la consistencia y reproducibilidad académica de las valuaciones estáticas presentadas en el Capítulo 4 frente a las actualizaciones continuas de la fuente original, se deja constancia de que los datos corresponden a la fotografía de la base de datos congelada en la versión utilizada de enero de 2026.



ctryprem.xlsx

Enlace de origen de datos de mercado (ERP / CRP):

<https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/ctryprem.xlsx>

Anexo 3 - Beta por Región Damodaran

Nota metodológica y automatización de datos: Los coeficientes de riesgo sectorial, que comprenden las betas desapalancadas (β_U) y los coeficientes de correlación lineal (R^2) necesarios para la determinación del Total Beta en el segmento de empresas cerradas, son extraídos en tiempo real por el sistema operativo de la plataforma desde los repositorios de la NYU Stern School of Business.

Debido a que la fuente académica sobrescribe los archivos originales con frecuencia anual, los cálculos del presente informe técnico se han estructurado sobre un corte transversal estático, garantizando la trazabilidad matemática con la **versión utilizada de enero de 2026**.

A los fines de auditoría externa, el acceso al repositorio general del autor y la sección específica consumida automáticamente por el framework MVEI se detalla a continuación:

- **Portal de Referencia Institucional (Prof. Aswath Damodaran):** <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
- **Ruta de acceso en entorno web:** Sección *Data* → *Current Numbers* → matrices correspondientes a "**Total Beta by Industry Sector**" para la región de Mercados Emergentes (*Emerging Markets*).



betaIndia.xlsx



betaGlobal.xlsx



betaEurope.xlsx



betaemerg.xls



betaChina.xlsx



betas.xlsx

Anexo 4 - Caso 1, telecom

Datos de la Empresa

Balance General

Activos Totales

1,729,149

Pasivos Totales

904,485

Patrimonio Neto

824,684

Deuda Financiera Total (Corto+Largo)

0

Deuda Financiera de Corto Plazo

0

Capital de Trabajo

824,684

Ganancias Retenidas

824,684

Activos de Liquidación

Efectivo y Equivalentes

702,963

Cuentas por Cobrar

1,026,186

Inventario

0

Propiedad, Planta y Equipo (PP&E)

0

Estado de Resultados

EBIT Reportado

663,716

Depreciación y Amortización (D&A)

0

Gastos por Intereses

0

Tasa Impositiva (%)

21

Ajustes de Propietario (Normalización)

Salario Actual del Propietario

300,000

Salario de Mercado para un Gerente

120,000

Gastos Personales Imputados

0

Crecimiento y Reinversión

Tasa de Reinversión (b)

0.8

Parámetros del Sector y Mercado

Sector Industrial

Telecom. Services

Región (Datos Damodaran)

Estados Unidos

Ejecutar Valuación

Resultados

50%60%70%80%90%95%99%

Valor Mediano MVEI

\$4,488,349.85

90% Intervalo de Confianza

\$3,497,616.90 - \$5,779,635.89

Valor de Liquidación

\$568,137.50

Valor de Generación de Ganancias (EPV)

\$3,708,940.53

DCF con Crecimiento Perpetuo

\$4,672,425.35

Desarrollo Matemático (Paso a Paso)

Distribución de Probabilidad MVEI

600n

500n

400n

300n

200n

100n

0

3M

4M

5M

6M

7M

8M

ps

Mediana

p95

Densidad de Probabilidad

Valuación (USD)

Football Chart - Comparación de Valuación

6M

5M

4M

3M

2M

1M

0

MVEI (Mediana)

Liquidación

EPV

DCF

Modelo

Valor (USD)

Page | 61

Desarrollo Matemático (Paso a Paso)

Fase 0: Normalización de Resultados

EBIT Ajustado (EBIT_{adj}): $EBIT_{adj} = EBIT_{rep} + (\text{Owner Salary} - \text{Market Salary}) + \text{Personal Expenses}$ $EBIT_{adj} = 663,716.00 + (300,000.00 - 120,000.00) + 0.00 = 843,716.00$

EBITDA Ajustado (EBITDA_{adj}): $EBITDA_{adj} = EBIT_{adj} + D\&A$ $EBITDA_{adj} = 843,716.00 + 0.00 = 843,716.00$

Fase 1: Calibración del Costo de Capital

Relación Deuda/Patrimonio (D/E): $D/E = \frac{\text{Total Financial Debt}}{\text{Shareholders' Equity}}$ $D/E = \frac{0.00}{824,684.00} = 0.0000$

Beta Apalancada (β_L): $\beta_L = \beta_U \times [1 + (1 - T) \times D/E]$ $\beta_L = 0.3815 \times [1 + (1 - 0.2100) \times 0.0000] = 0.3815$

Beta Total (β_{total}): $\beta_{total} = \frac{\beta_L}{\sqrt{R_e}}$ $\beta_{total} = \frac{0.3815}{\sqrt{0.0144}} = 3.1846$

Costo del Patrimonio (R_e): $R_e = R_f + (\beta_{total} \times ERP)$ $R_e = 4.50\% + (3.1846 \times 4.23\%) = 17.97\%$

Fase 2: Modelo Logit de Altman & Sabato (2007)

Cálculo de Ratios:

- $X_1 = \frac{EBITDA_{adj}}{Assets} = \frac{843,716.00}{1,729,149.00} = 0.4879$
- $X_2 = \frac{Short-Term Debt}{Equity} = \frac{0.00}{824,684.00} = 0.0000$
- $X_3 = \frac{Retained Earnings}{Assets} = \frac{824,684.00}{1,729,149.00} = 0.4769$
- $X_4 = \frac{Cash}{Assets} = \frac{702,963.00}{1,729,149.00} = 0.4065$
- $X_5 = \min\left(\frac{EBITDA_{adj}}{Interest Expense}, 30.0\right) = 30.0000$

Log-Odds (L): $L = -4.28 - 0.18X_1 + 0.01X_2 - 0.08X_3 - 0.02X_4 - 0.19X_5$ $L = -4.28 - 0.18(0.4879) + 0.01(0.0000) - 0.08(0.4769) - 0.02(0.4065) - 0.19(30.0000) = -10.1141$

Probabilidad de Default (PD): $PD = \frac{1}{1+e^{-L}}$ $PD = \frac{1}{1+e^{10.1141}} = 0.00\%$

Probabilidad de Supervivencia ($P(S)$): $P(S) = 1 - PD = 100.00\%$

Fase 3: Modelos de Valuación

Valor de Liquidación (V_{liq}): $V_{liq} = \max(0, \text{Cash} \times 1.0 + AR \times 0.75 + \text{Inventory} \times 0.50 + PP\&E \times 0.30 - \text{Total Liabilities})$

$V_{liq} = \max(0, 702,963.00 \times 1.0 + 1,026,186.00 \times 0.75 + 0.00 \times 0.50 + 0.00 \times 0.30 - 904,465.00) = 568,137.50$

Utilidad Neta (Beneficio del Propietario): $\text{Net Income} = (EBIT_{adj} - \text{Interest Expense}) \times (1 - T)$ $\text{Net Income} = (843,716.00 - 0.00) \times (1 - 0.21) = 666,535.64$

Valor de Generación de Ganancias (EPV) (EPV): $EPV = \frac{\text{Net Income}}{R_e} = \frac{666,535.64}{0.1797} = 3,708,940.53$

DCF con Crecimiento Perpetuo (DCF):

- Retorno sobre el Patrimonio (ROE): $ROE = \frac{\text{Net Income}}{Equity} = \frac{666,535.64}{824,684.00} = 80.82\%$
- Tasa de Reinversión Efectiva (b_{effective}): $b_{effective} = 5.57\% \implies g = 4.50\%$
- Cálculo de DCF Puro: $DCF_{pure} = \frac{\text{Net Income} \times (1 - b_{effective})}{R_e - g}$ $DCF_{pure} = \frac{666,535.64 \times (1 - 5.57\%)}{17.97\% - 4.50\%} = 4,672,425.35$
- Piso Económico del Negocio en Marcha (Racionalidad de Asignación de Capital): $\text{Value}_{GC} = \max(DCF_{pure}, EPV) = \max(4,672,425.35, 3,708,940.53) = 4,672,425.35$

Fase 4: Integración Estocástica MVEI

Volatilidad Operativa (σ_{op}): $\sigma_{op} = EBIT_{adj} \times CV_{sector}$ $\sigma_{op} = 843,716.00 \times 9.46\% = 79,797.96$

Formulación de Parámetros Estocásticos:

- Distribución de EBIT (Normal): $EBIT_i \sim \mathcal{N}(\mu = EBIT_{adj}, \sigma = \sigma_{op})$ $EBIT_i \sim \mathcal{N}(843,716.00, 79,797.96)$
- Distribución del Costo del Patrimonio (Cost of Equity) (Truncated Normal): $R_{e,i} \sim \text{TruncNormal}(R_e = 17.97\%, \sigma_{R_e} = 1.50\%, \text{lower} = R_f)$

Ensamble Iterativo (por simulación): $\text{Value}_i = P(S)_i \times \max(DCF_i, EPV_i) + (1 - P(S)_i) \times V_{liq}$

Valuación Base (Valuation_{base}): $\text{Valuation}_{base} = P(S) \times \text{Valor de Empresa en Marcha} + (1 - P(S)) \times V_{liq}$ $\text{Valuation}_{base} = 1.0000 \times 4,672,425.35 + (1 - 1.0000) \times 568,137.50$

$\text{Valuation}_{base} = 1.0000 \times 4,672,425.35 + 0.0000 \times 568,137.50 = 4,672,259.12$

Resultado de la Simulación (10,000 iteraciones):

- MVEI ejecuta 10,000 simulaciones de Monte Carlo modelando la variabilidad de EBIT y R_e .
- Valor Mediano MVEI: 4,488,349.85

Anexo 5 – Detalle Salarial Randstad

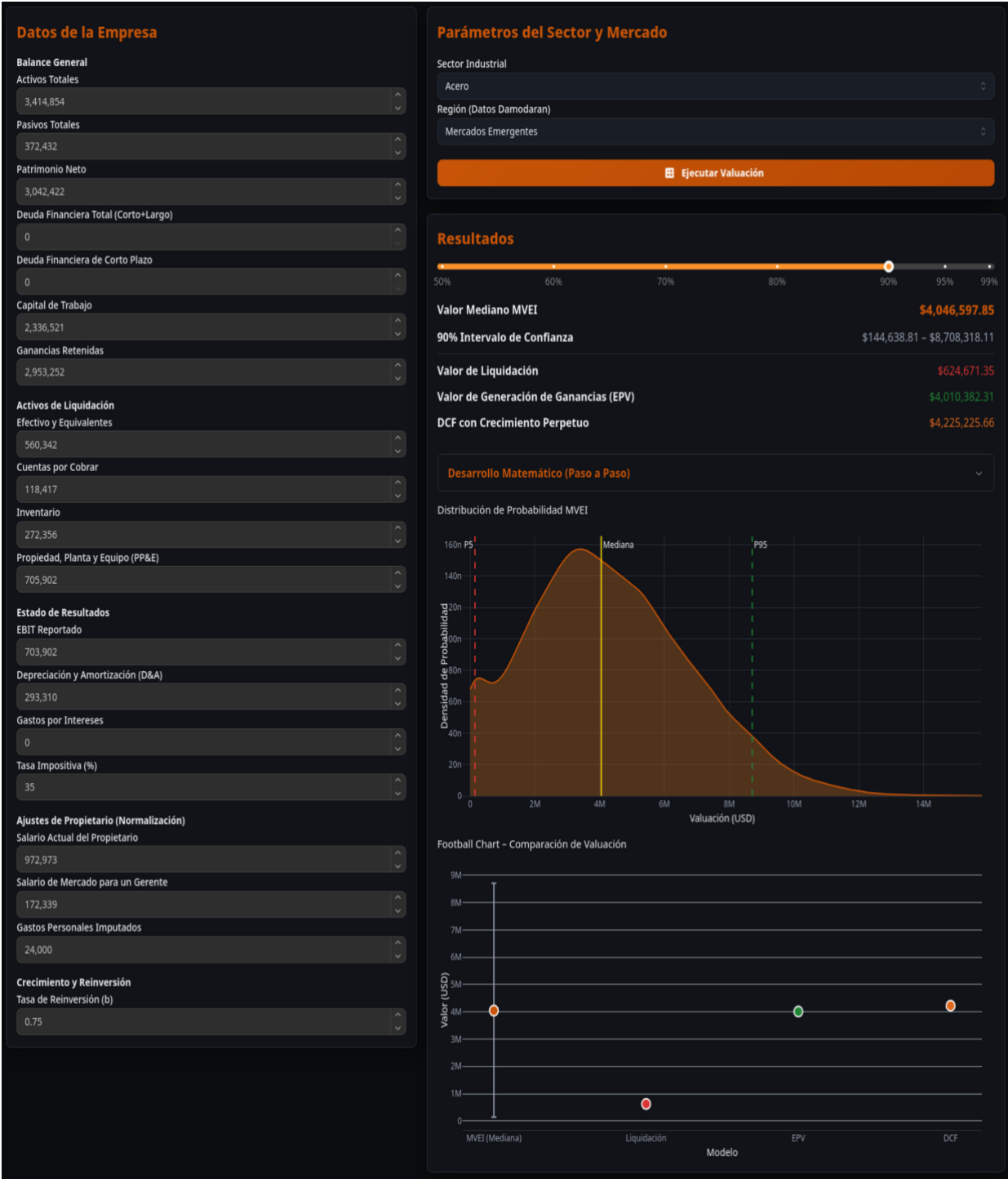
Grafico A5.1

Posición (Randstad ene-2026 · Manufactura · Buenos Aires)	Banda mensual ARS (mín-máx)	Mínimo tomado (ARS)	Anual USD (×12 ÷ 1.480)
Gerente de Planta (operaciones)	8.241.946 – 13.525.244	8.241.946	66.826
Gerente de Administración y Finanzas	7.551.469 – 10.943.884	7.551.469	61.228
Gerente Comercial	5.461.805 – 9.136.850	5.461.805	44.285
Total costo de reemplazo			172.339

Notas al pie:

- Valores del *Reporte Salarial enero 2026* de Randstad Argentina, industria Manufactura, región Buenos Aires.
- Se adoptó el límite inferior de cada banda, criterio consistente con la estructura gerencial magra de una PyME familiar.
- Montos anualizados (×12) y convertidos a dólares al tipo de cambio oficial (BNA) del 31 de diciembre de 2025: ARS 1.480 por USD (Rava Bursátil, 2025).

Anexo 6 - Caso 2, metalurgia



Desarrollo Matemático (Paso a Paso)

Fase 0: Normalización de Resultados

EBIT Ajustado (EBIT_{adj}): $EBIT_{adj} = EBIT_{rep} + (\text{Owner Salary} - \text{Market Salary}) + \text{Personal Expenses}$ $EBIT_{adj} = 703,902.00 + (972,973.00 - 172,339.00) + 24,000.00 = 1,528,536.00$

EBITDA Ajustado (EBITDA_{adj}): $EBITDA_{adj} = EBIT_{adj} + D\&A$ $EBITDA_{adj} = 1,528,536.00 + 293,310.00 = 1,821,846.00$

Fase 1: Calibración del Costo de Capital

Relación Deuda/Patrimonio (D/E): $D/E = \frac{\text{Total Financial Debt}}{\text{Shareholders' Equity}}$ $D/E = \frac{0.00}{3,042,422.00} = 0.0000$

Beta Apalancada (β_L): $\beta_L = \beta_U \times [1 + (1 - T) \times D/E]$ $\beta_L = 0.9301 \times [1 + (1 - 0.3500) \times 0.0000] = 0.9301$

Beta Total (β_{total}): $\beta_{total} = \frac{\beta_L}{\sqrt{R^2}}$ $\beta_{total} = \frac{0.9301}{\sqrt{0.0377}} = 4.7930$

Costo del Patrimonio (R_e): $R_e = R_f + (\beta_{total} \times ERP)$ $R_e = 4.50\% + (4.7930 \times 4.23\%) = 24.77\%$

Fase 2: Modelo Logit de Altman & Sabato (2007)

Cálculo de Ratios:

- $X_1 = \frac{EBITDA_{adj}}{\text{Assets}} = \frac{1,821,846.00}{3,414,854.00} = 0.5335$
- $X_2 = \frac{\text{Short-Term Debt}}{\text{Equity}} = \frac{0.00}{3,042,422.00} = 0.0000$
- $X_3 = \frac{\text{Retained Earnings}}{\text{Assets}} = \frac{2,923,252.00}{3,414,854.00} = 0.8648$
- $X_4 = \frac{\text{Cash}}{\text{Assets}} = \frac{560,342.00}{3,414,854.00} = 0.1641$
- $X_5 = \min\left(\frac{EBITDA_{adj}}{\text{Interest Expense}}, 30.0\right) = 30.0000$

Log-Odds (L): $L = -4.28 - 0.18X_1 + 0.01X_2 - 0.08X_3 - 0.02X_4 - 0.19X_5$ $L = -4.28 - 0.18(0.5335) + 0.01(0.0000) - 0.08(0.8648) - 0.02(0.1641) - 0.19(30.0000) = -10.1485$

Probabilidad de Default (PD): $PD = \frac{1}{1+e^L}$ $PD = \frac{1}{1+e^{10.1485}} = 0.00\%$

Probabilidad de Supervivencia ($P(S)$): $P(S) = 1 - PD = 100.00\%$

Fase 3: Modelos de Valuación

Valor de Liquidación (V_{liq}): $V_{liq} = \max(0, \text{Cash} \times 1.0 + AR \times 0.75 + \text{Inventory} \times 0.50 + PP\&E \times 0.30 - \text{Total Liabilities})$

$V_{liq} = \max(0, 560,342.00 \times 1.0 + 118,417.00 \times 0.75 + 272,356.00 \times 0.50 + 705,902.00 \times 0.30 - 372,432.00) = 624,671.35$

Utilidad Neta (Beneficio del Propietario): $\text{Net Income} = (EBIT_{adj} - \text{Interest Expense}) \times (1 - T)$ $\text{Net Income} = (1,528,536.00 - 0.00) \times (1 - 0.35) = 993,548.40$

Valor de Generación de Ganancias (EPV) (EPV): $EPV = \frac{\text{Net Income}}{R_e} = \frac{993,548.40}{0.2477} = 4,010,382.31$

DCF con Crecimiento Perpetuo (DCF):

- Retorno sobre el Patrimonio (ROE): $ROE = \frac{\text{Net Income}}{\text{Equity}} = \frac{993,548.40}{3,042,422.00} = 32.66\%$
- Tasa de Reinversión Efectiva (b_effective): $b_{effective} = 13.78\% \implies g = 4.50\%$
- Cálculo de DCF Puro: $DCF_{pure} = \frac{\text{Net Income} \times (1 - b_{effective})}{R_e - g}$ $DCF_{pure} = \frac{993,548.40 \times (1 - 13.78\%)}{24.77\% - 4.50\%} = 4,225,225.66$
- Piso Económico del Negocio en Marcha (Racionalidad de Asignación de Capital): $\text{Value}_{GC} = \max(DCF_{pure}, EPV) = \max(4,225,225.66, 4,010,382.31) = 4,225,225.66$

Fase 4: Integración Estocástica MVEI

Volatilidad Operativa (σ_{op}): $\sigma_{op} = EBIT_{adj} \times CV_{sector}$ $\sigma_{op} = 1,528,536.00 \times 58.19\% = 889,519.58$

Formulación de Parámetros Estocásticos:

- Distribución de EBIT (Normal): $EBIT_i \sim \mathcal{N}(\mu = EBIT_{adj}, \sigma = \sigma_{op})$ $EBIT_i \sim \mathcal{N}(1,528,536.00, 889,519.58)$
- Distribución del Costo del Patrimonio (Cost of Equity) (Truncated Normal): $R_{e,i} \sim \text{TruncNormal}(R_e = 24.77\%, \sigma_{R_e} = 1.50\%, \text{lower} = R_f)$

Ensamble Iterativo (por simulación): $\text{Value}_i = P(S)_i \times \max(DCF_i, EPV_i) + (1 - P(S)_i) \times V_{liq}$

Valuación Base (Valuation_{base}): $\text{Valuation}_{base} = P(S) \times \text{Valor de Empresa en Marcha} + (1 - P(S)) \times V_{liq}$ $\text{Valuation}_{base} = 1.0000 \times 4,225,225.66 + (1 - 1.0000) \times 624,671.35$

$\text{Valuation}_{base} = 1.0000 \times 4,225,225.66 + 0.0000 \times 624,671.35 = 4,225,084.76$

Resultado de la Simulación (10,000 iteraciones):

- MVEI ejecuta 10,000 simulaciones de Monte Carlo modelando la variabilidad de EBIT y R_e .
- Valor Mediano MVEI: 4,046,597.85

Anexo 7 - Caso 3, autopartes sintético

Datos de la Empresa

Balance General

Activos Totales

2,500,000

Pasivos Totales

1,000,000

Patrimonio Neto

1,500,000

Deuda Financiera Total (Corto+Largo)

750,000

Deuda Financiera de Corto Plazo

500,000

Capital de Trabajo

800,000

Ganancias Retenidas

100,000

Activos de Liquidación

Efectivo y Equivalentes

150,000

Cuentas por Cobrar

850,000

Inventario

750,000

Propiedad, Planta y Equipo (PP&E)

600,000

Estado de Resultados

EBIT Reportado

220,000

Depreciación y Amortización (D&A)

120,000

Gastos por Intereses

150,000

Tasa Impositiva (%)

35

Ajustes de Propietario (Normalización)

Salario Actual del Propietario

90,000

Salario de Mercado para un Gerente

75,000

Gastos Personales Imputados

10,000

Crecimiento y Reinversión

Tasa de Reinversión (b)

0.45

Parámetros del Sector y Mercado

Sector Industrial

Auto Parts

Región (Datos Damodaran)

Mercados Emergentes

Ejecutar Valuación

Resultados

50%60%70%80%90%95%99%

Advertencia

El valor de liquidación es mayor que el valor estimado de empresa en marcha. Liquidar la empresa podría ser una mejor opción.

Valor Mediano MVEI

\$153,701.66

90% Intervalo de Confianza

\$39,353.51 – \$269,451.53

Valor de Liquidación

\$342,500.00

Valor de Generación de Ganancias (EPV)

\$152,344.56

DCF con Crecimiento Perpetuo

\$87,802.37

Desarrollo Matemático (Paso a Paso)

Distribución de Probabilidad MVEI

Football Chart - Comparación de Valuación

Desarrollo Matemático (Paso a Paso)

Fase 0: Normalización de Resultados

EBIT Ajustado (EBIT_{adj}): $EBIT_{adj} = EBIT_{rep} + (\text{Owner Salary} - \text{Market Salary}) + \text{Personal Expenses}$ $EBIT_{adj} = 220,000.00 + (90,000.00 - 75,000.00) + 10,000.00 = 245,000.00$

EBITDA Ajustado (EBITDA_{adj}): $EBITDA_{adj} = EBIT_{adj} + \text{D\&A}$ $EBITDA_{adj} = 245,000.00 + 120,000.00 = 365,000.00$

Fase 1: Calibración del Costo de Capital

Relación Deuda/Patrimonio (D/E): $D/E = \frac{\text{Total Financial Debt}}{\text{Shareholders' Equity}}$ $D/E = \frac{750,000.00}{1,500,000.00} = 0.5000$

Beta Apalancada (β_L): $\beta_L = \beta_U \times [1 + (1 - T) \times D/E]$ $\beta_L = 1.4669 \times [1 + (1 - 0.3500) \times 0.5000] = 1.9436$

Beta Total (β_{total}): $\beta_{total} = \frac{\beta_L}{\sqrt{R^2}}$ $\beta_{total} = \frac{1.9436}{\sqrt{0.0521}} = 8.5185$

Costo del Patrimonio (R_e): $R_e = R_f + (\beta_{total} \times \text{ERP})$ $R_e = 4.50\% + (8.5185 \times 4.23\%) = 40.53\%$

Fase 2: Modelo Logit de Altman & Sabato (2007)

Cálculo de Ratios:

- $X_1 = \frac{EBITDA_{adj}}{\text{Assets}}$ $= \frac{365,000.00}{2,500,000.00} = 0.1460$
- $X_2 = \frac{\text{Short-Term Debt}}{\text{Equity}}$ $= \frac{500,000.00}{1,500,000.00} = 0.3333$
- $X_3 = \frac{\text{Retained Earnings}}{\text{Assets}}$ $= \frac{100,000.00}{2,500,000.00} = 0.0400$
- $X_4 = \frac{\text{Cash}}{\text{Assets}}$ $= \frac{150,000.00}{2,500,000.00} = 0.0600$
- $X_5 = \min\left(\frac{EBITDA_{adj}}{\text{Interest Expense}}, 30.0\right) = 2.4333$

Log-Odds (L): $L = -4.28 - 0.18X_1 + 0.01X_2 - 0.08X_3 - 0.02X_4 - 0.19X_5$ $L = -4.28 - 0.18(0.1460) + 0.01(0.3333) - 0.08(0.0400) - 0.02(0.0600) - 0.19(2.4333) = -4.7697$

Probabilidad de Default (PD): $PD = \frac{1}{1 + e^{4.7697}}$ $PD = \frac{1}{1 + e^{4.7697}} = 0.84\%$

Probabilidad de Supervivencia (P(S)): $P(S) = 1 - PD = 99.16\%$

Fase 3: Modelos de Valuación

Valor de Liquidación (V_{liq}): $V_{liq} = \max(0, \text{Cash} + 1.0 \times \text{AR} \times 0.75 + \text{Inventory} \times 0.50 + \text{PP\&E} \times 0.30 - \text{Total Liabilities})$

$V_{liq} = \max(0, 150,000.00 \times 1.0 + 850,000.00 \times 0.75 + 750,000.00 \times 0.50 + 600,000.00 \times 0.30 - 1,000,000.00) = 342,500.00$

Utilidad Neta (Beneficio del Propietario): $\text{Net Income} = (EBIT_{adj} - \text{Interest Expense}) \times (1 - T)$ $\text{Net Income} = (245,000.00 - 150,000.00) \times (1 - 0.35) = 61,750.00$

Valor de Generación de Ganancias (EPV) (EPV): $EPV = \frac{\text{Net Income}}{R_e}$ $EPV = \frac{61,750.00}{0.4053} = 152,344.56$

DCF con Crecimiento Perpetuo (DCF):

- Retorno sobre el Patrimonio (ROE): $ROE = \frac{\text{Net Income}}{\text{Equity}}$ $ROE = \frac{61,750.00}{1,500,000.00} = 4.12\%$
- Tasa de Reinversión Efectiva (b_effective): $b_{effective} = 45.00\% \implies g = 1.85\%$
- Cálculo de DCF Puro: $DCF_{pure} = \frac{\text{Net Income} \times (1 - b_{effective})}{R_e - g}$ $DCF_{pure} = \frac{61,750.00 \times (1 - 45.00\%)}{40.33\% - 1.85\%} = 87,802.37$
- Piso Económico del Negocio en Marcha (Racionalidad de Asignación de Capital): $\text{Value}_{GC} = \max(DCF_{pure}, EPV) = \max(87,802.37, 152,344.56) = 152,344.56$

Fase 4: Integración Estocástica MVEI

Volatilidad Operativa (σ_{op}): $\sigma_{op} = EBIT_{adj} \times CV_{sector}$ $\sigma_{op} = 245,000.00 \times 17.90\% = 43,856.62$

Formulación de Parámetros Estocásticos:

- Distribución de EBIT (Normal): $EBIT_i \sim \mathcal{N}(\mu = EBIT_{adj}, \sigma = \sigma_{op})$ $EBIT_i \sim \mathcal{N}(245,000.00, 43,856.62)$
- Distribución del Costo del Patrimonio (Cost of Equity) (Truncated Normal): $R_{e,i} \sim \text{TruncNormal}(R_e = 40.53\%, \sigma_{R_e} = 1.50\%, \text{lower} = R_f)$

Ensamble Iterativo (por simulación): $\text{Value}_i = P(S)_i \times \max(DCF_i, EPV_i) + (1 - P(S)_i) \times V_{liq}$

Valuación Base (Valuation_{base}): $\text{Valuation}_{base} = P(S) \times \text{Valor de Empresa en Marcha} + (1 - P(S)) \times V_{liq}$ $\text{Valuation}_{base} = 0.9916 \times 152,344.56 + (1 - 0.9916) \times 342,500.00$

$\text{Valuation}_{base} = 0.9916 \times 152,344.56 + 0.0084 \times 342,500.00 = 153,944.10$

Resultado de la Simulación (10,000 iteraciones):

- MVEI ejecuta 10,000 simulaciones de Monte Carlo modelando la variabilidad de EBIT y R_e .
- Valor Mediano MVEI: 153,701.66

Anexo 8 - Declaración de propiedad tecnológica y licencia de uso

PROYECTO: Valuación automatizada de SMBs: diseño y desarrollo del MVEI.

MARCO TECNOLÓGICO: Plataforma Datafinia

TITULAR DE LA TECNOLOGÍA: Datafinia Technologies LLC

1. NATURALEZA DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

Se deja expresa constancia de que el presente Trabajo de Investigación Final (TIF) se desarrolla utilizando la infraestructura técnica, arquitectura de software y el entorno operativo de la plataforma denominada **Datafinia**.

Dicha tecnología constituye una propiedad intelectual preexistente al inicio de esta investigación. La titularidad de los derechos de autor sobre el código fuente, lógica de backend, algoritmos de procesamiento y marcas comerciales asociadas pertenece íntegramente a **Datafinia Technologies LLC**. La firma de la autorización de publicación digital del documento de tesis no implica, bajo ningún concepto, la cesión de derechos sobre la plataforma tecnológica base.

2. LICENCIA DE USO ACADÉMICO

Los autores del presente documento manifiestan que operan sobre la plataforma bajo una licencia de uso limitada y no exclusiva otorgada por **Datafinia Technologies LLC** con fines estrictamente académicos. Esta colaboración se restringe a la elaboración del informe técnico y no otorga a los autores individuales, ni a la institución educativa, derecho alguno de copropiedad, explotación comercial o acceso al secreto industrial del software.

3. INDEPENDENCIA TÉCNICA Y DE DATOS

Los modelos de valuación y la inteligencia financiera descritos en este trabajo se nutren de fuentes de datos de mercado internacionales obtenidas mediante licencias profesionales contratadas de forma privada por **Datafinia Technologies LLC**. La metodología empleada responde a estándares universales de finanzas corporativas, garantizando que el desarrollo es una creación independiente y original del autor.

4. RESERVA DE SEGURIDAD Y "BLACK BOX"

A fines de preservar la seguridad informática y la ventaja competitiva de la plataforma, el presente documento omite deliberadamente detalles de implementación críticos, tales como:

- Identidad y protocolos de conexión con proveedores de datos externos.
- Fragmentos de código fuente ejecutable y lógica de integración.
- Estructuras de bases de datos y configuraciones de servidor.

La descripción de procesos se limita a diagramas de flujo y modelos matemáticos de nivel informativo, manteniendo la operatividad técnica bajo reserva exclusiva de la titular de la tecnología.