

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN FINAL

Análisis de sensibilidad del valor intrínseco estimado por el modelo de Flujos de Caja Descontados de las diez empresas de mayor capitalización del S&P500 a cambios en el WACC y tasa de crecimiento a perpetuidad (g)

Autor/es:

Parisi Adrián Félix - LU: 1145298

Prandi Nicolás Etienne - LU: 1149241

Carrera:

Licenciatura en Finanzas

Tutor/es:

Fernández Matías Edgardo

Año:

2025

Agradecimientos

En primer lugar, queremos expresar nuestro agradecimiento a la profesora titular a cargo del taller del presente Trabajo de Investigación Final, Karina Elizabeth Díaz, quien nos acompañó brindándonos las herramientas necesarias para la elaboración de este trabajo. Asimismo, agradecemos a nuestro tutor, Matías Edgardo Fernández, por su valiosa colaboración en la orientación y ajuste de los análisis realizados.

De manera muy especial, deseamos reconocer a Natalia Gabriela Burcez por su apoyo incondicional, el seguimiento continuo a lo largo del proceso y por habernos proporcionado las bases estadísticas fundamentales durante la carrera, sin las cuales este trabajo no hubiera sido posible en los términos en que fue concebido.

Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a todos los profesores y ayudantes de cátedra que contribuyeron a nuestra formación a lo largo de la carrera, destacando especialmente a Juan Manuel Bogarín, Franco Taffarel, Diego Fernando Candil, Gabriel Horacio Oubiña, Mariano Agustín Conesa, Fernando Esteban Rubio Fulquet, entre muchos otros que han aportado de manera significativa a nuestro desarrollo académico y profesional.

Dedicatoria

A nuestras familias, que nos enseñaron el valor del estudio, del esfuerzo y de la perseverancia, y que estuvieron presentes apoyándonos en cada paso de este recorrido académico.

A nuestros amigos y compañeros de cursada, por todos los momentos compartidos, que hicieron más llevadera y especial cada instancia de aprendizaje.

A todos ellos, les dedicamos este Trabajo de Investigación Final como muestra de nuestro profundo agradecimiento y cariño.

Resumen

El estudio analiza la sensibilidad del valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) frente a variaciones en el costo promedio ponderado de capital (WACC) y la tasa de crecimiento a perpetuidad (g). Se aplica un enfoque cuantitativo y comparativo sobre las diez empresas de mayor capitalización del S&P 500 a agosto 2025, utilizando datos de Bloomberg y un modelo en Python basado en el flujo de caja libre para la firma (FCFF). Los resultados muestran que el DCF es altamente sensible al WACC y en menor medida a g : la elasticidad promedio del valor respecto al WACC fue de -1.943, frente a 0.3536 para g , evidenciando que el WACC es un determinante importante del valor. Se confirma una relación no lineal y asimétrica, verificándose mayor impacto ante reducciones del WACC o aumentos de g .

Palabras clave: valuación; flujos de caja descontados; costo de capital; tasa de crecimiento; análisis de sensibilidad; elasticidad.

Abstract

The study analyzes the sensitivity of the intrinsic value estimated through the Discounted Cash Flow (DCF) model to variations in the Weighted Average Cost of Capital (WACC) and the perpetual growth rate (g). A quantitative and comparative approach is applied to the ten largest S&P 500 companies (as of August 2025), using Bloomberg data and a Python model based on Free Cash Flow to the Firm (FCFF). The results show that the DCF model is highly sensitive to WACC and, to a lesser extent, to g : the average elasticity of value with respect to WACC was -1.943, compared to 0.3536 for g , indicating that WACC is an important determinant of value. A nonlinear and asymmetric relationship is confirmed, with greater effects observed under reductions in WACC or increases in g .

Keywords: valuation; discounted cash flows; cost of capital; growth rate; sensitivity analysis; elasticity.

Índice

1. Introducción.....	5
2. Planteamiento del Problema y Justificación de la Investigación.....	6
2.1 Preguntas de Investigación.....	7
2.2. Objetivos: General y Específicos.....	8
3. Hipótesis.....	8
4. Marco Teórico.....	9
4.1. Fundamentos de la Valuación de Empresas.....	9
4.1.1 Concepto de Valuación.....	9
4.1.2 Concepto de Valor Intrínseco.....	9
4.1.3. Modelos de Valuación Absoluta.....	10
4.1.4 Otros Modelos de Valuación.....	11
4.2 Valuación por Flujos de Caja Descontados (DCF).....	11
4.2.1 Origen, Evolución y Adopción como Estándar de Análisis de Inversiones	11
4.2.2 Concepto y Fundamentos.....	12
4.3 Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC).....	14
4.3.1 Fundamentos Teóricos del Costo de Capital.....	15
4.3.2 Determinación del Costo de Capital Propio (Ke) mediante CAPM.....	16
4.3.3 El Costo de la Deuda (Kd).....	17
4.4 Variantes del Modelo DCF.....	17
4.4.1 Modelo de Dividendos Descontados (DDM).....	18
4.4.1.1 Modelo de Crecimiento de Gordon.....	19
4.4.2 Flujo de Caja Libre para los Accionistas (FCFE).....	20
4.4.2.1 Consideraciones para el Análisis de Sensibilidad.....	21
4.4.3 Flujo de Caja Libre para la Firma (FCFF).....	22
4.5 Tasa de Crecimiento a Perpetuidad (g).....	23
4.6 Valor Terminal.....	23
4.7 Análisis de Sensibilidad.....	24
4.7.1 Evidencia Empírica sobre la Sensibilidad del Modelo DCF.....	25
5. Metodología de la Investigación.....	26
5.1 Enfoque de la Investigación.....	26
5.2 Tipo y Alcance de la Investigación.....	26
5.3 Diseño de Investigación.....	26
5.4 Población y Muestra.....	27

5.5 Fuentes de Información y Técnicas de Recolección de Datos.....	27
5.6 Instrumentos de Análisis.....	28
5.7 Procedimiento.....	29
5.8 Técnicas de Análisis de Datos.....	29
5.9 Validez y Confiabilidad.....	30
6. Análisis de Resultados.....	30
6.1 Variación del Valor Intrínseco ante Cambios Absolutos en WACC y g.....	31
6.1.1 Resultados Individuales.....	31
6.1.2 Resultados Promedio para la Muestra.....	32
6.1.3 Interpretación del Comportamiento Promedio.....	33
6.1.4 Conclusión Parcial.....	34
6.2 Elasticidades Promedio frente a Variaciones Relativas en WACC y g.....	35
6.2.1 Comportamiento General de las Elasticidades.....	36
6.2.2 Comportamiento Asimétrico y No Lineal.....	36
6.2.3 Interpretación Integrada.....	37
6.2.4 Conclusión Parcial.....	37
6.3 Modelización Econométrica del Impacto Promedio de WACC y g en el Valor Intrínseco.....	38
6.3.1 Especificación del Modelo.....	38
6.3.2 Verificación de Supuestos y Validez del Modelo.....	39
6.3.3 Interpretación.....	40
6.3.4 Conclusión Parcial.....	41
7. Conclusiones y Reflexiones Finales.....	41
7.1 Validación de la Hipótesis Central.....	42
7.2 Implicancias Metodológicas y Empíricas.....	43
7.3 Aportes al Conocimiento Financiero.....	44
7.4 Implicancias Prácticas y Recomendaciones.....	45
7.5 Limitaciones y Alcance del Estudio.....	46
7.6 Síntesis Final.....	47
8. Anexos.....	48
Anexo 8.1 Flujos de Caja y Costos de Capital de las Empresas Analizadas.....	48
Anexo 8.2 Matrices de Sensibilidad del Valor Intrínseco ante Variaciones en WACC y g.....	50
Anexo 8.3 Relación funcional observada entre WACC, g y el valor intrínseco.....	53
Anexo 8.4 Diagnóstico del Modelo.....	54
Anexo 8.5 Código de Python Implementado.....	55
9. Bibliografía.....	69

1. Introducción

La valuación de empresas constituye un pilar esencial de las finanzas, al permitir estimar el valor económico de los activos y orientar la toma de decisiones de inversión. Entre los distintos métodos desarrollados, el modelo de Flujos de Caja Descontados (*Discounted Cash Flow*, DCF) se ha consolidado como la herramienta más utilizada para determinar el valor intrínseco de una compañía, basándose en la regla del valor presente y en la proyección de flujos futuros descontados a una tasa que refleja el riesgo asumido.

En el ámbito de las finanzas corporativas, este modelo ha sido objeto de amplio desarrollo teórico y empírico. Sin embargo, numerosos estudios —entre ellos los de Steiger (2010), Kramná (2014) y Damodaran (2012)— han demostrado que su resultado es altamente sensible a los supuestos empleados, particularmente al Costo Promedio Ponderado de Capital (*Weighted Average Cost of Capital*, WACC) y a la tasa de crecimiento a perpetuidad (g). La presente investigación aborda esta problemática mediante un análisis cuantitativo aplicado a las diez empresas de mayor capitalización bursátil del S&P 500 al mes de agosto de 2025, que representan aproximadamente el 39,6% del valor total del índice.

El trabajo se estructura en seis secciones: tras esta introducción se presentan el planteamiento del problema, las preguntas y objetivos de investigación; luego se desarrolla el marco teórico que revisa los fundamentos del modelo DCF, del WACC y de la tasa g ; posteriormente, se describe la metodología, basada en un enfoque cuantitativo y en el uso de un código en Python que permite realizar análisis de sensibilidad y elasticidad; finalmente, se exponen los resultados obtenidos y las conclusiones del estudio.

La relevancia del tema radica en su aporte tanto académico como práctico. Desde el punto de vista disciplinar, el trabajo contribuye a la comprensión de la robustez y las limitaciones del DCF frente a variaciones en sus principales parámetros, y promueve el uso de herramientas reproducibles de análisis financiero. En el plano personal, la elección del tema responde al interés por integrar los fundamentos teóricos de la valuación con el desarrollo de herramientas tecnológicas aplicadas, combinando rigor académico y aplicabilidad profesional en el estudio del valor intrínseco empresarial.

2. Planteamiento del Problema y Justificación de la Investigación

En el último siglo, el modelo de Flujos de Caja Descontados (en inglés, *Discounted Cash Flows*, DCF) se ha convertido en la herramienta más utilizada para estimar el valor intrínseco de una compañía —definido como lo que vale la empresa por los flujos de fondos que puede generar en el futuro, pudiendo diferir del precio de mercado— (Damodaran, 2025). No obstante, como Steiger (2010) demostró con su análisis de sensibilidad, su resultado depende en gran medida de los *inputs*¹ que lo sustentan. Por su parte, Kramná (2014) observó que el modelo es especialmente vulnerable incluso a pequeños cambios en el costo de capital (en inglés: *Weighted Average Cost of Capital*, WACC) y en el valor terminal, determinado por la tasa de crecimiento (*g*).

Estas observaciones, aunque aportan evidencia relevante sobre la sensibilidad del modelo DCF, presentan limitaciones en cuanto a su alcance y aplicabilidad. En muchos casos provienen de estudios centrados en empresas individuales o en mercados con menor relevancia sistémica. Por ello, surge la necesidad de examinar la sensibilidad del modelo DCF en un conjunto de empresas que refleje de manera más amplia el comportamiento de los mercados accionarios globales.

El presente trabajo llevará a cabo esta tarea mediante un análisis de caso que incluirá a las diez empresas de mayor capitalización bursátil del S&P500 (agosto 2025). En este sentido, abordar el análisis de sensibilidad del valor intrínseco para dicho grupo de empresas, que representan, al 29 de Agosto del 2025, una proporción significativa del valor del índice S&P 500 (~40%), permitirá dotar de mayor alcance y relevancia comparativa a la investigación.

El estudio se justifica por su relevancia académica, práctica y metodológica. Desde el punto de vista académico, aporta evidencia actualizada sobre la sensibilidad del DCF hacia el WACC y tasa de crecimiento. En el plano práctico, el análisis de sensibilidad resulta fundamental para identificar los riesgos y limitaciones del uso del DCF en valuaciones reales, ya que permite a inversores y analistas financieros poner foco en los *inputs* de mayor impacto, mitigando riesgos al momento de la valuación (Damodaran, 2012).

¹ Hace referencia a los diferentes *parámetros* o *variables de entrada* del modelo de valuación.

Finalmente, el trabajo incorpora un componente metodológico novedoso al desarrollar un código en Python que facilite el análisis. Esta herramienta permitirá implementar de manera práctica análisis de sensibilidad univariada y multivariada, lo que garantiza la capacidad de replicación en contextos académicos y profesionales.

2.1 Preguntas de Investigación

Dada la relevancia del modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) y la evidencia previa que destaca su sensibilidad frente a variaciones en sus principales *inputs*, el presente estudio se propone examinar dicho comportamiento en un grupo de empresas que, por su peso en el mercado, concentran una proporción significativa del valor total del índice S&P500. En este contexto, y tomando como referencia las diez compañías de mayor capitalización bursátil a agosto de 2025, se formula la siguiente pregunta general de investigación, que orienta el desarrollo del trabajo:

¿A cuál de los dos inputs, el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) o la tasa de crecimiento a perpetuidad (g), muestra mayor sensibilidad el valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) en las 10 empresas de mayor capitalización del S&P 500 a agosto de 2025?

A partir de esta pregunta general, se plantean las siguientes preguntas particulares, orientadas a profundizar en diferentes dimensiones del análisis de sensibilidad del modelo DCF:

(i) ¿Cómo varía porcentualmente el valor intrínseco estimado mediante el modelo DCF frente a variaciones absolutas de hasta ± 200 puntos básicos en el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g), en promedio para la muestra analizada?

(ii) ¿Cómo es la elasticidad local del valor intrínseco calculado mediante DCF respecto al costo de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) y a la tasa de crecimiento terminal (g), en promedio para la muestra analizada, ante variaciones relativas de hasta $\pm 10\%$?

(iii) ¿Cómo afectan en promedio, ceteris paribus, las variaciones marginales en el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (*g*) al valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF)?

2.2. Objetivos: General y Específicos

Objetivo general: Analizar la sensibilidad del valor intrínseco calculado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) frente a las variaciones en el costo promedio ponderado de capital (*WACC*) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (*g*) en las 10 empresas de mayor capitalización del S&P 500 a agosto de 2025.

Objetivos particulares:

(i) Analizar la variación porcentual del valor intrínseco estimado mediante el modelo DCF ante variaciones absolutas de hasta ± 200 puntos básicos en el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (*g*), considerando los resultados a nivel individual por empresa y en promedio para la muestra analizada.

(ii) Analizar la elasticidad promedio del valor intrínseco estimado mediante el modelo DCF frente a variaciones relativas de hasta $\pm 10\%$ en el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) y en la tasa de crecimiento terminal (*g*), para la muestra analizada.

(iii) Determinar el efecto promedio, ceteris paribus, de las variaciones marginales en el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (*g*) sobre el valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF).

3. Hipótesis

La hipótesis general del presente trabajo de investigación final postula que el valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) para las diez empresas de mayor capitalización del S&P 500, a agosto 2025, es más sensible a las variaciones en el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital, WACC*) que a los cambios en la tasa de crecimiento a perpetuidad (*g*).

4. Marco Teórico

4.1. Fundamentos de la Valuación de Empresas

4.1.1 Concepto de Valuación

A la hora de hablar de valuación, como se menciona en el manual del CFA elaborado por Kaplan Schweser (2023), se hace referencia al proceso de determinar el valor de un activo. En línea con esta visión, Damodaran (2006) destaca dos puntos de vista extremos sobre el proceso de valuación: uno donde se concibe como una ciencia exacta, libre de juicios subjetivos, y otro donde se lo considera más un arte, susceptible de ser manipulado. Damodaran concluye que la verdad acerca de este proceso se encuentra en un punto intermedio entre ambos enfoques.

4.1.2 Concepto de Valor Intrínseco

“What is intrinsic value? Consider it the value that would be attached to an asset by an all-knowing analyst with access to all information available right now and a perfect valuation model.” [¿Qué es el valor intrínseco? Considérelo el valor que sería asignado a un activo por un analista omnisciente con acceso a toda la información disponible ahora mismo y a un modelo de valuación perfecto.] (Damodaran, 2006, p.10)

El valor intrínseco constituye un pilar fundamental dentro de la teoría de valuación de empresas y activos financieros. Se define como el valor de un activo bajo el supuesto de poseer un conocimiento completo acerca de sus características de inversión (Pinto et al., 2010). Este concepto implica que el precio de mercado de un activo no refleja necesariamente su valor intrínseco, ya que las fuerzas del mercado, la información disponible y los costos de transacción pueden generar divergencias entre ambos.

Kaplan Schweser (2023) sostiene que el valor intrínseco es la métrica más relevante para los analistas al momento de valorar acciones de empresas que cotizan en bolsa. Sin embargo, también subraya que en determinados contextos pueden emplearse otros enfoques de valuación, como el *fair market value* [valor justo de mercado] —definido como el precio en el cual un comprador y un vendedor informados y dispuestos realizarían una transacción— o el *fair value* [valor razonable] utilizado en los reportes contables. Esta diferenciación muestra que, aunque el valor intrínseco es central en la teoría financiera, no es la única referencia aplicable en la práctica.

Asimismo, la literatura moderna reconoce que la estimación del valor intrínseco en activos como las acciones ordinarias es particularmente compleja, ya que su determinación depende de expectativas futuras y está sujeta a costos de negociación e incertidumbre (Lee, Myers y Swaminathan, 1999; citado en Pinto et al., 2010). En este marco, el valor intrínseco de una compañía se fundamenta esencialmente en su capacidad de generar flujos de caja o resultados económicos en el futuro, reflejando así que los inversionistas pagan por el desempeño esperado de la empresa más que por sus resultados pasados o el valor contable de sus activos (Koller et al., 2005).

4.1.3. Modelos de Valuación Absoluta

Los modelos de valuación absoluta constituyen un enfoque destinado a estimar el valor intrínseco de un activo, es decir, aquel que surge de sus características de inversión sin referencia a la valuación de otras empresas o activos comparables (Kaplan Schweser, 2023). El propósito de estos modelos es obtener una estimación del valor que pueda contrastarse con el precio de mercado, permitiendo identificar posibles discrepancias entre ambos (Pinto et al., 2010).

Dentro de este enfoque, los modelos de valor presente —también denominados modelos de flujos de caja descontados (en inglés, *Discounted Cash Flows*, DCF)— representan la metodología más extendida y fundamental en la teoría financiera. Su lógica radica en que el valor de un activo se relaciona directamente con los retornos futuros esperados, usualmente expresados en términos de flujos de caja (en adelante, *cash flows*) (Pinto et al., 2010).

Además de los modelos de valor presente, otra variante de la valuación absoluta son los modelos basados en activos. Estos parten de la premisa de que el valor de una empresa puede calcularse como la suma del valor de mercado de los activos que posee o controla (Kaplan Schweser, 2023).

En definitiva, los modelos de valuación absoluta ofrecen un marco teórico central para la estimación del valor intrínseco, combinando metodologías orientadas tanto a la proyección de flujos futuros como a la valuación directa de los activos que integran una firma.

4.1.4 Otros Modelos de Valuación

Junto a los enfoques absolutos, la literatura financiera reconoce la existencia de otros modelos de valuación que permiten aproximarse al valor de una empresa desde perspectivas complementarias. Entre ellos, los modelos relativos —o de múltiplos— constituyen una de las metodologías más empleadas en la práctica, ya que comparan métricas de precio o valor de mercado de la firma con las de compañías similares o con promedios sectoriales (Kaplan Schweser, 2023).

Además de los métodos de DCF y relativos, la literatura incluye la valuación de opciones contingentes (*contingent claim valuation*), la cual utiliza modelos de fijación de precios de opciones, como el modelo de Black-Scholes (Dumrauf, 2010), para valorar activos que poseen características de opción (Damodaran, 2025). Este enfoque es clave para las opciones reales (real options), que son oportunidades incorporadas en proyectos de capital que dan a los administradores la flexibilidad de modificar los flujos de efectivo y el riesgo (Gitman & Zutter, 2012). El valor de estas opciones se adiciona y complementa al obtenido mediante flujos de caja descontados (Dumrauf, 2010).

Si bien estos modelos no buscan estimar un valor intrínseco de manera directa, a diferencia de los métodos absolutos, aportan un marco de referencia sustentado en la evidencia de mercado, lo que resulta especialmente útil para contrastar y validar las estimaciones obtenidas mediante técnicas de flujos descontados (Kaplan Schweser, 2023).

4.2 Valuación por Flujos de Caja Descontados (DCF)

4.2.1 Origen, Evolución y Adopción como Estándar de Análisis de Inversiones

Según Parker (1968), el modelo de flujos de caja descontados tiene un origen remoto en el cálculo del interés compuesto, conocido desde Babilonia, y se aplicó tempranamente en préstamos y seguros de vida. Sin embargo, su uso en inversiones productivas apareció más tarde, primero en la ingeniería ferroviaria del siglo XIX y luego en la teoría económica. Economistas como Marshall, Böhm-Bawerk y Wicksell ya empleaban ideas de valor presente, pero fue Irving Fisher quien, según la reconstrucción histórica de Parker (1968), sistematizó los criterios de decisión basados en el valor actual y en tasas de retorno en sus obras *The Rate of Interest* (1907) y *The*

Theory of Interest (1930), anticipando los enfoques modernos de VAN² y TIR³. Durante la primera mitad del siglo XX, Keynes, Boulding, Samuelson y Williams continuaron difundiendo y perfeccionando estos conceptos.

No obstante, Parker (1968) muestra que la adopción práctica del DCF fue lenta, y recién en las décadas de 1950 y 1960 comenzó a usarse con mayor frecuencia en las empresas, impulsado por aportes de economistas como Hirshleifer, Lorie y Savage, Modigliani y Miller, Solomon y Joel Dean, quienes contribuyeron a su popularización hasta convertirse en un estándar de análisis de inversiones.

Como señala el manual de McKinsey, el DCF se ha consolidado porque se centra exclusivamente en los flujos de caja, evitando distorsiones derivadas de las utilidades contables: *“Enterprise DCF remains the favorite of many practitioners and academics because it relies solely on the flow of cash in and out of the company, rather than on accounting-based earnings (which can be misleading).”* [*El DCF empresarial sigue siendo el favorito de muchos profesionales y académicos porque se basa únicamente en los flujos de efectivo que entran y salen de la compañía, en lugar de en las utilidades contables (que pueden resultar engañosas).*] (Koller et al., 2005, p. 103)

4.2.2 Concepto y Fundamentos

El modelo DCF se fundamenta en la regla del valor presente, según la cual el valor de cualquier activo se corresponde con el valor presente de los flujos de efectivo futuros esperados de dicho activo (Damodaran, 2025). Este principio se traduce en una expresión matemática que descuenta cada flujo esperado al presente mediante una tasa que refleja el riesgo asumido, permitiendo así obtener una estimación del valor intrínseco:

² “El valor actual neto (VAN) se define como el valor que resulta de la diferencia entre el valor presente de los futuros ingresos netos esperados —descontados a una tasa que representa el costo de oportunidad del capital— y el desembolso inicial de la inversión (FF0).” (Dumrauf, 2010, p. 314). “Conceptualmente, representa el valor absoluto de la riqueza que agrega un nuevo proyecto de inversión a la empresa en el momento cero.” (Dumrauf, 2010, p. 315).

³ “La tasa interna de retorno (TIR) se define como aquella tasa que descuenta el valor de los futuros ingresos netos esperados, igualándolos con el desembolso inicial de la inversión. Matemáticamente, esta definición es equivalente a decir que la TIR es aquella tasa que iguala el VAN a cero.” (Dumrauf, 2010, p. 318). En complemento, Gitman y Zutter (2012) destacan que la TIR equivale a la rentabilidad implícita de un proyecto, ya que refleja el rendimiento porcentual generado por los flujos de efectivo esperados en relación con el desembolso inicial.

$$\text{Valor de un Activo} = \frac{E(\text{Cash Flow}_1)}{(1+r)^1} + \frac{E(\text{Cash Flow}_2)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{E(\text{Cash Flow}_n)}{(1+r)^n}$$

Donde: n = Vida del activo; E (Cash Flow n) = Cash flow esperado en el periodo n; r = Tasa de descuento que refleja el riesgo de los cash flows estimados.

En línea con la fórmula presentada por Damodaran (2025) sobre el valor de un activo, Kruschwitz y Loeffler (2006) destacan que el modelo DCF descansa en tres componentes centrales.

En primer lugar, identifican los flujos de efectivo, que representan los excedentes de caja que una empresa puede distribuir en el futuro. Estos pueden clasificarse como flujos de efectivo brutos —aquellos generados por las operaciones antes de impuestos e inversiones— y flujos de efectivo libres, que resultan de descontar los impuestos y las inversiones necesarias para mantener o expandir la capacidad productiva. El segundo componente es el costo de capital, entendido como la tasa de descuento que refleja el rendimiento exigido por los inversionistas frente al riesgo de los flujos futuros. Por último, el tiempo constituye un elemento esencial, pues los flujos de efectivo proyectados en el futuro deben traerse al presente, reconociendo que el valor de una empresa depende de la oportunidad y certeza de esos pagos futuros.

En esta línea, Pinto et al. (2010) subrayan que la valuación mediante DCF se justifica económicamente por dos ideas fundamentales: el valor de un activo está relacionado con los rendimientos que genera, entendidos como flujos de efectivo futuros, y dichos flujos deben ajustarse al presente considerando que una unidad monetaria hoy tiene mayor valor que en el futuro. Además, dado que los flujos proyectados están sujetos a incertidumbre, los autores destacan dos ajustes esenciales: reconocer su carácter aleatorio y reflejar dicho riesgo a través de una tasa de descuento adecuada.

En conjunto, estos tres elementos —flujos de efectivo, costo de capital y tiempo— conforman la estructura básica del enfoque DCF, permitiendo determinar el valor intrínseco de una firma a partir del valor presente de sus flujos de efectivo futuros esperados.

4.3 Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC)

Para aplicar el método de DCF resulta imprescindible determinar una tasa de descuento que refleje el riesgo asumido por los inversionistas. Esta tasa se corresponde con el costo de capital, entendido como el rendimiento mínimo que los proveedores de fondos —accionistas y acreedores— esperan obtener por invertir en la empresa (Pinto et al., 2010).

Dado que las compañías suelen financiarse mediante una combinación de capital propio y deuda, surge la necesidad de sintetizar estas fuentes en una medida única. Esa medida es el Costo de Capital Promedio Ponderado (en inglés: *Weighted Average Cost of Capital, WACC*), el cual representa el costo futuro promedio esperado de los fondos a largo plazo y se calcula ponderando el costo de cada fuente de financiamiento según su peso relativo en la estructura de capital (Gitman & Zutter, 2012).

$$WACC = k_e \times \frac{E}{E + D} + k_d \times (1 - t) \times \frac{D}{E + D}$$

Donde: E = Valor de mercado de las acciones; D = Valor de mercado de la deuda; k_e = Costo del capital propio; k_d = Costo de la deuda antes de impuestos; t = Tasa de impuesto a las ganancias

En otras palabras, el WACC refleja la tasa de retorno exigida por todos los proveedores de capital de la firma, integrando tanto el costo del capital propio como el de la deuda después de impuestos (Pinto et al., 2010).

Como destacaron Modigliani y Miller (1958), bajo supuestos de mercados perfectos la estructura de capital resulta irrelevante para el valor de la empresa. No obstante, su planteo se convirtió en un punto de partida central para la teoría financiera moderna, ya que abrió el camino al análisis de cómo la estructura de financiamiento se vincula con el valor de la firma y con la rentabilidad exigida por los mercados.

En lo que sigue, se examinarán los fundamentos teóricos del costo de capital, desde los aportes clásicos de Modigliani y Miller hasta las principales teorías modernas sobre la estructura de financiamiento. Este recorrido permitirá comprender la evolución del

concepto y su relevancia en la determinación del WACC, antes de avanzar en la estimación práctica de sus componentes: el costo del capital propio (K_e) y el costo de la deuda (K_d).

4.3.1 Fundamentos Teóricos del Costo de Capital

El análisis del costo de capital tiene su fundamento en los aportes clásicos de Modigliani y Miller (1958). En su célebre trabajo *The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment*, los autores demostraron que, bajo condiciones de mercados perfectos —sin impuestos, costos de transacción ni riesgo de quiebra—, la estructura de capital es irrelevante para el valor de la empresa y, por lo tanto, el costo promedio de capital permanece constante independientemente de la proporción de deuda y capital propio⁴.

Años más tarde, en una corrección posterior, Modigliani y Miller (1963) incorporaron los impuestos corporativos y mostraron que la deuda adquiere relevancia en la medida en que la deducibilidad de los intereses reduce el costo efectivo del financiamiento. Este efecto fiscal justifica el ajuste del WACC mediante el factor $(1-t)$, reconociendo la ventaja impositiva de la deuda frente al capital propio.

Posteriormente, la literatura académica amplió los aportes de Modigliani y Miller. La teoría del trade-off (Kraus & Litzenberger, 1973) planteó que el beneficio fiscal de la deuda se contrapone con los costos esperados de quiebra y de agencia, de modo que existe un nivel óptimo de apalancamiento que maximiza el valor de la firma. En la misma línea, Jensen y Meckling (1976) introdujeron los costos de agencia, resaltando que, si bien la deuda disciplina a los gerentes, también puede generar conflictos de interés entre accionistas y acreedores.

Más tarde, la teoría del pecking order (Myers & Majluf, 1984) explicó que, debido a asimetrías de información entre directivos e inversores, las empresas tienden a seguir un orden jerárquico en sus decisiones de financiamiento: primero utilizan recursos internos, luego recurren a la deuda y, en última instancia, emiten nuevas acciones.

⁴ El aporte central de esta proposición es que, aunque la deuda suele ser más barata que el capital propio (k_e), al aumentar la proporción de deuda también se incrementa el riesgo financiero de los accionistas, lo que eleva k_e . Este efecto compensador mantiene el WACC inalterado.

De esta manera, el WACC constituye una herramienta fundamental en la determinación del costo de capital, ya que sintetiza el retorno exigido por el mercado en función de la estructura de financiamiento y sirve como tasa de referencia en la valuación de empresas y proyectos de inversión. Al mismo tiempo, no solo es una medida operativa para calcular la tasa de descuento en modelos de valor presente, sino también un concepto central de la teoría financiera moderna, al vincular las decisiones de financiamiento con la creación de valor para los accionistas.

4.3.2 Determinación del Costo de Capital Propio (Ke) mediante CAPM

El Modelo de Valoración de Activos de Capital (En inglés: *Capital Asset Pricing Model*, CAPM) constituye una de las contribuciones más relevantes en la estimación del costo de capital y, desde su formulación, se ha consolidado como el modelo más utilizado en la valuación de acciones y proyectos de inversión (Dumrauf, 2010). Desarrollado en la década de 1960 por Sharpe, Lintner, Treynor y Mossin, y basado en la teoría de portafolio de Markowitz, el CAPM establece que el rendimiento esperado de un activo depende exclusivamente de su riesgo sistemático, medido a través del coeficiente Beta (β), dado que este tipo de riesgo no puede eliminarse mediante diversificación (Dumrauf, 2010; Pinto et al., 2010).

La formulación central del modelo, según Pinto et al. (2010), es:

$$E(R_i) = R_F + \beta_i [E(R_M) - R_F]$$

Donde $E(R_i)$ representa el rendimiento esperado del activo i ; R_F es la tasa libre de riesgo; $E(R_M)$ el rendimiento esperado del portafolio de mercado; y β_i la medida de sensibilidad del activo frente a los movimientos del mercado (Pinto et al., 2010). En la práctica, el portafolio de mercado se aproxima mediante índices bursátiles⁵ amplios y la prima de riesgo de mercado se calcula como la diferencia entre el rendimiento esperado de dicho índice y la tasa libre de riesgo (Damodaran, 2025).

⁵ Los *índices bursátiles* constituyen medidas estadísticas que reflejan el comportamiento conjunto de un grupo de valores y cumplen un rol esencial como indicadores del desempeño de mercados y como benchmarks para evaluar carteras. Dentro de los más utilizados se encuentra el Standard & Poor's 500 (*S&P 500*), un índice ponderado por capitalización de mercado que agrupa alrededor de 500 empresas estadounidenses de gran tamaño y que representa cerca del 80% de la capitalización bursátil del país, motivo por el cual es considerado un referente clave del desempeño accionario y de la economía estadounidense (Madura, 2016; Kaplan Schweser, 2023).

Damodaran (2025) enfatiza que el modelo se sustenta en supuestos estrictos: ausencia de costos de transacción, activos perfectamente divisibles y comerciables, acceso simétrico a la información y mercados eficientes. Bajo estas condiciones, los inversionistas conforman carteras diversificadas que reproducen la composición del mercado, evaluando cada activo en función de su aporte al riesgo sistemático global.

El aporte esencial del CAPM radica en proporcionar un procedimiento objetivo y teóricamente fundamentado para la estimación del rendimiento requerido, lo que lo convierte en una herramienta de gran utilidad en procesos de valuación (Pinto et al., 2010). Sin embargo, como destaca Dumrauf (2010) ha recibido críticas relevantes, entre ellas las de Roll y Fama y French, quienes cuestionaron la capacidad explicativa del coeficiente Beta. Aun así, por su simplicidad, aplicabilidad y vigencia, continúa siendo el modelo de referencia predominante en finanzas, incluso en contextos emergentes donde suele adaptarse incorporando factores como el riesgo país.

4.3.3 El Costo de la Deuda (K_d)

En el trabajo clásico de Modigliani y Miller (1958), el costo de la deuda se entiende como la tasa de interés que la empresa paga a los acreedores por los fondos obtenidos mediante financiamiento externo. En otras palabras, constituye la rentabilidad exigida por los tenedores de deuda, quienes poseen un derecho contractual fijo sobre los flujos de la firma (intereses y devolución del principal).

Como se explicó anteriormente, en su revisión posterior los autores incorporaron los impuestos corporativos y mostraron que la deuda adquiere relevancia debido a la deducibilidad de los intereses, lo que reduce su costo efectivo al expresarse como $K_d \cdot (1 - t)$, siendo t la tasa impositiva (Modigliani & Miller, 1963). De esta forma, el costo de la deuda se convierte en un componente esencial del WACC, al reflejar tanto la carga financiera de la empresa como el beneficio fiscal que otorga el endeudamiento.

4.4 Variantes del Modelo DCF

Una vez revisados los fundamentos conceptuales del DCF, es posible distinguir sus principales variantes metodológicas. Entre ellas se encuentran el *Modelo de Dividendos Descontados*, que aplica la lógica del valor presente a los dividendos proyectados; el *Flujo de Caja Libre para los Accionistas*, que descuenta los flujos

disponibles para los accionistas luego de cubrir obligaciones operativas, fiscales y financieras; y el *Flujo de Caja Libre para la Firma*, que considera los flujos generados por la empresa antes del servicio de la deuda, descontados al WACC para estimar el valor total de la firma. Estas aproximaciones, aunque comparten la misma base teórica, se diferencian en el tipo de flujo utilizado y en la tasa de descuento aplicada, lo que condiciona su pertinencia en función del objetivo del análisis y la información disponible.

4.4.1 Modelo de Dividendos Descontados (DDM)

El modelo de dividendos descontados (en inglés, *Dividend Discount Model*, DDM) constituye uno de los enfoques más tradicionales y teóricamente sólidos dentro de la valuación absoluta de acciones. Su lógica central se basa en considerar a los dividendos —definidos como distribuciones de efectivo autorizadas por el directorio a favor de los accionistas— como la medida más apropiada de los flujos de caja que recibe el inversor (Pinto et al., 2010). Bajo esta premisa, el valor de una acción corresponde al valor presente de todos los dividendos esperados a lo largo de un horizonte temporal infinito (Damodaran, 2025; CFA Institute, 2023).

$$\text{Valor del capital propio} = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{E(DPS_t)}{(1+k_e)^t}$$

Donde: DPS_t = Dividendos esperados en el periodo t (en inglés, *Dividends Per Share, DPS*); k_e = Costo del capital propio

El modelo parte de la idea de que un inversionista obtiene retornos en dos formas: los dividendos percibidos durante el período de tenencia de la acción y el precio esperado al venderla. No obstante, dado que el precio de venta futuro también depende de los dividendos que el comprador espera recibir, el valor actual de una acción siempre se relaciona con la proyección de los dividendos a perpetuidad (Damodaran, 2025).

La aplicabilidad del modelo es mayor bajo tres condiciones: (1) que la empresa pague dividendos regularmente, (2) que exista una política de dividendos coherente con la rentabilidad de la compañía, y (3) que el análisis se realice desde una perspectiva de no control, es decir, desde el punto de vista de un inversor minoritario (Pinto et al., 2010).

El modelo de dividendos descontados constituye la base teórica sobre la que se desarrolla el modelo de crecimiento de Gordon, el cual se explica a continuación. Esta formulación es esencial para el cálculo del valor terminal en la valuación por FCFF con crecimiento estable, que representa un componente central en la metodología empleada en esta investigación.

4.4.1.1 Modelo de Crecimiento de Gordon

El modelo de crecimiento de Gordon, también conocido como *Gordon Growth Model* o modelo de crecimiento constante, constituye una extensión particular del Modelo de Dividendos Descontados (DDM). Mientras que el DDM general valúa una acción como el valor presente de todos los dividendos esperados, el modelo de Gordon introduce la hipótesis de que dichos dividendos crecen a una tasa constante indefinidamente, simplificando así la estimación del valor intrínseco (CFA Institute, 2023).

$$V_0 = \frac{D_0(1+g)}{r-g} = \frac{D_1}{r-g}$$

Donde: V_0 = valor intrínseco actual de la acción; D_0 = dividendo más reciente pagado; D_1 = dividendo esperado para el siguiente período; g = tasa de crecimiento constante de los dividendos; r = tasa de rendimiento requerida por los inversionistas.

Como destaca el *Manual del CFA Institute* (2023), este enfoque resulta especialmente adecuado para la valuación de compañías que pagan dividendos de manera estable, se encuentran en una fase de madurez y cuya evolución no presenta una alta sensibilidad a los ciclos económicos. En tales casos, el valor intrínseco de la acción puede interpretarse como el valor presente de una perpetuidad creciente. Si la tasa de crecimiento se asume igual a cero, la fórmula se reduce al cálculo tradicional del valor presente de una perpetuidad simple.

Asimismo, el manual menciona que el modelo descansa sobre un conjunto de supuestos fundamentales: (1) los dividendos constituyen la métrica correcta para la valuación; (2) la tasa de crecimiento de los dividendos es perpetua e invariable; (3) la tasa de rendimiento requerida se mantiene constante a lo largo del tiempo; y (4) la tasa de crecimiento debe ser estrictamente inferior a la tasa de retorno exigida, garantizando así la convergencia matemática del modelo.

De esta forma, el modelo de Gordon proporciona una formulación simple pero teóricamente robusta, que permite derivar el valor intrínseco de una acción en función de los dividendos proyectados y una tasa de crecimiento constante, introduciendo además la noción de crecimiento a perpetuidad y reforzando el vínculo conceptual con el DDM como marco general de valuación.

4.4.2 Flujo de Caja Libre para los Accionistas (FCFE)

De acuerdo con Damodaran (2025), el Flujo de Caja Libre para los Accionistas (en inglés: *Free Cash Flow to Equity*, FCFE) constituye una herramienta fundamental para la valuación de acciones, ya que mide la cantidad de flujo de efectivo disponible para ser distribuido a los accionistas comunes después de atender todas las necesidades operativas, de reinversión y de financiamiento por deuda. Su estimación parte del resultado neto contable, al cual se realizan los ajustes necesarios para convertirlo en un flujo de efectivo realmente disponible.

En este proceso, destaca en primer lugar la deducción de las inversiones en capital fijo —incluidas las adquisiciones— y la adición de las depreciaciones y amortizaciones, las cuales constituyen gastos contables no monetarios. El saldo neto de estas partidas refleja la intensidad de reinversión de la empresa, generalmente mayor en aquellas con alto potencial de crecimiento. En segundo término, el autor resalta la importancia de considerar las variaciones en el capital de trabajo operativo no monetario, dado que incrementos en este rubro implican salidas de efectivo que reducen los fondos disponibles para los accionistas, mientras que las disminuciones generan entradas netas. Finalmente, Damodaran señala que la dinámica de la deuda también incide sobre el flujo de caja: la amortización de préstamos representa salidas de efectivo, mientras que la emisión de nueva deuda genera ingresos. El efecto neto entre ambos refleja el impacto del financiamiento en el flujo libre disponible para los accionistas.

Integrando estos componentes, la expresión general para el cálculo del FCFE es:

$$FCFE = \text{Resultado Neto} - (\text{Inversión en capital fijo} - \text{Depreciación}) - \Delta \text{Capital de trabajo} + (\text{Nueva deuda emitida} - \text{Amortización de deuda})$$

Por su parte, Pinto et al. 2010 complementan remarcando que el FCFE representa un flujo de caja posterior a la deuda (*post-debt*), a diferencia del Flujo de Caja Libre para la

Firma (en inglés: *Free Cash Flow to the Firm*, FCFF) —el cual será abordado más adelante— que se calcula antes de pagos a acreedores (*pre-debt*). El FCFE refleja, por tanto, los fondos efectivamente disponibles para los accionistas comunes una vez satisfechas todas las obligaciones con los tenedores de deuda. Por esta razón, la valuación del patrimonio puede realizarse como el valor presente de los FCFE esperados, convirtiéndose en el modelo base para estimar el valor de la acción desde la perspectiva del accionista.

Es importante mencionar que los modelos basados en FCFE resultan especialmente adecuados cuando: (i) la empresa no paga dividendos, (ii) existe una divergencia relevante entre dividendos y FCFE, (iii) las proyecciones de flujos libres se alinean razonablemente con la rentabilidad esperada en el horizonte de análisis, o (iv) el inversor adopta una perspectiva de control sobre la empresa (Pinto et al., 2010).

4.4.2.1 Consideraciones para el Análisis de Sensibilidad

El FCFE presenta importantes restricciones como variable de análisis de sensibilidad en modelos de valuación. Una de las principales limitaciones radica en su sensibilidad directa frente a la estructura de capital de la empresa. De acuerdo al CFA Institute (2023), el cálculo del FCFE requiere ajustar no sólo por el resultado operativo y las necesidades de reinversión, sino también por el nivel neto de endeudamiento de cada período, restando las amortizaciones y sumando emisiones de deuda.

Esta dependencia implica que modificaciones en las políticas de financiamiento —como la emisión o el repago de deuda— tienen un impacto inmediato y significativo sobre el valor proyectado de FCFE, independientemente del desempeño operativo subyacente (Damodaran, 2012). Como resultado, el FCFE puede reflejar efectos no atribuibles exclusivamente a la gestión ni a los cambios en variables fundamentales como el crecimiento o el costo del capital, sino a decisiones de financiamiento discrecionales.

Además, en escenarios donde se proyectan cambios en el apalancamiento o donde la estructura de capital no es estable, la estimación de los flujos libres para los accionistas se vuelve considerablemente más compleja y menos comparable entre empresas (CFA Institute, 2023). Esta característica introduce una fuente adicional de incertidumbre y

reduce la capacidad del análisis de sensibilidad para aislar el impacto puro de variables tales como la tasa de descuento y el crecimiento terminal, dificultando la interpretación y aplicación del modelo en contextos académicos y profesionales.

4.4.3 Flujo de Caja Libre para la Firma (FCFF)

El Flujo de Caja Libre para la Firma (en inglés: *Free Cash Flow to the Firm*, FCFF) representa uno de los enfoques más utilizados en la valuación absoluta de empresas, ya que permite estimar el valor de la compañía como un todo a partir de su capacidad de generación de flujos de caja operativos. El concepto de flujo de caja libre parte del reconocimiento de que, en una empresa en marcha (en inglés: *going concern*), no todo el flujo generado por las operaciones está disponible para los inversionistas, dado que una parte debe destinarse a reinversiones y gastos de capital necesarios para sostener y expandir la actividad. Por ello, el FCFF se define como el flujo de caja operativo menos las inversiones en capital fijo y capital de trabajo, quedando así el monto que puede ser distribuido a los acreedores y accionistas sin afectar la continuidad de la empresa (Pinto et al., 2010).

En términos prácticos, Damodaran (2025) señala que el FCFF puede calcularse de dos maneras. Una de ellas es sumando directamente los flujos de caja que reciben todos los acreedores y accionistas de la firma: dividendos, intereses después de impuestos, amortizaciones de deuda, emisiones de nueva deuda y dividendos preferentes. Alternativamente, una formulación más extendida es partir del resultado operativo antes de intereses e impuestos (en inglés: *Earnings Before Interest and Taxes*, EBIT), descontar los impuestos, y ajustar por depreciaciones, gastos de capital y variaciones en el capital de trabajo. En este caso, la expresión general se formula como: $FCFF = EBIT(1 - \text{Tasa impositiva}) + \text{Depreciaciones} - \text{Inversión en capital fijo} - \Delta \text{Capital de trabajo}$.

Este flujo de caja se considera no apalancado, ya que se mide antes de pagos de deuda y, por lo tanto, no incorpora los beneficios fiscales de los intereses. Dicho efecto se contempla en la tasa de descuento utilizada, el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), evitando así la doble contabilización del escudo fiscal.

Bajo este modelo, el valor de la firma se obtiene descontando los FCFF esperados al WACC, lo que refleja tanto los beneficios fiscales del endeudamiento como el riesgo incremental asociado a mayores niveles de deuda. En su forma general, el valor de los activos operativos se expresa como:

$$Valor\ del\ activo\ operativo = \sum_{t=1}^{t=\infty} \frac{FCFF_t}{(1+k_c)^t}$$

Donde: $FCFF_t$ = Flujos de Caja Libre de la Firma esperados; k_c = Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC)

En el caso de que la empresa alcance un estado estable después de un número finito de años de alto crecimiento, y comience a crecer a una tasa constante g_n , la valuación se ajusta incorporando una perpetuidad creciente:

$$Valor\ del\ activo\ operativo = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{FCFF_t}{(1+k_{c,hg})^t} + \frac{FCFF_{n+1}}{(k_{c,st} - g_n)(1+k_{c,hg})^n}$$

Donde: k_c = Costo de capital (hg = alto crecimiento; st = crecimiento estable)

4.5 Tasa de Crecimiento a Perpetuidad (g)

La tasa de crecimiento en perpetuidad (g) es un supuesto central en los modelos de valuación por descuento de flujos de fondos, especialmente en el cálculo del valor terminal. Pinto et al. (2010) la definen como el ritmo constante al cual se espera que crezcan los flujos de caja de una empresa (o sus dividendos) más allá del período explícito de proyección, es decir, en el horizonte de largo plazo donde se supone que la firma ha alcanzado una fase de madurez y estabilidad. Según Damodaran (2012), la tasa de crecimiento perpetuo debe estar acotada por el crecimiento de la economía en la cual opera la firma, ya que ninguna empresa puede crecer indefinidamente a una tasa mayor a la de la economía que la contiene.

4.6 Valor Terminal

El valor terminal representa la estimación del valor de una empresa al finalizar el período de proyección explícita, permitiendo incorporar en la valuación el efecto de los flujos de caja que ocurren más allá de dicho horizonte (Damodaran, 2011). Este concepto se basa en la idea de perpetuidad, entendida como una corriente de fondos

tan extensa que los valores presentes de los pagos futuros más lejanos se vuelven despreciables (Dumrauf, 2010).

Como describe Damodaran (2011), existen dos enfoques principales para su estimación. El primero considera la liquidación de activos al finalizar el período de proyección, combinando valores de mercado para activos líquidos con estimaciones para el resto, lo que proporciona una valuación conservadora. El segundo, más común, asume que la empresa continuará operando indefinidamente y que sus flujos crecerán a una tasa constante, aplicando así el modelo de crecimiento perpetuo. En este caso, el valor terminal en el año n se calcula como:

$$\text{Valor Terminal en año } n = \frac{\text{Flujo de Efectivo en } (n + 1)}{\text{Tasa de Descuento} - \text{Tasa de Crecimiento a Perpetuidad}}$$

Dado que esta fórmula es altamente sensible a pequeños cambios en sus parámetros, Damodaran (2011) señala que deben imponerse ciertas restricciones: la tasa de crecimiento no debe superar la tasa libre de riesgo de largo plazo, los parámetros de riesgo y apalancamiento deben ajustarse a niveles de empresas maduras y la reinversión —entendida como la inversión en capital fijo— debe ser suficiente para sostener la tasa asumida. Por estas razones, el valor terminal constituye un componente crítico y delicado en la valuación por DCF.

4.7 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una metodología empírica integral para estudiar cómo la variabilidad en los resultados de un modelo puede atribuirse a las fuentes de incertidumbre en las variables de entrada. Desde una perspectiva aplicada, el análisis de sensibilidad permite identificar y cuantificar el impacto que tienen los distintos parámetros sobre el *output* del modelo, revelando cuáles son esenciales en la determinación final y cuáles pueden ser considerados secundarios. En la práctica, el análisis de sensibilidad se utiliza para robustecer conclusiones y guiar la toma de decisiones basada en evidencia numérica e incertidumbre parametrizable (Saltelli et al., 2004).

4.7.1 Evidencia Empírica sobre la Sensibilidad del Modelo DCF

La literatura académica resalta sistemáticamente la alta sensibilidad del método de descuento de flujos de fondos (DCF) respecto a sus principales variables de entrada, con especial énfasis en el costo promedio ponderado de capital (WACC) y la tasa de crecimiento a perpetuidad (g). Múltiples estudios y análisis empíricos han mostrado que variaciones marginales en estos supuestos resultan en cambios significativos —y muchas veces desproporcionados— en el valor estimado final de la empresa (Steiger, 2010; Kramná, 2014; Behr, Mielcarz & Osiichuk, 2018).

En el trabajo de Steiger (2010), se presenta una sensibilidad cuantitativa a través de un caso aplicado sobre BASF (empresa química alemana), donde pequeños ajustes absolutos de sólo 0,5 puntos porcentuales en la tasa g o en el WACC modifican el valor calculado de la empresa en más de un 10%. El análisis tabular muestra que, por ejemplo, un aumento de 100 puntos básicos en el WACC acompañado de una disminución de 50 puntos básicos en g puede reducir el valor accionario estimado en más de un 19%. El autor concluye que el resultado del DCF es altamente sensible tanto al costo de capital como a la tasa de crecimiento a perpetuidad; basta una ligera modificación para provocar grandes variaciones en la valoración calculada.

Kramná (2014) corrobora estos hallazgos a través de un estudio de sensibilidad aplicado a empresas de telecomunicaciones, mostrando que un ajuste de 1% en WACC o g genera modificaciones mayores al 10% en el valor intrínseco estimado. Además, enfatiza que el cambio en el WACC y el g tiene efectos opuestos y de magnitud similar: mientras que un mayor WACC reduce drásticamente el valor estimado, una mayor g lo incrementa proporcionalmente, lo que evidencia el riesgo de manipulación o sesgo en las proyecciones DCF si estas variables no están rigurosamente justificadas.

Behr et al. (2018) profundizan en la falta de robustez de los supuestos de crecimiento a perpetuidad, evidenciando a través de una amplia base de datos de empresas polacas que sólo una minoría ínfima cumple condiciones de estabilidad necesarias para justificar un crecimiento perpetuo constante (menos del 3% de la muestra). Esto hace que la elección puntual de g sea altamente subjetiva y, por ende, causa principal de la sensibilidad y limitada robustez práctica de muchos ejercicios DCF.

Corroborando estos resultados, Drabikov y Svetlík (2025) demuestran empíricamente que, para una variación del 10% en el WACC, el valor de la empresa podría verse afectado en más de un 20%, mientras que idéntica variación en g lo modifica en solo un 5%. De hecho, estos autores establecen que el WACC es la variable de mayor impacto sobre el valor, por encima incluso de los flujos originales o de g , aunque todas contribuyen significativamente a la variabilidad del DCF.

5. Metodología de la Investigación

5.1 Enfoque de la Investigación

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, con el objetivo de obtener y analizar datos numéricos para, en este caso, establecer posibles relaciones medibles entre variables financieras. En particular, se analiza la sensibilidad del valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) ante variaciones controladas en el costo promedio ponderado de capital (WACC) y la tasa de crecimiento a perpetuidad (g). De acuerdo con Sampieri et al. (2014), este tipo de enfoque permite establecer inferencias objetivas a partir del tratamiento cuantitativo y comparativo de los datos, y facilita la replicación de los resultados.

5.2 Tipo y Alcance de la Investigación

La investigación es de tipo correlacional, ya que busca determinar la magnitud y dirección de la relación entre las variables WACC, tasa de crecimiento a perpetuidad (g) y el valor intrínseco resultante del modelo DCF.

Asimismo, el estudio posee un alcance analítico y comparativo, puesto que examina los efectos del modelo en un conjunto de empresas con alta relevancia de mercado —las diez empresas de mayor capitalización del S&P 500 a agosto de 2025—. Se descompone el modelo DCF en sus principales componentes, contrastando los resultados entre casos y observando las variaciones relativas y absolutas del valor intrínseco frente a cambios en los parámetros de entrada.

5.3 Diseño de Investigación

El diseño adoptado es no experimental de tipo transeccional correlacional, conforme a la tipología planteada por Sampieri et al. (2014). No se manipulan las variables en un

entorno real; las modificaciones del WACC y de la tasa de crecimiento se realizan de manera simulada dentro del modelo financiero, con el fin de observar sus efectos sobre el valor intrínseco. El análisis se desarrolla en un único momento temporal (agosto de 2025), utilizando información financiera actual y homogénea de las empresas seleccionadas.

Este diseño permite identificar relaciones y patrones de sensibilidad sin intervenir directamente en los fenómenos observados, garantizando la validez del estudio mediante la replicación computacional del modelo.

5.4 Población y Muestra

La población objetivo está conformada por las empresas que integran el índice S&P 500, representativo del mercado accionario estadounidense. A partir de esta población, se seleccionó una muestra intencional compuesta por las diez compañías con mayor capitalización bursátil al 29 de agosto de 2025 (Apple Inc., Amazon.com Inc., Broadcom Inc, Alphabet Inc., Meta Platforms Inc., Microsoft Corp., NVIDIA Corp., Oracle Corp., Tesla Inc., y Walmart Inc.). Esta selección responde a su relevancia en la composición del índice —equivalente a aproximadamente el 40% de su valor total— y a la disponibilidad pública de información financiera confiable, lo que permite realizar un análisis comparativo consistente.

Se excluyeron deliberadamente las empresas financieras, en particular JPMorgan Chase & Co. (JPM) y Berkshire Hathaway Inc. (BRK.B), dado que el modelo de Flujos de Caja Descontados basado en el Flujo de Caja Libre para la Firma (en inglés, *Free Cash Flow to the Firm*, FCFF) no resulta metodológicamente adecuado para este tipo de entidades dada la dificultad de distinguir entre deuda y capital y de estimar flujos de caja operativos de forma comparable a empresas no financieras (Damodaran, 2025).

5.5 Fuentes de Información y Técnicas de Recolección de Datos

La investigación se sustenta en fuentes secundarias provenientes exclusivamente de la base de datos Bloomberg, de la cual se obtuvieron los informes anuales, estados financieros y demás información relevante de las empresas analizadas. Para la elaboración del modelo de valuación por flujos de caja descontados (DCF), se emplearon las proyecciones obtenidas mediante la función *EE* (*Bloomberg Estimates*),

que reflejan el promedio de las estimaciones realizadas por los analistas que cubren cada una de las compañías seleccionadas.

Utilizamos una proyección de seis años, desde 2025 hasta 2030 inclusive, tomando 2024 como año base, dado que dicho período abarca las proyecciones homogéneas y completas disponibles para las empresas de la muestra. En las Tablas 1 a 10 del Anexo 8.1 se presentan los flujos de caja calculados y los costos de capital basados íntegramente en información disponible en Bloomberg.⁶

De esta forma, el modelo parte de supuestos consistentes con el consenso de mercado, asegurando coherencia entre las estimaciones de valor intrínseco y las expectativas financieras vigentes. Sobre esta base se aplican posteriormente los análisis de sensibilidad para observar cómo varía el valor intrínseco ante cambios en el WACC y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g).

Toda la información fue sistematizada en hojas de cálculo y posteriormente procesada mediante código de Python, el cual automatiza los cálculos del modelo DCF y los análisis de sensibilidad. Este procedimiento asegura la trazabilidad de los datos y la posibilidad de replicación del proceso completo. En el Anexo 8.5 se presenta el código en Python utilizado para el análisis.

5.6 Instrumentos de Análisis

El instrumento principal fue un código de Python desarrollado específicamente para esta investigación. Este código implementa el modelo DCF bajo el enfoque de Flujo de Caja Libre para la Firma (FCFF), permitiendo modificar el WACC y la tasa de crecimiento a perpetuidad (g) para ejecutar análisis de sensibilidad univariada y multivariada, generando matrices y mapas de calor que representan las variaciones en el valor intrínseco. Con el fin de facilitar la interacción con el código, se diseñó una aplicación web mediante la biblioteca de Python Streamlit. Como complemento a la aplicación, también se incluye disponible en el Anexo 8.5 un *notebook* con código para replicar el modelo econométrico utilizado en el análisis.

⁶ Los datos financieros utilizados fueron obtenidos de Bloomberg (Bloomberg L.P., 2025).

El uso de esta herramienta proporciona precisión en los cálculos, reduce el sesgo humano y garantiza la replicabilidad del estudio, cumpliendo con los principios de validez, confiabilidad y objetividad propios del enfoque cuantitativo (Sampieri et al., 2014).

5.7 Procedimiento

El procedimiento metodológico se desarrolló en las siguientes etapas secuenciales:

1. Selección de la muestra: identificación de las diez empresas con mayor capitalización bursátil del índice S&P 500.
2. Recolección de datos: obtención de información financiera histórica y proyectada a través de la base de datos Bloomberg, incluyendo informes anuales, estados financieros y estimaciones de analistas.
3. Cálculo del valor intrínseco base: estimación del valor intrínseco de cada empresa mediante el modelo DCF, utilizando los WACC y proyecciones reportados en Bloomberg, y una tasa de crecimiento a perpetuidad (g) asumida en 3%.⁷
4. Análisis de sensibilidad: variación controlada del WACC y de la tasa de crecimiento (g) dentro de un rango de hasta ± 200 puntos básicos, con el fin de evaluar los cambios porcentuales en el valor intrínseco resultante.
5. Cálculo de elasticidades: determinación de la elasticidad local del valor intrínseco respecto del WACC y de g , a partir de variaciones relativas de hasta $\pm 10\%$ sobre los valores base, para cuantificar la sensibilidad marginal de cada variable.
6. Estimación econométrica: se aplicó una regresión log-log para determinar el efecto promedio, ceteris paribus, de las variaciones marginales en el WACC y en la tasa de crecimiento (g) sobre el valor intrínseco estimado por el modelo DCF.

5.8 Técnicas de Análisis de Datos

Se aplicaron técnicas de análisis descriptivo y comparativo, junto con procedimientos de análisis de sensibilidad determinístico, que permiten medir el grado de variación relativa del valor intrínseco frente a cambios marginales en los parámetros WACC y g .

⁷ Para economías desarrolladas, un análisis conservador (inflación objetivo $\approx 2\%$ + crecimiento $\approx 1-1.5\%$) arroja un intervalo de $\approx 3-3.5\%$; por ello, 3% es un punto medio prudente y replicable para un panel de grandes compañías maduras y bien posicionadas.

Asimismo, se incorporaron medidas de elasticidad local y modelos de regresión lineal para aproximar las variaciones marginales del valor intrínseco y, de esta forma, determinar la magnitud y dirección de los efectos observados en promedio.

5.9 Validez y Confiabilidad

La validez del estudio se sustenta en la aplicación de un modelo de valuación teórico sólido y universalmente aceptado (DCF), la transparencia de las fuentes de datos, y la replicabilidad computacional del proceso analítico. Cada análisis fue realizado bajo condiciones controladas y con parámetros homogéneos entre empresas, garantizando la consistencia del tratamiento de los datos.

La confiabilidad se asegura mediante la estandarización de los cálculos, la verificación cruzada de resultados y la documentación detallada del código Python empleado. Estos elementos garantizan la reproducibilidad y robustez del análisis en diferentes contextos y periodos.

6. Análisis de Resultados

El análisis se centra en los resultados obtenidos a partir de las simulaciones del modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) para las diez principales compañías del índice S&P 500 (Apple, Amazon, Broadcom, Alphabet, Meta, Microsoft, NVIDIA, Oracle, Tesla y Walmart) al mes de agosto de 2025, manteniendo coherencia con el enfoque cuantitativo planteado en la metodología. Se busca comprender cómo las variaciones en el costo promedio ponderado de capital (WACC) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g) influyen sobre el valor intrínseco estimado de las empresas analizadas.

El proceso combina un análisis descriptivo, que permite resumir y visualizar los resultados mediante tablas y gráficos, con un análisis comparativo, orientado a observar diferencias y tendencias entre las variables. A partir de estas comparaciones, se infieren patrones generales de comportamiento, lo que contribuye a interpretar los efectos que ejercen el WACC y la tasa g sobre el valor intrínseco.

Siguiendo las recomendaciones de Sampieri et al. (2014), los resultados se interpretan considerando tanto los fundamentos teóricos del modelo DCF como la evidencia

obtenida a través de la implementación del modelo, procurando mantener la validez, confiabilidad y objetividad del análisis.

Por último, la sección se organiza en subapartados correspondientes a cada pregunta de investigación, donde se presentan los principales hallazgos, se discuten sus implicancias y se desarrollan las conclusiones parciales que servirán de base para la síntesis final del trabajo.

6.1 Variación del Valor Intrínseco ante Cambios Absolutos en WACC y g

En este primer apartado se analizará la variación porcentual del valor intrínseco estimado mediante el modelo DCF ante variaciones absolutas de hasta ± 200 puntos básicos en el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital*, WACC) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g), considerando los resultados a nivel individual por empresa y en promedio para la muestra analizada. Para tal fin se construirán matrices bidimensionales de sensibilidad para cada firma y una matriz promedio representativa del comportamiento conjunto de la muestra.

6.1.1 Resultados Individuales

Las matrices individuales (Tablas 1 a 10 en el Anexo 8.2) reflejan el comportamiento del valor intrínseco estimado frente a variaciones simultáneas en WACC y g.

En todos los casos se verifica un patrón consistente con la teoría financiera. Un incremento en el WACC eleva la tasa de descuento aplicada a los flujos futuros, reduciendo su valor presente; en cambio, un aumento en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g) incrementa el valor terminal y, por ende, el valor intrínseco total.

Asimismo, en todas las empresas analizadas se observa que el impacto de una variación en el WACC resulta superior al efecto de una variación equivalente en la tasa g, reflejando la mayor sensibilidad del modelo ante cambios en el costo de capital.

No obstante, la magnitud de esta diferencia varía entre firmas, dependiendo de la estructura de capital base —es decir, del nivel de WACC de partida, que al acercarse a la tasa g amplifica la sensibilidad del valor intrínseco respecto de esta variable—, y del perfil temporal de los flujos proyectados, dado que la sensibilidad al WACC crece con

el horizonte temporal: los flujos más lejanos son descontados más veces y, por tanto, experimentan variaciones porcentuales mayores ante cambios en la tasa de descuento. En consecuencia, las compañías cuyo valor depende en mayor medida de flujos de largo plazo o del valor terminal muestran una sensibilidad más pronunciada ante variaciones del WACC, mientras que aquellas con flujos concentrados en los primeros años exhiben efectos más atenuados.

Por su parte, la sensibilidad respecto de la tasa g también se vincula con el perfil temporal, aunque de manera distinta: su impacto se concentra en el valor terminal, por lo que las empresas con mayor peso del valor terminal sobre el valor total tienden a mostrar una respuesta más intensa ante cambios en g .

De esta forma, aunque las direcciones del efecto son homogéneas, la intensidad del impacto difiere sustancialmente entre compañías, lo que justifica la construcción de una matriz promedio para caracterizar el comportamiento conjunto de la muestra.

6.1.2 Resultados Promedio para la Muestra

La Tabla 1 muestra la matriz promedio de sensibilidad construida a partir de los diez casos individuales. Las filas representan los cambios en la tasa de crecimiento (g) y las columnas las variaciones en el WACC, ambos en puntos básicos. Los valores indican la variación porcentual promedio del valor intrínseco respecto del escenario base.

Tabla 1: Sensibilidad promedio del valor intrínseco ante cambios absolutos en puntos básicos (pb) del WACC y la tasa de crecimiento a perpetuidad g .

Cambio en pb		Cambios en el WACC								
		-200	-150	-100	-50	0	50	100	150	200
Cambios en la tasa g	-200	8,97%	1,55%	-4,99%	-10,81%	-16,01%	-20,70%	-24,95%	-28,81%	-32,34%
	-150	14,92%	6,63%	-0,61%	-6,99%	-12,67%	-17,76%	-22,34%	-26,48%	-30,25%
	-100	21,81%	12,45%	4,36%	-2,71%	-8,94%	-14,49%	-19,45%	-23,93%	-27,98%
	-50	29,89%	19,19%	10,05%	2,15%	-4,75%	-10,84%	-16,26%	-21,11%	-25,48%
	0	39,55%	27,09%	16,63%	7,71%	0,00%	-6,74%	-12,69%	-17,98%	-22,72%
	50	51,34%	36,52%	24,36%	14,15%	5,43%	-2,10%	-8,68%	-14,49%	-19,66%
	100	66,19%	48,05%	33,58%	21,70%	11,72%	3,22%	-4,14%	-10,57%	-16,25%
	150	85,77%	62,56%	44,84%	30,71%	19,11%	9,37%	1,05%	-6,13%	-12,42%
	200	113,60%	81,69%	59,03%	41,72%	27,92%	16,58%	7,07%	-1,05%	-8,07%

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Interpretación del Comportamiento Promedio

Durante el análisis se identificó que un aumento de 100 pb en el WACC reduce, en promedio, el valor intrínseco en aproximadamente 12,69%, con una desviación estándar de 4,19%, mientras que una reducción equivalente lo incrementa, en promedio, en 16,63%, con una desviación estándar de 6,15%.

Impacto Valor Intrínseco	Incremento 100 pb WACC	Reducción 100 pb WACC
<i>Impacto Promedio</i>	-12,69%	16,63%
<i>Desvío Estándar</i>	4,19%	6,15%

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, un aumento de 100 pb en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g) incrementa, en promedio, el valor calculado en 11,72%, con una desviación estándar de 5,17%, mientras que una reducción equivalente disminuye dicho valor en 8,94%, con una desviación estándar de 3,60%.

Impacto Valor Intrínseco	Incremento 100 pb tasa g	Reducción 100 pb tasa g
<i>Impacto Promedio</i>	11,72%	-8,94%
<i>Desvío Estándar</i>	5,17%	6,15%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa, por lo tanto, una asimetría funcional en los efectos derivados de las variaciones en las variables del modelo —el WACC y la tasa de crecimiento a perpetuidad (g)—. Esto significa que los incrementos y disminuciones de igual magnitud no producen impactos proporcionales sobre el valor intrínseco, lo cual sugiere que la relación entre estas variables y el valor estimado no es lineal. En consecuencia, la sensibilidad del modelo DCF resulta mayor ante mejoras en las condiciones de valuación (reducción del WACC o incremento de g) que ante deterioros equivalentes, reflejando un comportamiento no simétrico.

Este patrón es coherente con la naturaleza del modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF), en el cual las variaciones positivas tienden a amplificarse de manera

compuesta, mientras que las negativas generan efectos atenuados debido a la estructura exponencial del descuento.

En escenarios extremos —con incrementos de 200 pb en el WACC y, simultáneamente, reducciones de 200 pb en la tasa g —, la pérdida de valor promedio alcanza aproximadamente 32%, con una desviación estándar cercana al 11%. En contraste, la combinación opuesta (reducciones de 200 pb en el WACC e incrementos de 200 pb en g) produce un aumento promedio del 114%, con una desviación estándar que supera el 72%.

Impacto Valor Intrínseco	Incremento 200 pb WACC Reducción 200 pb tasa g	Reducción 200 pb WACC Incremento 200 pb tasa g
<i>Impacto Promedio</i>	-32,34%	113,60%
<i>Desvío Estándar</i>	10,60%	72,42%

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de las desviaciones estándar refuerza lo anterior: las variaciones positivas, en escenarios favorables, tienden a amplificarse significativamente, elevando la dispersión de los resultados; mientras que, en contextos adversos, los efectos se atenúan, reduciendo su variabilidad.

Asimismo, esta respuesta evidencia la no linealidad inherente al modelo DCF, donde los efectos marginales de cambios simultáneos en las tasas se potencian de forma exponencial, generando un impacto desproporcionado sobre el valor estimado.

6.1.4 Conclusión Parcial

En síntesis, los resultados obtenidos confirman que el valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) presenta una alta sensibilidad ante variaciones absolutas en el WACC y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g), con un comportamiento no lineal y asimétrico. La evidencia empírica indica que las mejoras en las condiciones de valuación —como reducciones del costo de capital o incrementos en la tasa de crecimiento esperada— producen incrementos proporcionales mayores en el valor estimado que los efectos negativos derivados de deterioros equivalentes.

A nivel individual, si bien las direcciones del efecto son homogéneas entre empresas, la magnitud de las variaciones difiere en función del perfil temporal de los flujos proyectados y del peso relativo del valor terminal, factores que explican la heterogeneidad observada en la sensibilidad al WACC y a la tasa g .

Este patrón refleja una asimetría funcional negativa, coherente con la estructura exponencial del descuento propia del modelo DCF, en la cual los efectos compuestos del crecimiento generan una amplificación del valor en escenarios favorables. Asimismo, las desviaciones estándar observadas sugieren que la dispersión de los resultados aumenta en contextos de expansión, lo cual refuerza la naturaleza no lineal y dependiente de las condiciones de entorno del modelo.

En conjunto, los hallazgos permiten caracterizar el comportamiento promedio de la muestra como convexo respecto a las tasas de descuento y de crecimiento, implicando que la valuación es más sensible ante variaciones positivas en los fundamentos que ante impactos negativos de magnitud similar. Asimismo, se denota una sensibilidad más abrupta del valor intrínseco ante variaciones en el WACC que frente a cambios absolutos equivalencias en la tasa de crecimiento (g). Véanse las Figuras 1 y 2 del Anexo 8.3 para observar la relación descrita.

Estos resultados constituyen la base para el análisis de elasticidades que se desarrolla en la siguiente sección, orientado a cuantificar la magnitud relativa de dichas sensibilidades en términos diferenciales y marginales.

6.2 Elasticidades Promedio frente a Variaciones Relativas en WACC y g

En este subapartado se analizan las elasticidades promedio del valor intrínseco estimado mediante el modelo DCF frente a variaciones relativas en el costo promedio ponderado de capital (WACC) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g), manteniendo constante la otra variable. Los cálculos se realizaron para variaciones proporcionales de hasta $\pm 10\%$ sobre el valor base de cada parámetro, tomando como referencia el promedio de las principales compañías del índice S&P 500 incluidas en la muestra.

6.2.1 Comportamiento General de las Elasticidades

Tabla 2: Elasticidades Promedio del Valor Intrínseco ante Variaciones en el WACC y en la Tasa de Crecimiento (g)

Cambios Relativos en el WACC y en g	Elasticidad Promedio respecto del WACC	Elasticidad Promedio respecto de la tasa
-10%	-1,8417	0,2923
-5%	-1,7028	0,2981
-1%	-1,6058	0,3029
0%	0,0000	0,0000
1%	-1,5613	0,3053
5%	-1,4792	0,3104
10%	-1,3878	0,3169

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que las elasticidades promedio del valor intrínseco respecto del WACC son negativas y de magnitud superior a la unidad en términos absolutos (entre $-1,84$ y $-1,39$), mientras que las elasticidades respecto de g son positivas y menores a la unidad (entre $0,29$ y $0,32$) dentro del rango analizado.

Esto confirma que el modelo es más sensible a cambios relativos en el costo de capital que a variaciones proporcionales en la tasa de crecimiento perpetuo. En términos interpretativos, un aumento del 1% en el WACC reduce en promedio el valor intrínseco en un 1,56%, mientras que un aumento equivalente en g lo incrementa aproximadamente un 0,30%. En otras palabras, la sensibilidad relativa del valor al WACC es alrededor de cinco veces mayor que al crecimiento perpetuo, lo que cuantifica la relación inversa y desigual ya observada en el análisis absoluto del apartado anterior.

Desde el punto de vista económico, esta diferencia refleja la doble incidencia del WACC en el modelo: afecta simultáneamente el descuento de todos los flujos intermedios y el valor terminal, mientras que g actúa únicamente sobre este último componente.

6.2.2 Comportamiento Asimétrico y No Lineal

El análisis de las elasticidades revela un comportamiento no lineal y asimétrico, coherente con la estructura exponencial del modelo DCF. A medida que se incrementa el WACC, la magnitud absoluta de la elasticidad se reduce levemente, indicando una

elasticidad decreciente: el impacto negativo de aumentos adicionales en el costo de capital se atenúa progresivamente. En cambio, ante reducciones del WACC, la elasticidad en valor absoluto se incrementa, reflejando que las mejoras en las condiciones de financiamiento producen efectos más que proporcionales sobre el valor estimado.

En el caso de la tasa de crecimiento perpetuo (g), el patrón se invierte: la elasticidad crece conforme aumentan las tasas de crecimiento, evidenciando una curvatura positiva. Es decir, cada incremento adicional en g genera un efecto marginal creciente sobre el valor, mientras que las reducciones sucesivas tienen un impacto decreciente. Este resultado es consistente con la estructura del modelo, dado que g incide principalmente sobre el valor terminal, el cual representa la porción dominante del valor presente total.

6.2.3 Interpretación Integrada

Las elasticidades promedio permiten cuantificar la intensidad relativa y marginal de las sensibilidades observadas en el apartado 6.1. Mientras el análisis anterior mostraba variaciones absolutas de valor ante cambios discretos en las tasas, las elasticidades capturan la respuesta proporcional del valor ante variaciones infinitesimales, brindando una medida estandarizada y comparable entre variables y empresas.

El signo, la magnitud y la curvatura estimadas confirman la relación inversa con el WACC, la relación directa con g y la mayor intensidad del efecto del costo de capital sobre el valor intrínseco, reforzando la asimetría funcional previamente observada.

6.2.4 Conclusión Parcial

En conjunto, los resultados de elasticidades confirman que el modelo DCF presenta una respuesta diferencial y no lineal frente a variaciones relativas en sus parámetros fundamentales.

La elasticidad promedio del valor con respecto al WACC es mayor en magnitud que la elasticidad con respecto a la tasa g , lo que evidencia que las condiciones de financiamiento y el riesgo percibido tienen un peso decisivo en la formación del valor.

Por su parte, el crecimiento perpetuo ejerce un efecto amplificador en escenarios favorables, pero con menor intensidad marginal.

Estos hallazgos complementan el análisis de sensibilidad absoluta, permitiendo caracterizar la estructura funcional del modelo DCF como convexa tanto respecto del WACC como de la tasa de crecimiento a perpetuidad (g). En ambos casos, los efectos marginales son asimétricos: reducciones en el WACC o incrementos en g generan incrementos más que proporcionales en el valor, mientras que deterioros equivalentes producen pérdidas de menor magnitud relativa.

A partir de estas evidencias, se establece la base para una modelización econométrica, orientada a estimar con mayor precisión los coeficientes de elasticidad marginal del valor intrínseco respecto del WACC y de la tasa g . Esto permitirá verificar la consistencia de las relaciones funcionales observadas y cuantificar, de manera estadísticamente rigurosa, la magnitud promedio del impacto de cada variable sobre el valor estimado.

6.3 Modelización Econométrica del Impacto Promedio de WACC y g en el Valor Intrínseco

Con el objetivo de determinar cómo afectan en promedio, *ceteris paribus*, las variaciones marginales en el costo promedio ponderado de capital (WACC) y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g) al valor intrínseco estimado por el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF), se estimó una regresión lineal múltiple de tipo log-log, en la cual la variable dependiente corresponde al logaritmo del valor DCF resultante, y las variables explicativas son los logaritmos del WACC y de la tasa de crecimiento utilizados en cada simulación. La base de datos utilizada se compone de 4.010 escenarios DCF (401 por empresa), obtenidos al variar simultáneamente el WACC y la tasa g en un rango de ± 200 bps respecto de sus valores de referencia.

6.3.1 Especificación del Modelo

La especificación econométrica adoptada fue la siguiente:

$$\ln(DCF_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(WACC_i) + \beta_2 \ln(g_i) + \varepsilon_i$$

donde β_1 y β_2 representan las elasticidades promedio del valor intrínseco frente a cambios marginales en el WACC y en la tasa de crecimiento, respectivamente, manteniendo constante la otra variable.

Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente resumen estadístico (n = 4010 observaciones, $R^2 = 0.187$):

Variable	Coeficiente	Std Error	t	P> t	Intervalo 95%
<i>Intercepto</i>	1,8790	0,131	14,323	0,000	[1.622 ; 2.136]
<i>log(WACC)</i>	-1.943	0,065	-30,111	0,000	[-2,070 ; -1,817]
<i>log(g)</i>	0.3536	0.031	11,273	0,000	[0,292 ; 0,415]

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente de determinación ($R^2 = 0.187$) indica que, si bien el modelo no pretende tener poder explicativo alto —dado que el objetivo es estimar el efecto promedio de las variaciones marginales—, las variables seleccionadas explican aproximadamente un 18,7% de la variabilidad logarítmica del valor intrínseco. El estadístico F es significativo ($p < 0.001$), lo que confirma la validez global del modelo.

6.3.2 Verificación de Supuestos y Validez del Modelo

Con el propósito de garantizar la confiabilidad de las estimaciones, se realizaron diversas pruebas estadísticas sobre los supuestos del modelo.

a. Multicolinealidad

Se calcularon los factores de inflación de la varianza (Variance Inflation Factor, VIF) para evaluar la posible colinealidad entre las variables explicativas. Los resultados muestran valores de 1.318 para $\log(WACC)$ y 1.318 para $\log(g)$, muy por debajo del umbral comúnmente aceptado de 5 (o incluso 10) como indicador de multicolinealidad problemática. Véase la Tabla 1 del Anexo 8.4.

Esto permite concluir que no existe evidencia de colinealidad significativa entre ambas variables, por lo que las estimaciones de los coeficientes β_1 y β_2 pueden considerarse estables y no distorsionadas por redundancia informativa. El VIF elevado observado en

la constante (≈ 120) carece de relevancia interpretativa, dado que se asocia al término fijo del modelo y no afecta la validez de las elasticidades estimadas. Véase la Tabla 1 del Anexo 8.4.

b. Normalidad y Heterocedasticidad

El test de Jarque–Bera (~ 283) indicó desviación de la normalidad en los residuos, aunque este resultado no afecta la validez de los estimadores dada la gran cantidad de observaciones ($n = 4.010$). Asimismo, se estimó una versión con errores estándar robustos (HC0) para corregir potencial heterocedasticidad —entendida como la variación no constante del error—, sin que se observaran cambios sustantivos en los coeficientes ni en su significancia estadística. Véase la Tabla 2 del Anexo 8.4.

c. Autocorrelación

Dado que las observaciones no presentan estructura temporal, el estadístico Durbin–Watson (0.003) carece de relevancia interpretativa en este contexto. Este estadístico mide la presencia de autocorrelación en los residuos, es decir, si los errores están correlacionados entre sí, lo cual es relevante en series temporales porque podría afectar la validez de los supuestos del modelo. Véase la Tabla 2 del Anexo 8.4.

d. Conclusión de los Diagnósticos

En conjunto, las pruebas realizadas confirman la consistencia de las estimaciones y la validez del modelo log–log para capturar las elasticidades promedio buscadas, cumpliendo razonablemente con los supuestos de independencia, linealidad y homocedasticidad.

6.3.3 Interpretación

Desde el punto de vista económico y financiero, los signos y magnitudes de los coeficientes son consistentes con la teoría de valuación por descuento de flujos.

El coeficiente asociado al $\log(\text{WACC})$ (-1.943) es negativo y altamente significativo, lo que implica que un aumento del 1% en el costo promedio ponderado de capital reduce, en promedio y manteniendo constante la tasa de crecimiento, el valor intrínseco estimado en aproximadamente un 1.94%, *ceteris paribus*.

Por el contrario, el coeficiente correspondiente al $\log(g)$ (0.3536) es positivo y también altamente significativo, indicando que un incremento del 1% en la tasa de crecimiento a perpetuidad incrementa el valor intrínseco en torno a un 0.35%, *ceteris paribus*.

Estas elasticidades promedio reflejan la sensibilidad asimétrica del modelo DCF; la magnitud de la elasticidad frente al WACC es mayor que la del crecimiento, evidenciando que el valor estimado es más sensible a variaciones en la tasa de descuento que a cambios equivalentes en la tasa de crecimiento perpetuo. Este comportamiento resulta esperable, dado que el WACC afecta de manera directa al denominador del flujo descontado, mientras que el crecimiento perpetuo incide en la porción terminal del modelo, generando un impacto más acotado sobre el valor total.

6.3.4 Conclusión Parcial

En términos agregados, los resultados permiten concluir que, en promedio para el conjunto de empresas analizadas, el valor intrínseco obtenido mediante el modelo DCF presenta una elasticidad negativa cercana a -1.94 respecto del WACC y una elasticidad positiva de 0.35 respecto de la tasa de crecimiento a perpetuidad. Esto sugiere que reducciones marginales en el costo de capital generan un aumento proporcionalmente mayor en el valor estimado que el efecto positivo de incrementos equivalentes en la tasa de crecimiento, confirmando la relevancia crítica del WACC como principal determinante del valor presente de los flujos de caja futuros.

7. Conclusiones y Reflexiones Finales

Esta sección sintetiza los hallazgos clave derivados del análisis de sensibilidad del valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) frente a variaciones en el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) y la tasa de crecimiento a perpetuidad (g), realizado sobre las diez empresas de mayor capitalización bursátil del índice S&P 500 a agosto de 2025.

El propósito central de este apartado es responder de manera concluyente a la hipótesis principal del trabajo, integrando los resultados empíricos con el marco teórico de la valuación de empresas.

7.1 Validación de la Hipótesis Central

La hipótesis general del presente trabajo postula que el valor intrínseco estimado mediante el modelo DCF es más sensible a las variaciones en el WACC que a los cambios en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g) en las diez empresas de mayor capitalización del S&P 500. Los resultados obtenidos a lo largo de las tres etapas de análisis (variación absoluta, elasticidades relativas y modelización econométrica) otorgan evidencia suficiente que confirma la validez de la misma.

En términos de evidencia de variación absoluta, al comparar los efectos de variaciones equivalentes (ej. ± 100 puntos básicos), el impacto de un cambio absoluto en el WACC resultó ser superior al efecto de una variación idéntica en la tasa g para todas las empresas de la muestra. Específicamente, un incremento de 100 pb en el WACC reduce el valor intrínseco en promedio un 12,69%, mientras que una reducción equivalente en g lo disminuye en un 8,94%.

En cuanto al análisis de las elasticidades promedio, los resultados mostraron que la sensibilidad relativa del valor al WACC es aproximadamente cinco veces mayor que al crecimiento perpetuo (g). Las elasticidades del valor respecto al WACC son negativas y, en valor absoluto, superiores a la unidad (entre $-1,84$ y $-1,39$), lo que indica una respuesta más que proporcional a los cambios en el costo de capital.

Desde la evidencia econométrica, la estimación de la regresión log-log permitió una cuantificación más precisa del impacto marginal. El coeficiente de elasticidad promedio del valor intrínseco respecto al WACC es de -1.94 , mientras que el coeficiente respecto al g es de 0.35 . Ambos coeficientes resultaron estadísticamente significativos, evidenciando que una variación marginal en el WACC provoca, en promedio, un efecto inverso y de magnitud cercana a dos unidades, mientras que una variación marginal en g genera un efecto directo de aproximadamente un tercio de unidad.

La superioridad de la sensibilidad al WACC se fundamenta en su doble incidencia en la estructura del modelo DCF. El WACC actúa como la tasa de descuento, afectando simultáneamente el valor presente de todos los flujos intermedios proyectados y la estimación del Valor Terminal, que es la porción dominante del valor total. En contraste,

la tasa de crecimiento a perpetuidad g afecta únicamente la porción terminal del modelo.

7.2 Implicancias Metodológicas y Empíricas

El estudio ha validado la aplicación del enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, transeccional correlacional, al establecer relaciones medibles entre el WACC, g , y el valor intrínseco.

En primer lugar, se verifica la validación del modelo FCFF. La investigación confirmó la solidez del modelo de Flujo de Caja Libre para la Firma (FCFF) como la metodología apropiada para valuar la muestra seleccionada, que excluyó entidades financieras dado que el modelo FCFF no resulta adecuado para ellas.

En segundo lugar, se observa el aporte de replicabilidad y rigor. La implementación de un código Python para el análisis de sensibilidad univariada y multivariada garantiza la trazabilidad y la capacidad de replicación en contextos académicos y profesionales. Esto robustece las conclusiones bajo los principios de validez y confiabilidad del enfoque cuantitativo.

Por último, en cuanto a la cuantificación del efecto marginal, el uso de la regresión log-log permitió superar las limitaciones de los análisis determinísticos de variaciones discretas, brindando una medida estandarizada (elasticidad) que captura la respuesta proporcional del valor ante variaciones infinitesimales de los parámetros.

Los hallazgos empíricos refuerzan la literatura previa (Steiger, Kramná, Drabíkov y Svetlík) sobre la alta sensibilidad del DCF, pero añaden la caracterización precisa del comportamiento funcional de las variables en un conjunto de empresas sistémicamente relevantes.

En relación con la asimetría y no linealidad del DCF, se demostró que la relación entre las variables de entrada (WACC y g) y el valor intrínseco no es lineal, sino que presenta una asimetría funcional. Las variaciones positivas en las condiciones de valuación (reducción del WACC o aumento de g) producen incrementos proporcionales mayores en el valor estimado que los efectos negativos derivados de deterioros

equivalentes. Este comportamiento es coherente con la naturaleza exponencial del descuento propia del modelo DCF.

En cuanto al comportamiento convexo, el análisis reveló una curvatura positiva en la sensibilidad respecto a g (cada incremento adicional en g genera un efecto marginal creciente sobre el valor) y una elasticidad decreciente del valor intrínseco respecto al WACC (el impacto negativo de aumentos adicionales en el costo de capital se atenúa progresivamente), lo que, en conjunto, define la estructura del modelo DCF como convexa.

Asimismo, se observa una heterogeneidad individual. A pesar de que la dirección del efecto es homogénea, la intensidad de la sensibilidad difiere entre compañías. Esta heterogeneidad se explica por el perfil temporal de los flujos y el peso relativo del valor terminal en el valor total de la firma.

7.3 Aportes al Conocimiento Financiero

Este estudio contribuye al conocimiento financiero en diversas dimensiones, al refinar la comprensión del modelo de valuación más utilizado en el último siglo.

En primer término, se ofrece evidencia actualizada y de alta relevancia sistémica. A diferencia de estudios anteriores centrados en empresas individuales o mercados menores, este trabajo proporciona evidencia actualizada y comparativa sobre la sensibilidad del DCF en un grupo de empresas que representan cerca del 40% del valor total del índice S&P 500 a agosto de 2025. Esto dota de mayor alcance y relevancia comparativa a la investigación.

En segundo lugar, se aporta la cuantificación de la sensibilidad marginal. El principal aporte es la medición precisa y estadísticamente rigurosa de la elasticidad diferencial del valor intrínseco. Mientras que la literatura previa ya indicaba la mayor vulnerabilidad al WACC, el coeficiente estimado en este estudio establece que la elasticidad del valor intrínseco respecto al WACC es, en promedio, -1.94 , un resultado que proporciona una medida estándar para la comparación futura de estudios de sensibilidad.

En tercer lugar, se presenta un análisis funcional del DCF. El estudio profundiza en el entendimiento de la estructura funcional del DCF, caracterizando y cuantificando su asimetría y no linealidad. Esto es crucial para la teoría de la valuación, ya que demuestra que los efectos del (WACC) y de la tasa de crecimiento g no se combinan de forma aditiva simple, sino que interactúan exponencialmente.

Finalmente, se destaca el desarrollo metodológico abierto. El componente metodológico novedoso, que incluye el desarrollo de un código en Python y una aplicación de Streamlit, facilita la implementación práctica de análisis de sensibilidad univariada y multivariada, promoviendo la investigación reproducible en el campo de la valuación.

7.4 Implicancias Prácticas y Recomendaciones

El análisis de sensibilidad resulta fundamental para inversores y analistas financieros, ya que les permite identificar los riesgos inherentes al uso del DCF en valuaciones reales y poner foco en los inputs de mayor impacto.

En este sentido, se resalta el énfasis necesario en la determinación del WACC. Dada la elasticidad dominante del WACC, se recomienda a los analistas financieros dedicar el máximo rigor y justificación a la estimación de sus componentes (Costo de Capital Propio vía CAPM, Costo de la Deuda, y la estructura de capital). Pequeños errores de estimación en el WACC pueden generar distorsiones desproporcionadas en el valor intrínseco.

Asimismo, se propone el uso obligatorio de análisis de sensibilidad. Los resultados demuestran la peligrosidad de depender de una única estimación puntual (el valor base). Se recomienda que todo ejercicio de valuación mediante DCF incorpore sistemáticamente el análisis de sensibilidad multivariada. Esto es especialmente relevante en escenarios favorables (bajos WACC y altos g), donde la dispersión de resultados se amplifica considerablemente, elevando el riesgo de sobrevaloración.

Por otra parte, se enfatiza la rigurosidad en la tasa de crecimiento a perpetuidad g . Aunque g es menos sensible que el WACC, sigue siendo un componente crítico. Se reitera la necesidad teórica de que g sea estrictamente inferior a la tasa de descuento

para garantizar la convergencia matemática del modelo y de que esté acotada por el crecimiento de la economía en la que opera la firma. Los analistas deben justificar este parámetro rigurosamente, considerando la evidencia empírica que señala que pocas empresas cumplen las condiciones de crecimiento perpetuo constante.

7.5 Limitaciones y Alcance del Estudio

Si bien los resultados obtenidos son robustos en términos metodológicos y estadísticos, es necesario explicitar ciertas limitaciones que acotan el alcance de las conclusiones.

En primer lugar, el trabajo se focaliza en un subconjunto específico de diez empresas del índice S&P 500. Este recorte implica que las magnitudes de sensibilidad estimadas no son extrapolables de manera directa al resto de las compañías del índice, dado que dependen de la estructura particular de flujos de cada firma, de su perfil de riesgo y del peso relativo del Valor Terminal en la valuación. En este sentido, el estudio debe interpretarse como un análisis de caso sobre empresas sistémicamente relevantes, y no como una generalización lineal para todo el universo del S&P 500.

No obstante, el peso agregado de las firmas analizadas —que representan ~40% del valor total del índice— permite afirmar que los resultados son informativos respecto de la sensibilidad del propio índice a shocks en el WACC y en la tasa g . Es decir, aunque las elasticidades promedio calculadas en este estudio no puedan trasladarse de forma directa a cada emisor individual, sí aportan evidencia sobre la forma en que se comporta el segmento de mayor tamaño y, por ende, la porción más relevante del índice.

En segundo lugar, en lo que respecta a la metodología de valuación, se utilizaron seis años de proyección de flujos de caja, período que coincide con el horizonte homogéneo y completo de estimaciones disponible para todas las empresas de la muestra. Este supuesto garantiza consistencia comparativa, pero a la vez limita el análisis a un horizonte finito y estandarizado, dejando fuera escenarios de más largo plazo que podrían modificar las magnitudes de sensibilidad estimadas. En consecuencia, las conclusiones deben entenderse condicionadas a dicho horizonte de proyección y a los supuestos de consenso incorporados en los flujos.

7.6 Síntesis Final

El presente trabajo confirma de manera concluyente la hipótesis central: el valor intrínseco estimado mediante el modelo de Flujos de Caja Descontados (DCF) para las diez empresas de mayor capitalización del S&P 500, a agosto 2025, es más sensible a las variaciones en el costo promedio ponderado de capital (*Weighted Average Cost of Capital*, WACC) que a los cambios en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g).

Esta dominancia se debe a que el WACC afecta al descuento de todos los flujos y al valor terminal, resultando en una elasticidad marginal (-1.94) que es considerablemente superior a la elasticidad marginal de la tasa de crecimiento a perpetuidad g (0.35). Empíricamente, el modelo DCF se comporta de manera no lineal y asimétrica, amplificando los efectos de las mejoras en los fundamentos de valuación (reducciones del costo o aumentos del crecimiento) en comparación con los deterioros equivalentes.

De esta forma, se evidencia que el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) es un determinante altamente importante de la sensibilidad del valor intrínseco calculado mediante el modelo DCF en las empresas de alta capitalización del S&P 500

En última instancia, si bien el DCF es el estándar de valuación, su alta volatilidad inherente frente a los *inputs* exige que los profesionales lo utilicen como un marco para el análisis de escenarios y no como un generador de valor único y definitivo.

8. Anexos

Anexo 8.1 Flujos de Caja y Costos de Capital de las Empresas Analizadas

En las Tablas 1 a 10 se presentan los Flujos de Caja Libre para la Firma (FCFF) y los Costos Promedio Ponderados de Capital (WACC) correspondientes a cada una de las empresas incluidas en la muestra del presente trabajo. Toda la información utilizada fue obtenida de Bloomberg, y los cálculos fueron realizados por los autores a partir de dichos datos. Todos los valores de las tablas están expresados en millones de dólares.

Tabla 1: FCFF y WACC – Apple Inc.

Apple Inc	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	93531,8053	111384,048	117348,59	125065,387	131886,795	125817,286	122227,285
D&A	11445	11083,0667	12310,5075	12939,7708	14404,5033	13173,7959	13110,6161
CAPEX	-9447	-12611,065	-15005,75	-16070,083	-17272,571	-18890,5	-19707,5
Δ Working Capital	-88576	-85615,406	-84363,148	-100474,94	-125698,6	-131374,73	-129871,81
FCFF		106895,456	113401,09	138046,869	154242,379	125776,72	114127,479
WACC Base							10,20%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 2: FCFF y WACC – Amazon.com Inc.

Amazon.com	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	204171,519	204566,721	219473,63	248382,781	275989,653	311726,283	340060,116
D&A	141390	188473,198	254399,577	320667,789	403587,219	335126,031	365171,566
CAPEX	-82999	-119354,35	-133528,09	-142460,2	-139649,27	-145983	-157511,7
Δ Working Capital	-89766	-95812,488	-99543,405	-81720,914	-64292,705	-50778,528	-130574,72
FCFF		279732,059	344076,037	408767,878	522499,391	487355,137	627516,179
WACC Base							10,90%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 3: FCFF y WACC – Broadcom Inc.

Broadcom Inc	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	19118,5607	38173,7823	52119,0365	64898,018	67395,2096	87361,891	90514,4011
D&A	10010	8706,56824	8783,8176	10672,0955	17172,191	21430,7472	23548,3953
CAPEX	1,0625509	1,35875302	2,09587669	1,0181398	1,5	1,5	2,82773412
Δ Working Capital	-6450	-4554,0178	-2974,9924	-1347,2592	-20008,785	-4829,3588	11255,102
FCFF		44985,7271	59325,9245	73943,3984	103230,426	93614,7123	97981,1634
WACC Base							14,90%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 4: FCFF y WACC – Alphabet Inc.

Alphabet Inc	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	93913,6337	107327,882	120782,779	134764,022	155946,066	176180,227	199307,54
D&A	15311	21613,4132	30036,6987	37726,4591	45990,1016	53802,6007	64828,759
CAPEX	49000,0453	34119,7224	59346,7877	65576,8785	86227,6984	96402,0794	108542,662
Δ Working Capital	-21068	-18038,884	-14023,497	-10613,647	5089,26065	18993,9848	27836,537
FCFF		160031,901	206150,878	234657,51	272460,958	312480,183	363836,408
WACC Base							10,10%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 5: FCFF y WACC – Meta Platforms Inc.

Meta Platforms Inc	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	61227,7543	71294,9722	75078,0005	86186,7245	98834,2372	113542,109	135261,039
D&A	15498	18987,7128	27865,7445	36848,5848	46058,2549	52296,6559	65065,7456
CAPEX	-37256	-68815,696	-96466,6	-106358,06	-108698,67	-113844,32	-124032,13
Δ Working Capital	-11366	-5926,9798	-12077,733	-7957,0917	-1193,4167	15995,2532	72031,2614
FCFF		16027,9692	12627,8984	12556,6107	29430,1504	34805,7794	20258,6426
WACC Base							10,90%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 6: FCFF y WACC – Microsoft Corp.

Microsoft Corp	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	89481,9124	105868,971	118995,998	137396,32	160249,236	183186,213	212374,844
D&A	22287	34153	38474,1119	45322,2283	64498,4671	78880,4842	74601,6333
CAPEX	-44477	-64551	-88254,154	-96807,368	-104188	-116843	-116129,83
Δ Working Capital	-41095	-44652	-47005,314	-63762,775	-78054,537	-147715,08	-196630,82
FCFF		79027,9711	71569,2699	102668,641	134851,465	214884,24	219762,384
WACC Base							9,70%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 7: FCFF y WACC – NVIDIA Corp.

NVIDIA Corp	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	32678,0957	75276,4897	110013,921	155622,212	179549,477	197817,288	217492,267
D&A	1553	1864	2462,44205	3120,42229	3750,6384	4679,77584	3394,78412
CAPEX	-1069	-3236	-5669,7895	-6446,2105	-6194,04	-7701,8333	-6446,2
Δ Working Capital	7730	18869	35010,0523	49309,9555	51737,5846	-28155,115	-69390,642
FCFF		62765,4897	90665,5208	137996,521	174678,446	274687,93	255676,377
WACC Base							15,10%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 8: FCFF y WACC – Oracle Corp.

Oracle Corp	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	18628,44	20101,499	22685,1698	26791,0551	37368,3693	48863,2086	56720,0576
D&A	6139	6174	8313,90203	11664,8337	18558,487	27814,1157	39264,0692
CAPEX	-6866	-21215	-35392,517	-48225,241	-66209,591	-69538,071	-71754,889
Δ Working Capital	-19444	-18850	-19386,685	-22714,505	-26231,584	-33351,757	-44394,944
FCFF		4466,499	-3856,7607	-6441,5321	-6765,6558	14259,4255	35272,4257
WACC Base							10,90%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 9: FCFF y WACC – Tesla Inc.

Tesla Inc	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	5630,10323	3617,63403	6014,40171	8897,86305	13227,9183	20240,1015	30021,1363
D&A	5368	5846,42777	6578,28256	7325,54213	7257,45021	7824,10797	8315,57626
CAPEX	-11339	-9968,7059	-10679,514	-11404,533	-10919,938	-10712,5	-11380,1
Δ Working Capital	-7024	-8228,7765	-10908,855	-10930,891	-14535,606	-18229,953	-8885,6535
FCFF		700,132416	4593,24888	4840,90726	13170,1458	21046,0572	17612,3127
WACC Base							13,20%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Tabla 10: FCFF y WACC – Walmart Inc.

Walmart Inc	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NOPAT	24142,6563	27124,9945	28163,1246	30883,8981	34181,2391	36674,3423	38323,1657
D&A	11853	12973	13974,9441	14712,1812	15719,8175	16384,9841	16304,7766
CAPEX	2911	3178	3249,64502	3404,53461	3556,21042	3734,1088	3825,16408
Δ Working Capital	-25405	-26163	-30255,776	-30579,488	-28499,97	-31312,616	-35629,231
FCFF		44033,9945	49480,4895	49324,3262	51377,7489	59606,0811	62769,7211
WACC Base							8,30%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bloomberg.

Anexo 8.2 Matrices de Sensibilidad del Valor Intrínseco ante Variaciones en WACC y g

En las Tablas 1 a 10 se presentan las matrices de sensibilidad del valor intrínseco estimado para cada empresa, ante variaciones absolutas de ± 200 puntos básicos en el WACC y en la tasa de crecimiento a perpetuidad (g).

Tabla 1. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Apple Inc.

AAPL		Valores de WACC								
		8.2000%	8.7000%	9.2000%	9.7000%	10.2000%	10.7000%	11.2000%	11.7000%	12.2000%
Valores de tasa g	1.00%	8,06%	1,41%	-4,44%	-9,62%	-14,25%	-18,40%	-22,15%	-25,56%	-28,66%
	1.50%	13,42%	5,97%	-0,53%	-6,24%	-11,30%	-15,81%	-19,87%	-23,54%	-26,86%
	2.00%	19,65%	11,20%	3,93%	-2,42%	-7,99%	-12,93%	-17,35%	-21,31%	-24,89%
	2.50%	26,96%	17,29%	9,04%	1,94%	-4,26%	-9,70%	-14,53%	-18,84%	-22,71%
	3.00%	35,68%	24,43%	14,99%	6,94%	0,00%	-6,05%	-11,37%	-16,08%	-20,29%
	3.50%	46,26%	32,96%	21,97%	12,75%	4,89%	-1,89%	-7,80%	-12,99%	-17,60%
	4.00%	59,36%	43,29%	30,30%	19,58%	10,57%	2,89%	-3,73%	-9,50%	-14,58%
	4.50%	75,99%	56,09%	40,41%	27,72%	17,24%	8,44%	0,95%	-5,52%	-11,16%
	5.00%	97,83%	72,35%	52,91%	37,59%	25,20%	14,97%	6,37%	-0,95%	-7,27%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Amazon.com Inc.

AMZN		Valores de WACC								
		8.9000%	9.4000%	9.9000%	10.4000%	10.9000%	11.4000%	11.9000%	12.4000%	12.9000%
Valores de tasa g	1.00%	8,58%	1,53%	-4,73%	-10,30%	-15,30%	-19,81%	-23,90%	-27,62%	-31,02%
	1.50%	14,19%	6,35%	-0,54%	-6,64%	-12,09%	-16,97%	-21,38%	-25,37%	-29,00%
	2.00%	20,61%	11,83%	4,18%	-2,55%	-8,51%	-13,83%	-18,60%	-22,90%	-26,80%
	2.50%	28,03%	18,10%	9,53%	2,06%	-4,51%	-10,33%	-15,52%	-20,18%	-24,38%
	3.00%	36,71%	25,36%	15,67%	7,30%	0,00%	-6,42%	-12,10%	-17,18%	-21,73%
	3.50%	46,99%	33,84%	22,75%	13,29%	5,12%	-2,01%	-8,28%	-13,83%	-18,79%
	4.00%	59,38%	43,89%	31,05%	20,22%	10,98%	3,00%	-3,97%	-10,09%	-15,52%
	4.50%	74,58%	56,00%	40,87%	28,33%	17,75%	8,72%	0,93%	-5,87%	-11,86%
	5.00%	93,67%	70,85%	52,70%	37,93%	25,68%	15,35%	6,53%	-1,09%	-7,73%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Broadcom Inc.

AVGO		Valores de WACC								
		12.9000%	13.4000%	13.9000%	14.4000%	14.9000%	15.4000%	15.9000%	16.4000%	16.9000%
Valores de tasa g	1.00%	8,68%	3,43%	-1,41%	-5,88%	-10,02%	-13,87%	-17,46%	-20,81%	-23,94%
	1.50%	12,02%	6,43%	1,30%	-3,43%	-7,80%	-11,84%	-15,61%	-19,11%	-22,39%
	2.00%	15,66%	9,69%	4,23%	-0,78%	-5,40%	-9,67%	-13,63%	-17,30%	-20,73%
	2.50%	19,65%	13,25%	7,42%	2,09%	-2,81%	-7,32%	-11,50%	-15,36%	-18,96%
	3.00%	24,04%	17,16%	10,91%	5,21%	0,00%	-4,79%	-9,20%	-13,28%	-17,06%
	3.50%	28,90%	21,45%	14,73%	8,62%	3,05%	-2,04%	-6,72%	-11,03%	-15,02%
	4.00%	34,31%	26,21%	18,93%	12,36%	6,39%	0,95%	-4,03%	-8,60%	-12,82%
	4.50%	40,36%	31,50%	23,58%	16,47%	10,04%	4,21%	-1,11%	-5,97%	-10,44%
	5.00%	47,18%	37,42%	28,76%	21,02%	14,07%	7,79%	2,09%	-3,11%	-7,87%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Alphabet Inc.

GOOGL		Valores de WACC								
		8.1000%	8.6000%	9.1000%	9.6000%	10.1000%	10.6000%	11.1000%	11.6000%	12.1000%
Valores de tasa g	1.00%	8,63%	0,97%	-5,73%	-11,64%	-16,89%	-21,58%	-25,80%	-29,61%	-33,07%
	1.50%	15,01%	6,38%	-1,09%	-7,63%	-13,40%	-18,53%	-23,11%	-27,23%	-30,95%
	2.00%	22,44%	12,62%	4,20%	-3,10%	-9,49%	-15,12%	-20,13%	-24,60%	-28,62%
	2.50%	31,19%	19,88%	10,29%	2,07%	-5,06%	-11,29%	-16,79%	-21,68%	-26,05%
	3.00%	41,66%	28,43%	17,38%	8,03%	0,00%	-6,96%	-13,05%	-18,42%	-23,20%
	3.50%	54,40%	38,66%	25,74%	14,96%	5,82%	-2,02%	-8,82%	-14,76%	-20,01%
	4.00%	70,25%	51,11%	35,74%	23,13%	12,60%	3,67%	-3,98%	-10,62%	-16,43%
	4.50%	90,51%	66,60%	47,91%	32,90%	20,58%	10,30%	1,58%	-5,90%	-12,38%
	5.00%	117,30%	86,40%	63,05%	44,80%	30,13%	18,10%	8,06%	-0,46%	-7,76%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Meta Platforms Inc.

META		Valores de WACC								
		8.9000%	9.4000%	9.9000%	10.4000%	10.9000%	11.4000%	11.9000%	12.4000%	12.9000%
Valores de tasa g	1.00%	6,44%	1,49%	-2,90%	-6,84%	-10,38%	-13,58%	-16,50%	-19,16%	-21,60%
	1.50%	10,24%	4,77%	-0,06%	-4,36%	-8,20%	-11,65%	-14,78%	-17,63%	-20,23%
	2.00%	14,60%	8,48%	3,14%	-1,58%	-5,77%	-9,52%	-12,90%	-15,96%	-18,74%
	2.50%	19,63%	12,74%	6,77%	1,55%	-3,06%	-7,15%	-10,82%	-14,11%	-17,10%
	3.00%	25,51%	17,66%	10,93%	5,10%	0,00%	-4,50%	-8,50%	-12,08%	-15,30%
	3.50%	32,49%	23,41%	15,73%	9,16%	3,47%	-1,51%	-5,90%	-9,81%	-13,30%
	4.00%	40,89%	30,22%	21,36%	13,86%	7,44%	1,89%	-2,98%	-7,27%	-11,09%
	4.50%	51,20%	38,43%	28,02%	19,36%	12,04%	5,77%	0,34%	-4,41%	-8,60%
	5.00%	64,15%	48,51%	36,04%	25,87%	17,41%	10,26%	4,14%	-1,17%	-5,81%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Microsoft Corp.

MSFT		Valores de WACC								
		7.7000%	8.2000%	8.7000%	9.2000%	9.7000%	10.2000%	10.7000%	11.2000%	11.7000%
Valores de tasa g	1.00%	8,97%	0,57%	-6,72%	-13,10%	-18,74%	-23,75%	-28,23%	-32,25%	-35,89%
	1.50%	16,17%	6,63%	-1,56%	-8,68%	-14,91%	-20,41%	-25,30%	-29,68%	-33,61%
	2.00%	24,64%	13,67%	4,36%	-3,64%	-10,59%	-16,67%	-22,04%	-26,82%	-31,09%
	2.50%	34,74%	21,95%	11,24%	2,15%	-5,66%	-12,44%	-18,38%	-23,63%	-28,29%
	3.00%	46,99%	31,82%	19,33%	8,88%	0,00%	-7,63%	-14,25%	-20,05%	-25,17%
	3.50%	62,16%	43,79%	28,98%	16,78%	6,57%	-2,09%	-9,54%	-16,01%	-21,68%
	4.00%	81,43%	58,61%	40,67%	26,21%	14,30%	4,33%	-4,13%	-11,41%	-17,73%
	4.50%	106,71%	77,43%	55,15%	37,64%	23,51%	11,88%	2,15%	-6,12%	-13,23%
	5.00%	141,36%	102,14%	73,55%	51,79%	34,69%	20,89%	9,53%	0,02%	-8,05%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – NVIDIA Corp.

NVDA		Valores de WACC								
		13.1000%	13.6000%	14.1000%	14.6000%	15.1000%	15.6000%	16.1000%	16.6000%	17.1000%
Valores de tasa g	1.00%	8,19%	3,13%	-1,53%	-5,83%	-9,82%	-13,52%	-16,97%	-20,18%	-23,19%
	1.50%	11,45%	6,06%	1,12%	-3,43%	-7,63%	-11,53%	-15,15%	-18,51%	-21,66%
	2.00%	15,00%	9,25%	3,99%	-0,84%	-5,28%	-9,39%	-13,20%	-16,73%	-20,03%
	2.50%	18,88%	12,72%	7,11%	1,97%	-2,75%	-7,09%	-11,11%	-14,83%	-18,28%
	3.00%	23,15%	16,52%	10,51%	5,02%	0,00%	-4,61%	-8,86%	-12,78%	-16,42%
	3.50%	27,87%	20,70%	14,22%	8,34%	2,98%	-1,92%	-6,43%	-10,58%	-14,41%
	4.00%	33,10%	25,31%	18,31%	11,98%	6,24%	1,00%	-3,80%	-8,20%	-12,26%
	4.50%	38,94%	30,43%	22,82%	15,98%	9,79%	4,18%	-0,94%	-5,63%	-9,93%
	5.00%	45,50%	36,14%	27,83%	20,39%	13,71%	7,66%	2,17%	-2,83%	-7,41%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Oracle Corp.

ORCL		Valores de WACC								
		8.9000%	9.4000%	9.9000%	10.4000%	10.9000%	11.4000%	11.9000%	12.4000%	12.9000%
Valores de tasa g	1.00%	13,98%	1,05%	-10,34%	-20,45%	-29,45%	-37,53%	-44,81%	-51,38%	-57,36%
	1.50%	24,77%	10,34%	-2,28%	-13,40%	-23,27%	-32,06%	-39,95%	-47,05%	-53,47%
	2.00%	37,12%	20,88%	6,80%	-5,52%	-16,38%	-26,01%	-34,60%	-42,30%	-49,24%
	2.50%	51,41%	32,96%	17,11%	3,35%	-8,68%	-19,28%	-28,68%	-37,07%	-44,59%
	3.00%	68,11%	46,92%	28,91%	13,43%	0,00%	-11,75%	-22,10%	-31,28%	-39,47%
	3.50%	87,91%	63,25%	42,55%	24,97%	9,85%	-3,26%	-14,74%	-24,85%	-33,81%
	4.00%	111,75%	82,60%	58,51%	38,31%	21,13%	6,37%	-6,44%	-17,64%	-27,52%
	4.50%	141,01%	105,90%	77,43%	53,91%	34,17%	17,40%	2,98%	-9,53%	-20,47%
	5.00%	177,76%	134,49%	100,20%	72,40%	49,42%	30,15%	13,77%	-0,32%	-12,54%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Tesla Inc.

TSLA		Valores de WACC								
		11.2000%	11.7000%	12.2000%	12.7000%	13.2000%	13.7000%	14.2000%	14.7000%	15.2000%
Valores de tasa g	1.00%	8,88%	2,70%	-2,92%	-8,03%	-12,71%	-17,01%	-20,97%	-24,63%	-28,02%
	1.50%	13,25%	6,57%	0,53%	-4,95%	-9,94%	-14,52%	-18,71%	-22,58%	-26,15%
	2.00%	18,09%	10,84%	4,32%	-1,57%	-6,92%	-11,80%	-16,27%	-20,37%	-24,15%
	2.50%	23,50%	15,58%	8,50%	2,13%	-3,62%	-8,85%	-13,62%	-17,98%	-21,99%
	3.00%	29,56%	20,86%	13,13%	6,22%	0,00%	-5,62%	-10,73%	-15,39%	-19,65%
	3.50%	36,40%	26,79%	18,30%	10,75%	4,00%	-2,08%	-7,57%	-12,56%	-17,11%
	4.00%	44,20%	33,49%	24,10%	15,80%	8,43%	1,83%	-4,10%	-9,47%	-14,35%
	4.50%	53,17%	41,11%	30,65%	21,47%	13,37%	6,17%	-0,28%	-6,08%	-11,32%
	5.00%	63,58%	49,88%	38,10%	27,88%	18,92%	11,00%	3,96%	-2,34%	-8,00%

Fuente: Elaboración propia.

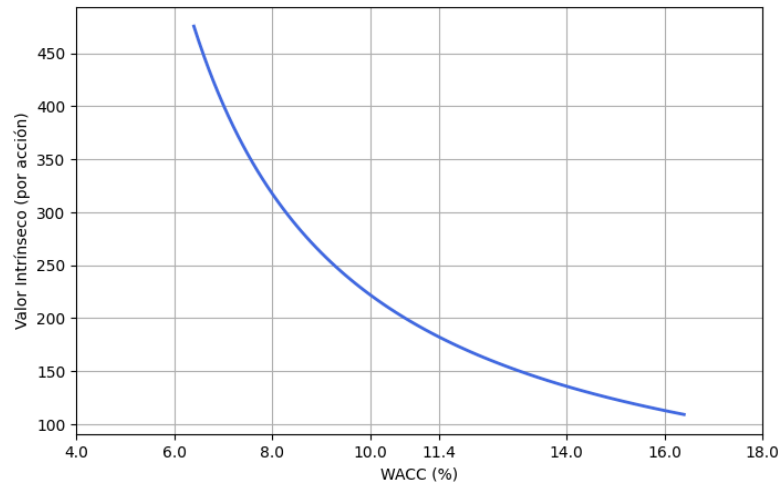
Tabla 10. Matriz de sensibilidad del valor intrínseco – Walmart Inc.

WMT		Valores de WACC								
		6.3000%	6.8000%	7.3000%	7.8000%	8.3000%	8.8000%	9.3000%	9.8000%	10.3000%
Valores de tasa g	1.00%	9,24	-0,79%	-9,21%	-16,40%	-22,59%	-27,98%	-32,72%	-36,91%	-40,65%
	1.50%	18,66%	6,83%	-2,95%	-11,18%	-18,19%	-24,23%	-29,49%	-34,12%	-38,21%
	2.00%	30,28%	16,04%	4,49%	-5,06%	-13,09%	-19,93%	-25,83%	-30,97%	-35,49%
	2.50%	44,96%	27,39%	13,49%	2,22%	-7,11%	-14,94%	-21,63%	-27,39%	-32,41%
	3.00%	64,08%	41,72%	24,57%	11,00%	0,00%	-9,10%	-16,75%	-23,28%	-28,90%
	3.50%	90,03%	60,40%	38,58%	21,84%	8,59%	-2,16%	-11,04%	-18,52%	-24,89%
	4.00%	127,27%	85,75%	56,83%	35,52%	19,17%	6,24%	-4,26%	-12,94%	-20,23%
	4.50%	185,19%	122,13%	81,59%	53,35%	32,54%	16,58%	3,94%	-6,30%	-14,78%
	5.00%	287,68%	178,71%	117,13%	77,55%	49,96%	29,64%	14,05%	1,72%	-8,29%

Fuente: Elaboración propia.

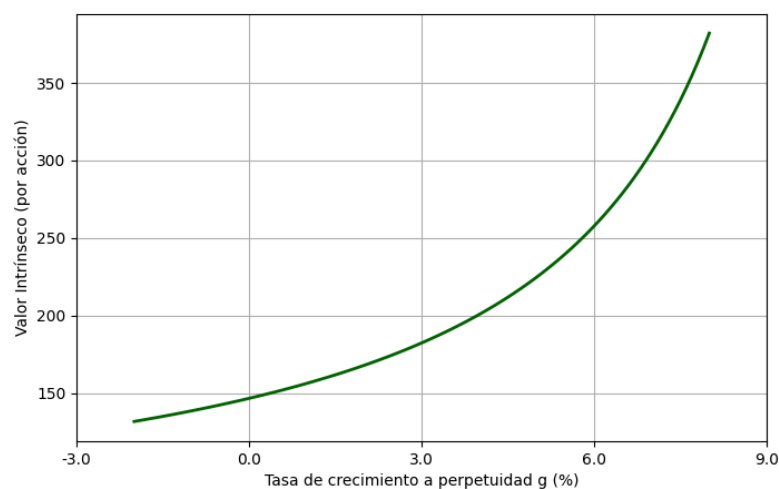
Anexo 8.3 Relación funcional observada entre WACC, g y el valor intrínseco

Figura 1: Relación entre Valor Intrínseco y WACC (g constante = 3%)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2: Relación entre Valor Intrínseco y g (WACC constante = 11.4%)



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8.4 Diagnóstico del Modelo

Tabla 1: Diagnóstico de Multicolinealidad (VIF)

Variable	VIF
<i>const</i>	120.234747
<i>log_wacc</i>	1.317940
<i>log_g</i>	1.317940

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Pruebas de Normalidad y Heterocedasticidad

Estadístico	Valor
<i>R-squared</i>	0.187
<i>Adj. R-squared</i>	0.187
<i>Nº de observaciones</i>	4.010
<i>F-statistic</i>	740.7
<i>Prob(F-statistic)</i>	1.79e-274
<i>Log-Likelihood</i>	-4575.6
<i>AIC</i>	9157.0
<i>BIC</i>	9176.0
<i>Durbin-Watson</i>	0.003
<i>Omnibus</i>	960.518
<i>Prob(Omnibus)</i>	0.000
<i>Jarque-Bera</i>	283.177
<i>Prob(JB)</i>	3.23e-62
<i>Skew</i>	0.424
<i>Kurtosis</i>	2.012
<i>Cond. Number</i>	50.5
<i>Tipo de covarianza</i>	HC0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8.5 Código de Python Implementado

Este anexo presenta la estructura y desarrollo del código implementado para la valuación por *Discounted Cash Flow* (DCF) y el análisis de sensibilidad aplicado a las diez compañías de mayor capitalización del S&P 500.

Se incluyen capturas del código fuente⁸, organizadas por módulo, con el fin de documentar las funciones utilizadas, la lógica de la aplicación y la reproducibilidad de los resultados.

El repositorio completo se encuentra disponible en GitHub:
https://github.com/AdProg-str/analisis_sensibilidad_dcf

8.4.1 Módulo funciones.py — Procesamiento y Cálculos del Modelo

Este módulo contiene las funciones principales utilizadas para procesar los datos financieros, calcular la deuda neta (*Net Debt*), estimar el flujo de fondos libre (FCFF) y realizar la valuación DCF. También incluye los procedimientos para construir las matrices de sensibilidad, calcular elasticidades y obtener desviaciones promedio entre empresas.

⁸ *Nota:* Por razones de extensión y legibilidad, en las capturas que se incluyen a continuación se presentan únicamente fragmentos representativos del código (abreviados con la notación “...” en algunas funciones).

El código completo y en formato ejecutable se encuentra disponible en el repositorio de GitHub indicado al inicio de este anexo.

funciones.py > ...

```
1  # -----
2  # Imports
3  # -----
4
5  import pandas as pd      # Manejo de datos tabulares (DataFrames)
6  import numpy as np       # Cálculo numérico eficiente (vectores/arreglos, álgebra, etc.)
7  import re                # Expresiones regulares para búsqueda/normalización de nombres de cuentas
8  import math              # Funciones matemáticas (p.ej., ceil) usadas en cálculos de elasticidad
9
10 # -----
11 # Clase de dominio: Accion
12 # -----
13
14 # Acá se define la clase Accion() para la creación de los objetos que contendrán
15 # el WACC y la cantidad de acciones de cada compañía. Sirve como contenedor
16 # simple para lookup por ticker.
17
18 class Accion():
19     def __init__(self, wacc, shares):
20         # wacc: costo promedio ponderado de capital (en términos decimales, p.ej. 0.10 = 10%)
21         self.wacc = wacc
22         # shares: cantidad de acciones en circulación (en millones)
23         self.shares = shares
24
25 # -----
26 # Parámetros base por ticker
27 # -----
28
29 # Diccionario de objetos Accion por ticker.
30 # Nota: Los WACC aquí definidos se usan como "centro" (caso base) en las matrices
31 # de sensibilidad; las acciones se usan para pasar de equity value a precio por acción.
32 acciones = {
33     "AAPL": Accion(0.102, 15408),
34     "AMZN": Accion(0.109, 10721),
35     "AVGO": Accion(0.149, 4778),
36     "GOOGL": Accion(0.101, 12447),
37     "META": Accion(0.109, 2614),
38     "MSFT": Accion(0.097, 7469),
39     "NVDA": Accion(0.151, 24940),
40     "TSLA": Accion(0.132, 3498),
41     "ORCL": Accion(0.109, 2866),
42     "WMT": Accion(0.083, 8081),
43 }
```

```

45 # -----
46 # Limpieza y extracción (4 funciones)
47 # -----
48
49 # Las siguientes 4 funciones se encargan de la limpieza y extracción de datos
50 # de los Excels de Bloomberg con las proyecciones cargados en la aplicación.
51 # El resultado final es un DataFrame limpio con las cuentas relevantes para realizar
52 # la valuación por DCF.
53
54 > def limpiar_excel(excel): ...
55
56 > def extraer_partidas(excel_limpio): ...
57
58 > def normalizar_indice(nombre): ...
59
60 > def limpiar_partidas(partidas): ...
61
62 # -----
63 # Cálculo de Net Debt (1 función)
64 # -----
65
66 # La siguiente función se encarga de utilizar el dataframe anterior ya sea para extraer
67 # la deuda neta directamente si la partida existe en los datos y, en caso contrario, calcularla
68 > def get_netdebt(partidas): ...
69
70 # -----
71 # Validación/completado y derivación de partidas operativas (2 funciones)
72 # -----
73
74 # Las siguientes 2 funciones se encargan de:
75 # Función: completar_partidas()
76 # - Realizar una validación de los datos numéricos que se encuentran en el dataframe con las proyecciones.
77 # En caso de que hubiese celdas en el excel con valores inválidos que pudieran interrumpir el código los reemplaza para evitar errores.
78
79 > def completar_partidas(partidas): ...
80
81 # Función: calcular_nuevas_partidas()
82 # - La función completa el dataset financiero generando las partidas operativas necesarias para calcular el FCFF. En particular,
83 # estima el Capital de Trabajo Neto (WK), su variación interanual (Change WK), el beneficio operativo neto después de impuestos (NOPAT)
84 # y finalmente el Free Cash Flow to the Firm (FCFF). A partir de estas nuevas variables, la función devuelve un DataFrame listo
85 # para ser utilizado en las etapas posteriores del modelo DCF.
86
87 > def calcular_nuevas_partidas(partidas): ...
88
89
90 # -----
91 # Limpieza y extracción (4 funciones)
92 # -----
93
94 # Las siguientes 4 funciones se encargan de la limpieza y extracción de datos
95 # de los Excels de Bloomberg con las proyecciones cargados en la aplicación.
96 # El resultado final es un DataFrame limpio con las cuentas relevantes para realizar
97 # la valuación por DCF.
98
99 > def limpiar_excel(excel): ...
100
101 > def extraer_partidas(excel_limpio): ...
102
103 > def normalizar_indice(nombre): ...
104
105 > def limpiar_partidas(partidas): ...
106
107 # -----
108 # Cálculo de Net Debt (1 función)
109 # -----
110
111 # La siguiente función se encarga de utilizar el dataframe anterior ya sea para extraer
112 # la deuda neta directamente si la partida existe en los datos y, en caso contrario, calcularla
113 > def get_netdebt(partidas): ...
114
115 # -----
116 # Validación/completado y derivación de partidas operativas (2 funciones)
117 # -----
118
119 # Las siguientes 2 funciones se encargan de:
120 # Función: completar_partidas()
121 # - Realizar una validación de los datos numéricos que se encuentran en el dataframe con las proyecciones.
122 # En caso de que hubiese celdas en el excel con valores inválidos que pudieran interrumpir el código los reemplaza para evitar errores.
123
124 > def completar_partidas(partidas): ...
125
126 # Función: calcular_nuevas_partidas()
127 # - La función completa el dataset financiero generando las partidas operativas necesarias para calcular el FCFF. En particular,
128 # estima el Capital de Trabajo Neto (WK), su variación interanual (Change WK), el beneficio operativo neto después de impuestos (NOPAT)
129 # y finalmente el Free Cash Flow to the Firm (FCFF). A partir de estas nuevas variables, la función devuelve un DataFrame listo
130 # para ser utilizado en las etapas posteriores del modelo DCF.
131
132 > def calcular_nuevas_partidas(partidas): ...

```

```

270 # -----
271 # Selección del año de corte para estabilidad de FCFF (1 función)
272 # -----
273
274 # La función de abajo se encarga de elegir el año de corte en el cual se estabiliza el FCFF,
275 # usa como parametro que los flujos de los últimos 4 años no sean negativos
276 > def elegir_ultimo_fcff_estable(df, fila_fcff="FCFF", k_pos=4): ...
313
314 # -----
315 # Valuación DCF por acción (1 función)
316 # -----
317
318 # Esta función se encarga de realizar la valuación por flujos de caja descontados y devolver el valor resultante.
319 > def valuacion_DCF(wacc, g, free_cash_flows, ticker, netdebt): ...
366
367 # -----
368 # Generadores de rangos de valores de WACC y g (4 funciones)
369 # -----
370
371 # Las próximas 4 funciones se encargan de calcular el rango de valores a utilizar en las
372 # valuaciones, tanto los valores para el WACC como para la g.
373 # Las funciones con sufijo "2" arman rangos con cambios absolutos (bps); el resto, cambios relativos (%).
374 > def calcular_waccs(wacc_central, cambio=0.01, n=5): ...
381
382 > def calcular_waccs2(wacc_central, cambio=0.01, n=2): ...
389
390 > def calcular_gs(g_central, cambio=0.01, n=5): ...
397
398 > def calcular_gs2(g_central, cambio=0.01, n=2): ...
404
405 # -----
406 # Matrices de sensibilidad (2 funciones)
407 # -----
408
409 # El código de a continuación se encarga de la construcción de la matriz de sensibilidades,
410 # dicha matriz muestra las variaciones porcentuales en torno al precio calculado en el escenario base.
411 > def dcf_sensitivity_matrix(wacc_values, g_values, free_cash_flows, ticker, netdebt, g_to_use): ...
448
449 # La siguiente función construye la matriz de sensibilidad pero mostrando
450 # rangos de precios (valor por acción) en lugar de variaciones porcentuales.
451 > def dcf_scenarios(wacc_values, g_values, free_cash_flows, ticker, netdebt, g_to_use): ...
478
479 # -----
480 # Elasticidades locales (1 función)
481 # -----
482
483 # La función crear_df_con_elasticidades() se encarga de crear la tabla con las
484 # elasticidades hacia el WACC/g a partir de una matriz de sensibilidades (variaciones %).
485 > def crear_df_con_elasticidades(matriz_sensibilidades): ...
533
534 # -----
535 # Desvíos entre matrices (1 función)
536 # -----
537
538 # La siguiente función se encarga de calcular los desvíos, puede ser aplicada a cualquier conjunto
539 # de matrices con resultados. En este caso puntual se uso para calcular el desvío de las variaciones
540 # de precio entre compañías (p.ej., std cell-by-cell sobre una pila de matrices).
541
542 > def calcular_desvios(todas_las_matrices): ...

```

8.4.2 Módulo app.py — Interfaz Interactiva en Streamlit

En este módulo se desarrolla la aplicación interactiva construida en Streamlit, que permite cargar los archivos de proyecciones, visualizar las partidas financieras, ajustar los parámetros del modelo (WACC y g), generar escenarios y exportar los resultados a Excel.

```

app.py > ...
18 de valuación están en 'funciones.py', importadas al inicio.
19 """
20 # -----
21 # Imports de librerías y módulos
22 # -----
23
24 import streamlit as st          # Framework web para la app interactiva
25 import pandas as pd            # Manejo de tablas y exportaciones
26 import numpy as np            # Cálculo numérico
27 from funciones import (        # Funciones utilitarias del pipeline financiero
28     limpiar_excel, extraer_partidas, normalizar_indice, limpiar_partidas,
29     get_netdebt, completar_partidas, calcular_nuevas_partidas, calcular_desvios,
30     elegir_ultimo_fcff_estable, valuacion_DCF, calcular_waccs, calcular_gs, dcf_scenarios,
31     dcf_sensitivity_matrix, calcular_waccs2, calcular_gs2, crear_df_con_elasticidades, acciones
32 )
33 import io                      # Buffers en memoria para construir el Excel de salida
34 from datetime import datetime, timedelta  # Timestamps para auditoria/exportación
35 import plotly.graph_objects as go  # Gráficos (barras, heatmaps, etc.)
36 import plotly.express as px       # API de alto nivel para gráficas comparativas
37 import yfinance as yf            # (Opcional) Queda importado si se extiende a precios de mercado
38
39 # Comando de ejecución local de referencia:
40 # py -m streamlit run app.py --server.address localhost --server.port 8501
41
42 # -----
43 # Configuración general de la app Streamlit (layout y encabezado)
44 # -----
45
46 st.set_page_config(
47     layout="wide" # Layout ancho para aprovechar espacio en tablas/gráficos
48 )
49
50 # Título y Descripción
51 st.markdown(
52     "<h1 style='color:#f89100ff; font-size:42px;'>📊 Valuación por DCF & Análisis de Sensibilidad</h1>",
53     unsafe_allow_html=True
54 )
55
56 st.markdown("Suba las proyecciones para realizar la valuación por DCF y el análisis de sensibilidad.")
57
58 # ----- Líneas 62-68 -----
59 # Estado de sesión: estructuras para persistir empresas procesadas y escenarios guardados
60 # -----
61
62 # Diccionario {file_key: dict(...)} con lo procesado por archivo
63 if 'processed_companies' not in st.session_state:
64     st.session_state.processed_companies = {}
65
66 # Lista de escenarios guardados (cada uno con g, WACC, años, etc.)
67 if 'saved_scenarios' not in st.session_state:
68     st.session_state.saved_scenarios = []
69
70 # ----- Líneas 77-142 -----
71 # Sección 1: Carga de archivos y validación de tickers
72 # - Lee excels, limpia y normaliza partidas
73 # - Calcula deuda neta, completa partidas faltantes y deriva nuevas (WK, NOPAT, FCFF)
74 # - Determina el punto de corte de FCFF estable y guarda todo en session_state
75 # -----
76
77 st.header("1. Carga de Datos Financieros")
78
79 # Widget para la carga de archivos
80 uploaded_files = st.file_uploader(
81     "Suba uno o más archivos de Excel",
82     type=['xlsx', 'xls'],
83     accept_multiple_files=True,
84     help="Suba archivos de Excel con los estados financieros para el análisis de la empresa."
85 )

```

```

86
87 # Procesamiento de los archivos cargados
88 if uploaded_files:
89     for uploaded_file in uploaded_files:
90         file_key = uploaded_file.name # Clave estable por nombre de archivo
91
92         # Solo se procesan si no fueron ya procesados
93         if file_key not in st.session_state.processed_companies:
94             try:
95                 # 1) Lectura del Excel a DataFrame "crudo"
96                 excel_data = pd.read_excel(uploaded_file)
97
98                 # 2) Limpieza de cabeceras/columnas y detección de ticker
99                 excel_limpio, ticker = limpiar_excel(excel_data)
100
101                 # 3) Validación de ticker contra la lista soportada (acciones dict)
102                 if ticker not in acciones:
103                     st.error(f"❌ El ticker '{ticker}' del archivo '{uploaded_file.name}' no es compatible. Tickers compatibles: {', '.join(acciones.keys())}")
104                     continue
105
106                 # 4) Selección de partidas relevantes y normalización de nombres
107                 partidas = extraer_partidas(excel_limpio)
108                 partidas.index = partidas.index.map(normalizar_indice)
109                 partidas = limpiar_partidas(partidas)
110
111                 # 5) Cálculo de Deuda Neta (con fallback si no hay Net/Total/ST+LT)
112                 netdebt = get_netdebt(partidas)
113
114                 # 6) Validar y derivar partidas operativas (WK, ΔWK, NOPAT, FCFF)
115                 partidas = completar_partidas(partidas)
116                 partidas = calcular_nuevas_partidas(partidas)
117
118                 # 7) Se selecciona el año en el que se estabiliza el FCFF
119                 año_corte, fcff_hasta_corte = elegir_ultimo_fcff_estable(...)
120
121                 free_cash_flows = np.array(fcff_hasta_corte)[1:]
122
123                 # Se guarda la información procesada para su posterior uso
124                 st.session_state.processed_companies[file_key] = {...}
125
126                 st.success(f"✅ Procesado correctamente: {uploaded_file.name} (Ticker: {ticker})")
127
128             except Exception as e:
129                 # Manejo defensivo de errores de lectura/formato
130                 st.error(f"❌ Error al procesar {uploaded_file.name}: {str(e)}")
131
132
133
134 # ----- Líneas 152-350
135 # Sección 2: Visualización de partidas procesadas y parámetros de análisis
136 # - Muestra partidas clave (NOPAT, D&A, CAPEX, WK, FCFF)
137 # - Setea sliders para g, WACC y años de DCF
138 # - Permite usar WACC por defecto o uno global
139 # - Gestión de escenarios (guardar, listar, comparar)
140 # -----
141
142 if st.session_state.processed_companies:
143     fcffs = [] # Mantiene copias de las partidas seleccionadas para reporte
144
145     # (2.1) Explorador de partidas procesadas por archivo/ticker
146     with st.expander("🔍 Ver Información Financiera Procesada"):
147         for file_key, company_data in st.session_state.processed_companies.items():
148
149             # (2.2) Parámetros globales de valuación (UI)
150             st.markdown("<h3 style='color:#f89100ff; font-size:36px;'>2. Parametros de la Valuación</h3>", ...)
151
152             # Obtiene el valor mínimo y máximo para el slider selector basandose en todas las empresas
153             all_waccs = [data['default_wacc'] for data in st.session_state.processed_companies.values()]
154             all_num_years = [data['num_years'] for data in st.session_state.processed_companies.values()]
155
156             min_wacc = min(all_waccs)
157             max_wacc = max(all_waccs)
158             avg_wacc = np.mean(all_waccs)
159             max_years = max(all_num_years)
160
161             # Tres columnas con sliders y estados
162             col1, col2, col3 = st.columns(3)
163
164             # Selector de tasa g
165             with col1:
166
167                 # Selector de WACC
168                 with col2:
169
170                     # Cantidad de años de los FCFF a usar en la valuación
171                     with col3:
172
173                         # Checkbox para usar el WACC predeterminado para cada compañía
174                         use_default_wacc = st.checkbox(
175                             "Usar el WACC predeterminado de cada empresa",
176                             value=True,
177                             help="""Si se selecciona esta opción, cada empresa utilizará su propio WACC predeterminado. De lo contrario, se utilizará el valor de WACC predeterminado para todas las empresas.""")
178

```

```

227 # -----
228 # Gestión de escenarios: guardado, tabla de escenarios y comparación gráfica
229 # -----
230
231 st.subheader("📁 Gestor de Escenarios")
232
233 col_scenariol, col_scenariol2 = st.columns([2, 1])
234
235 # Selector de nombre de escenario
236 > with col_scenariol: ...
237
238 # Botón de guardado del escenario actual
239 > with col_scenariol2: ...
240
241 # Muestra los escenarios guardados
242 if st.session_state.saved_scenarios:
243 > with st.expander(f"📁 Ver y Comparar los Escenarios ({len(st.session_state.saved_scenarios)})", expanded=False): ...
244
245 st.divider()
246
247
248 # ----- 358-418 -----
249 # Sección 3: Resultados de valuación DCF por compañía
250 # - Calcula y muestra métricas (valor estimado, WACC/g usados, años, TV%)
251 # - Renderiza comparativas simples
252 # -----
253
254 st.markdown(
255     "<h3 style='color:#f89100ff; font-size:35px;'>3. Resultados de la Valuación</h3>",
256     unsafe_allow_html=True)
257
258 # Guarda la valuación de cada compañía
259 company_valuations = {}
260
261 # Creación de columnas para mostrar los resultados
262 num_companies = len(st.session_state.processed_companies)
263 cols = st.columns(min(3, num_companies))
264
265 for idx, (file_key, company_data) in enumerate(st.session_state.processed_companies.items()):
266     ticker = company_data['ticker']
267
268     # Determina que WACC usar
269     wacc_to_use = company_data['default_wacc'] if use_default_wacc else wacc_override
270
271     # Recorta los cashflows en función del año en que se estabilizan
272     fcf_to_use = company_data['free_cash_flows'][:num_years_to_use]
273
274     # Cálculo de la valuación
275 > stock_value = valuacion_DCF(...)
276
277 > valor_terminal = valuacion_DCF(...)
278
279 > company_valuations[ticker] = { ...
280
281     # Muestra los resultados en columnas
282     col_idx = idx % 3
283 > with cols[col_idx]: ...
284
285 st.divider()
286
287

```

```

420 # ----- Líneas 425-492 -----
421 # Sección 4: Comparativos entre compañías
422 # - Barras de valor, barras de WACC, línea de valores combinados
423 # -----
424
425 if len(company_valuations) > 1:
426     st.markdown(
427         "<h3 style='color:#f89100ff; font-size:36px;'>4. Comparativo</h3>",
428         unsafe_allow_html=True)
429
430     # Preparación de los datos para los gráficos
431     tickers_list = list(company_valuations.keys())
432     stock_values = [val['stock_value'] for val in company_valuations.values()]
433     waccs_used = [val['wacc_used'] for val in company_valuations.values()]
434     gs_used = [val['g_used'] for val in company_valuations.values()]
435
436     col_chart1, col_chart2 = st.columns(2)
437
438     # Comparación de valores intrínsecos
439     with col_chart1:
440 >         fig_value = go.Figure(data=[...]
441
442         fig_value.update_layout(...)
443
444         st.plotly_chart(fig_value, use_container_width=True)
445
446     # Comparación de WACCs
447     with col_chart2:
448 >         fig_wacc = go.Figure(data=[...]
449
450         fig_wacc.update_layout(...)
451
452         st.plotly_chart(fig_wacc, use_container_width=True)
453
454     st.divider()
455
456
457 # ----- Líneas 501-666 -----
458 # Sección 5: Análisis de sensibilidad
459 # - Configura rangos y pasos para WACC y g (absolutos o relativos)
460 # - Genera matrices de sensibilidad (cambios %) y de precios (niveles)
461 # - Muestra tabla/heatmap y calcula elasticidades locales
462 # -----
463
464 st.markdown(
465     "<h3 style='color:#f89100ff; font-size:36px;'>5. Análisis de Sensibilidad</h3>",
466     unsafe_allow_html=True)
467
468 # Parámetros para la matriz de sensibilidad
469 st.subheader("Parámetros de la Matriz de Sensibilidad")
470 col_s1, col_s2, col_s3 = st.columns(3)
471
472 absolute_changes = st.checkbox('Usar cambios absolutos')
473
474 # Magnitud de cambio en WACC (ui en %, convertido a fracción)
475 with col_s1:
476 >     wacc_sensitivity_pct = st.slider(...)
477     wacc_sensitivity_range = wacc_sensitivity_pct / 100
478
479 # Leyenda contextual según el modo elegido
480 if absolute_changes:
481     ...
482 else:
483     st.caption(f'Variaciones de un {wacc_sensitivity_pct}%')
484
485 # Magnitud de cambio en g (ui en %, convertido a fracción)
486 with col_s2:
487 >     g_sensitivity_pct = st.slider(...)
488     g_sensitivity_range = g_sensitivity_pct / 100
489
490 if absolute_changes:
491     ...
492 else:
493     st.caption(f'Variaciones de un {g_sensitivity_pct}%')
494
495 with col_s3:
496     # Cantidad de pasos a cada lado del centro (n) + 2n+1 puntos
497 >     n_steps = st.slider("Número de pasos", ...)
498
499 # Parte en la que se generan las matrices de sensibilidad
500 st.subheader("Análisis de Sensibilidad por Compañía")
501
502 st.markdown(f"*Se muestran las variaciones porcentuales en torno al escenario base*")
503
504 # Seleccionador de tipo de visualización
505 > viz_type = st.radio(...)
506
507 # Toggle para mostrar matriz de precios en vez de % (tabla)
508 boton_precios = st.toggle('Mostrar Precios')
509
510 all_sensitivity_matrices = [] # Guarda matrices % por firma
511 all_elasticidades = [] # Guarda tablas de elasticidades por firma
512

```

```

574 for ticker, valuation_data in company_valuations.items():
575
576     with st.expander(f"#### {ticker}"):
577         # WACC y g central para el ticker
578         base_wacc = valuation_data['wacc_used']
579         base_g = valuation_data['g_used']
580
581         # Selección de generador de array con valores de g y WACC según "absoluto" o "relativo"
582     > if absolute_changes: ...
583
584     else:
585         wacc_values = calcular_waccs(base_wacc, cambio=wacc_sensitivity_range, n=n_steps)
586         g_values = calcular_gs(base_g, cambio=g_sensitivity_range, n=n_steps)
587
588     # Genera la matriz de sensibilidad
589     sensitivity_matrix = dcf_sensitivity_matrix(...)
590
591     # Genera la matriz de precios
592     prices_matrix = dcf_scenarios(...)
593
594     # Elasticidades locales (fila/columna centrales)
595     elasticidades_df = crear_df_con_elasticidades(sensitivity_matrix)[0]
596     valores_wacc = crear_df_con_elasticidades(sensitivity_matrix)[1]
597     valores_g = crear_df_con_elasticidades(sensitivity_matrix)[2]
598
599     # Acumuladores globales
600     all_sensitivity_matrices.append(sensitivity_matrix)
601     all_elasticidades.append(elasticidades_df)
602
603     # Muestra los resultados en base a la opción de visualización seleccionada
604     if viz_type in ["Tabla", "Ambos"]:
605         if not boton_precios: ...
606     else:
607         st.dataframe(...)
608
609     st.dataframe(elasticidades_df.style.format({...
610
611     if viz_type in ["Mapa de Calor", "Ambos"]: ...
612
613     st.markdown("----")
614
615
616 # ----- Líneas 672-704 -----
617 # Agregados cross-empresa: promedio y desvío estándar de matrices y elasticidades
618 # -----
619
620 if len(all_sensitivity_matrices) > 1 and absolute_changes:
621     # Ejes comunes estimados desde los últimos valores calculados
622     columnas = valores_wacc
623     indice = valores_g
624
625     # Promedio cell-by-cell de las matrices individuales
626     average_matrix = pd.DataFrame(sum([df.to_numpy() for df in all_sensitivity_matrices])
627                                  / len(all_sensitivity_matrices), columns=np.round(columnas), index=indice)
628
629     st.subheader("Matriz de Sensibilidades Promedio")
630
631     st.dataframe(average_matrix)
632
633     # Desvío estándar muestral por celda
634     st.markdown("**Desviación Estándar**")
635     desvio_matrix = pd.DataFrame(calcular_desvios(all_sensitivity_matrices), index=average_matrix.index, columns=average_matrix.columns)
636     st.dataframe(desvio_matrix)
637
638 if len(all_sensitivity_matrices) > 1:
639     # Promedio de elasticidades (columna a columna)
640     elasti_prom = pd.DataFrame(sum([df.to_numpy() for df in all_elasticidades]) / len(all_elasticidades),
641                                columns=["Cambio Relativo WACC (%)", "Elasticidades WACC Promedio",
642                                           "Cambio Relativo g (%)", "Elasticidades g Promedio"])
643     # Reemplazo de columnas de cambios relativos por valores comunes
644     elasti_prom.iloc[:,0] = crear_df_con_elasticidades(sensitivity_matrix)[4]
645     elasti_prom.iloc[:,2] = crear_df_con_elasticidades(sensitivity_matrix)[3]
646
647     # Desvío estándar de elasticidades (mismo helper, sobre tabla 2D)
648     desvio_elast = pd.DataFrame(calcular_desvios(all_elasticidades), columns=elasti_prom.columns)
649
650     st.subheader("Elasticidades Promedio")
651
652     st.dataframe(elasti_prom)
653

```



```

706 # ----- Líneas 712-816 -----
707 # Sección 6: Exportación a Excel
708 # - Genera un reporte con resumen de valuaciones, matrices individuales,
709 #   promedios/desvíos y tabla de elasticidades
710 # -----
711
712 st.markdown(
713     "<h3 style='color:#f89100ff; font-size:36px;'>6. Exportar Resultados</h3>",
714     unsafe_allow_html=True)
715
716 > def create_excel_report(company_valuations, all_sensitivity_matrices, avg_matrix=None): ...
717
718 # Prepara matriz promedio con una grilla común para la exportación
719 avg_matrix_for_download = None
720 if len(all_sensitivity_matrices) > 1:
721
722     avg_base_wacc_export = np.mean([val['wacc_used'] for val in company_valuations.values()])
723     avg_base_g_export = np.mean([val['g_used'] for val in company_valuations.values()])
724
725     common_wacc_export = calcular_waccs(avg_base_wacc_export, cambio=wacc_sensitivity_range/5, n=5)
726     common_g_export = calcular_gs(avg_base_g_export, cambio=g_sensitivity_range/5, n=5)
727
728     common_matrices_export = []
729     for ticker, valuation_data in company_valuations.items():
730 >         cm = dcf_sensitivity_matrix(...)
731         common_matrices_export.append(cm)
732
733     avg_matrix_for_download = pd.concat(common_matrices_export).groupby(level=0).mean()
734
735 # (6.2) Construye el Excel y expone botón de descarga
736 > excel_report = create_excel_report(...)
737
738 timestamp = datetime.now().strftime("%Y%m%d_%H%M%S")
739
740 st.download_button(
741     label="📄 Descargar Reporte en Excel",
742     data=excel_report,
743     file_name=f"Análisis_Sensibilidad_{timestamp}.xlsx",
744     mime="application/vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet",
745     help="Descarga un reporte en excel con todos los resultados"
746 )
747
748 else:
749     # Mensaje inicial cuando aún no hay archivos cargados
750     st.info("📁 Suba uno o más archivos de Excel para comenzar el análisis")
751
752 # ----- Líneas 821-822 -----
753 # Pie de página con aclaración de alcance y tickers soportados
754 # -----
755 st.divider()
756 st.caption("Herramienta de Valuación por DCF y Análisis de Sensibilidad | Tickers Soportados: " + ", ".join(acciones.keys()))

```

8.4.3 Cuaderno regresion.ipynb — Análisis Econométrico y Gráficos de Relación

El cuaderno de Jupyter⁹ documenta la etapa analítica y econométrica del proyecto. En él se realiza la estimación de regresiones log-log entre el valor intrínseco obtenido mediante DCF, el WACC y la tasa g , además de la visualización gráfica de las relaciones y verificaciones estadísticas básicas.

⁹ Jupyter Notebook: entorno interactivo de programación que integra código, texto y gráficos en un único documento reproducible.

```

# Clase simple para guardar parámetros por ticker (WACC y acciones)
class Accion():
    def __init__(self, wacc, shares):
        self.wacc = wacc      # WACC central de la empresa (decimal)
        self.shares = shares  # Acciones en circulación (millones)

# Diccionario con parámetros base por ticker (WACC y acciones)
acciones = {
    "AAPL": Accion(0.102, 15408),
    "AMZN": Accion(0.109, 10721),
    "AVGO": Accion(0.149, 4778),
    "GOOGL": Accion(0.101, 12447),
    "META": Accion(0.108, 2614),
    "MSFT": Accion(0.097, 7469),
    "NVDA": Accion(0.151, 24940),
    "TSLA": Accion(0.132, 3498),
    "ORCL": Accion(0.109, 2866),
    "WMT": Accion(0.083, 8081),
}

# Armado de lista con todos los tickers
lista_acciones = acciones.keys()

all_waccs = []

for ticker in lista_acciones:
    all_waccs.append(acciones[ticker].wacc)

```

✓ 0.0s

```

import pandas as pd
import re
import numpy as np

info_all_acciones = [] # (Opcional) lista agregada de resultados por compañía

# Nota: en celdas siguientes se irán creando/llenando diccionarios como info_limpia, netdebts, etc.

for accion in lista_acciones:
    try:
        info_all_acciones.append(pd.read_excel(f"C:/Users/usuario/OneDrive/Python/python_for_finance/Excels/Est{accion}.xlsx")) # Notebook
    except:
        info_all_acciones.append(pd.read_excel(f"C:/Users/Adrian/OneDrive/Python/python_for_finance/Excels/Est{accion}.xlsx")) # PC

tickers = []
todos_los_excels_limpios = []

# Pipeline de limpieza de los excels con las funciones que se encuentran ya explicadas en funciones.py
> def limpiar_excel(excel): ...

> def extraer_partidas(excel_limpio): ...

> def normalizar_indice(nombre): ...

> def limpiar_partidas(partidas): ...

> def completar_partidas(partidas): ...

> def calcular_nuevas_partidas(partidas): ...

# Lista de resguardo de los excels crudos
excels_sin_completar = []

# Limpieza de cada excel
> for excel in info_all_acciones: ...

# Creación de diccionarios con la información de todas las compañías
info_sin_completar = {}
info_limpia = {}

informacion_limpia = list(zip(tickers, todos_los_excels_limpios))
info_sin_completar2 = list(zip(tickers, excels_sin_completar))

for ticker, info in informacion_limpia:
    info_limpia[ticker] = info

for ticker, info in info_sin_completar2:
    info_sin_completar[ticker] = info

```

```
# Obtención de la deuda neta para cada compañía y guardado en una lista
> def get_netdebt(partidas):...
```

```
netdebts = {}

for ticker, info in info_sin_completar.items():
    netdebts[ticker] = get_netdebt(info)
```

✓ 0.0s

```
import pandas as pd

# Elección del año donde se establezcan los flujos
> def elegir_ultimo_fcff_estable(df,...
```

✓ 0.0s

```
# Calculo y guardado de los FCFs para cada empresa
free_cash_flows_empresas = {}

for ticker, partidas in info_limpia.items():
    anio_corte, fcff_hasta_corte = elegir_ultimo_fcff_estable(partidas)

    free_cash_flows = np.array(fcff_hasta_corte)[1:]

    data = [anio_corte, free_cash_flows]

    free_cash_flows_empresas[ticker] = data[1]

free_cash_flows_datos = {}

for ticker, fcfs in free_cash_flows_empresas.items():
    free_cash_flows_datos[ticker] = fcfs
```

✓ 0.0s

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Funciones auxiliares tambien ya explicadas en funciones.py

> def valuacion_DCF(wacc, g, free_cash_flows, ticker, netdebt):...

n = 200

> def calcular_waccs(wacc_central, cambio=0.0001, n=n):...

> def calcular_gs(g_central=0.03, cambio=0.0001, n=n):...
```

✓ 0.0s

```
# Bloque donde se generan valores de WACC y g para posteriormente usar en la creación del dataframe
# con los datos para correr la regresión.
```

```
accion_y_waccscongs = {}

accion_y_gs = calcular_gs(g_central=0.03, cambio=0.0001, n=200)

for ticker in info_limpia.keys():
    waccs = calcular_waccs(acciones[ticker].wacc, cambio=0.0001, n=200)
    accion_y_waccscongs[ticker] = list(zip(waccs, accion_y_gs))
```

✓ 0.0s

```
import pandas as pd
import numpy as np

# Bloque donde se realizan las valuaciones. Se generan los 4010 escenarios a ser evaluados en la regresión

filas = []

filas2 = []

for ticker, waccg in accion_y_waccscongs.items():
    for w, g in waccg:
        resultado = valuacion_DCF(...)
        filas.append(...)
        filas2.append(...)

df = pd.DataFrame(filas)
```

✓ 0.0s

```
> ~
from statsmodels.formula.api import ols
from statsmodels.api import qqplot

# Bloque donde se corre la regresión lineal múltiple log-log por Mínimos Cuadrados Ordinarios.
# También se utilizan errores estándar robustos de White.

modelo = ols("log_resultado_dcf ~ log_wacc_usado + log_g_usada", data=df).fit(cov_type="HC0")

modelo.summary()
```

[28] ✓ 0.0s

...

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	log_resultado_dcf	R-squared:	0.187			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.187			
Method:	Least Squares	F-statistic:	740.7			
Date:	Tue, 11 Nov 2025	Prob (F-statistic):	1.79e-274			
Time:	00:07:59	Log-Likelihood:	-4575.6			
No. Observations:	4010	AIC:	9157.			
Df Residuals:	4007	BIC:	9176.			
Df Model:	2					
Covariance Type:	HC0					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
Intercept	1.8790	0.121	15.550	0.000	1.642	2.116
log_wacc_usado	-1.9433	0.051	-38.394	0.000	-2.043	-1.844
log_g_usada	0.3536	0.030	11.985	0.000	0.296	0.411
Omnibus:	960.518	Durbin-Watson:	0.003			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	283.177			
Skew:	0.424	Prob(JB):	3.23e-62			
Kurtosis:	2.012	Cond. No.	50.5			

Notes:

[1] Standard Errors are heteroscedasticity robust (HC0)

```
from statsmodels.stats.outliers_influence import variance_inflation_factor
import statsmodels.api as sm
import pandas as pd

# Bloque donde se realiza el test de Variance Inflation Factor

# Seleccionar las variables explicativas
X = df[['log_wacc_usado', 'log_g_usada']]

# Agregar constante (intercepto)
X = sm.add_constant(X)

# Calcular VIF para cada variable
vif_data = pd.DataFrame()
vif_data["Variable"] = X.columns
vif_data["VIF"] = [variance_inflation_factor(X.values, i) for i in range(X.shape[1])]

print(vif_data)
```

✓ 0.0s

	Variable	VIF
0	const	120.234747
1	log_wacc_usado	1.317940
2	log_g_usada	1.317940

```
# Bloque de código donde se arma un dataframe con información de una valuación conjunta de todas las empresas
# para crear un gráfico ilustrativo de la relación del valor intrínseco con el WACC y con la g.
```

```
> def valuacion_DCF_all(wacc, g, free_cash_flows, shares, netdebt):...
```

```
    fcf_all_empresas = sum(free_cash_flows_empresas.values())
```

```
    netdebt_all = sum(netdebts.values())
```

```
    all_shares = 0
```

```
> for ticker in lista_acciones:...
```

```
    waccs = calcular_waccs(0.10, cambio=0.001, n=500)
```

```
    gs = calcular_gs(0.03, cambio=0, n=500)
```

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
# Bloque que crea los gráficos ilustrativos de las relaciones entre el valor y WACC y g
```

```
# --- Parámetros base (puedes adaptarlos según tu caso) ---
```

```
free_cash_flows = fcf_all_empresas
```

```
netdebt = netdebt_all
```

```
# objeto mínimo para simular .shares
```

```
wacc_central = 0.114
```

```
g_central = 0.03
```

```
n = 50
```

```
delta = 0.002 # paso 20 bps
```

```
# --- Construcción de arrays de WACC y g ---
```

```
wacc_array = calcular_waccs(0.114, cambio=0.001, n=n)
```

```
g_array = calcular_gs(0.03, cambio=0.001, n=n)
```

```
# --- Resultados DCF vs WACC (g constante) ---
```

```
dcf_vs_wacc = []
```

```
for w in wacc_array:
```

```
    val, _ = valuacion_DCF_all(w, g_central, free_cash_flows, shares=all_shares, netdebt=netdebt)
```

```
    dcf_vs_wacc.append(val)
```

```
# --- Resultados DCF vs g (WACC constante) ---
```

```
dcf_vs_g = []
```

```
for g in g_array:
```

```
    val, _ = valuacion_DCF_all(wacc_central, g, free_cash_flows, shares=all_shares, netdebt=netdebt)
```

```
    dcf_vs_g.append(val)
```

```
# --- Gráfico 1: DCF vs WACC ---
```

```
plt.figure(figsize=(8,5))
```

```
plt.plot(wacc_array * 100, dcf_vs_wacc, color='royalblue', linewidth=2)
```

```
plt.title(f'Relación entre DCF y WACC (g constante = {g_central:.2%})')
```

```
plt.xlabel("WACC (%)")
```

```
plt.ylabel("Valor Intrínseco (por acción)")
```

```
plt.grid(True)
```

```
# Agregar una marca en el 11.4%
```

```
# Definir las marcas del eje x manualmente, incluyendo el 11.4
```

```
ticks = [4, 6, 8, 10, 11.4, 14, 16, 18]
```

```
plt.xticks(ticks, [f'{t:.1f}' for t in ticks]) # formato limpio con un decimal
```

```
plt.show()
```

```
# --- Gráfico 2: DCF vs g ---
```

```
plt.figure(figsize=(8,5))
```

```
plt.plot(g_array * 100, dcf_vs_g, color='darkgreen', linewidth=2)
```

```
plt.title(f'Relación entre DCF y g (WACC constante = {wacc_central:.2%})')
```

```
plt.xlabel("Tasa de crecimiento a perpetuidad g (%)")
```

```
plt.ylabel("Valor Intrínseco (por acción)")
```

```
plt.grid(True)
```

```
# Definir las marcas del eje x manualmente, incluyendo el 11.4
```

```
ticks = [-3, 0, 3, 6, 9]
```

```
plt.xticks(ticks, [f'{t:.1f}' for t in ticks]) # formato limpio con un decimal
```

```
plt.show()
```

✓ 0.1s

9. Bibliografía

- Behr, A., Mielcarz, P., & Osiichuk, D. (2018). Terminal value calculation in DCF valuation models: An empirical verification. *e-Finanse*, 14(1), 27-38.
- Bloomberg L.P. (2025). Bloomberg Terminal [Base de Datos]. Datos extraídos el 29 de agosto de 2025.
- CFA Institute. (2023). Corporate issuers, equity valuation (CFA® Program Curriculum, Level II, Volume 3). CFA Institute.
- Damodaran, A (2006). *Damodaran on valuation: Security analysis for investment and corporate finance* (2nd ed.). Wiley.
- Damodaran, A. (2011). *The little book of valuation: How to value a company, pick a stock, and profit*. John Wiley & Sons.
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (3rd ed.). Wiley.
- Damodaran, A. (2025). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (4th ed.). Wiley.
- Drabikov, E., & Svetlík, J. (2025). Sensitivity analysis application in the company valuation: The case of discounted cash flow method. *Ad Alta Journal*, 8(1), 58-62.
- Dumrauf, G. L. (2010). *Finanzas Corporativas: Un enfoque latinoamericano* (2a ed.). Alfaomega Grupo Editor Argentino.
- Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2012). *Principios de administración financiera* (12.ª ed.; A. Enríquez Brito, Trad.). Pearson Educación.
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305–360. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- Kaplan Schweser. (2023). *CFA 2024 Level II: Schweser Notes, Book 3: Equity valuation*. Kaplan, Inc.
- Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2005). *Valuation: Measuring and managing the value of companies* (4th ed.). McKinsey & Company / Wiley.
- Kramná, E. (2014). Key input factors for discounted cash flow valuations. *WSEAS Transactions on Business and Economics*. Disponible en: <https://publikace.k.utb.cz/handle/10563/1003843>

- Kraus, A., & Litzenberger, R. H. (1973). A state-preference model of optimal financial leverage. *The Journal of Finance*, 28(4), 911–922.
- Kruschwitz, L., & Loeffler, A. (2006). *Discounted cash flow: A theory of the valuation of firms*. John Wiley & Sons.
- Madura, J. (2016). *Mercados e instituciones financieras* (11.^a ed.). Cengage Learning.
- Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *The American Economic Review*, 48(3), 261–297. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/1809766>
- Modigliani, F., & Miller, M. H. (1963). Corporate income taxes and the cost of capital: A correction. *The American Economic Review*, 53(3), 433–443. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/1809167>
- Myers, S. C., & Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 13(2), 187–221.
- Parker, R. H. (1968). Discounted cash flow in historical perspective. *Journal of Accounting Research*, 6(1), 58–71. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/2490123>
- Pinto, J. E., Henry, E., Robinson, T. R., & Stowe, J. D. (2010). *Equity asset valuation* (2nd ed.). Wiley.
- Saltelli, A., Tarantola, S., Campolongo, F., & Ratto, M. (2004). *Sensitivity Analysis in Practice: A Guide to Assessing Scientific Models*. John Wiley & Sons.
- Steiger, F. (2010). The validity of company valuation using Discounted Cash Flow methods. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1003.4881>