

Stochastic Valuation para Entornos de Riesgo

Python + Monte Carlo

Facundo Ravale
Buenos Aires, Argentina
Junio de 2025

INDICE

Introducción al modelo	pág. 3
Fórmula general del modelo	pág. 3
Enfoque estocástico y simulación Monte Carlo	pág. 4

Inputs operativos del modelo

Modelado de ventas	pág. 5
Costos de ventas (COGS)	pág. 9
Gastos operativos (Opex)	pág. 12
Depreciaciones y amortizaciones (D&A)	pág. 15
Variación en el capital de trabajo (ΔWC)	pág. 17
Gastos de capital (CapEx)	pág. 20

Costo de capital (WACC)

Valor del equity (E)	pág. 23
Valor de la deuda (D)	pág. 24
Tasa libre de riesgo (r_f)	pág. 24
Beta apalancada (β)	pág. 25
Equity Risk Premium (ERP)	pág. 25
Prima de riesgo país (CRP)	pág. 26
Costo de la deuda (r_d)	pág. 26
Tasa impositiva corporativa (T)	pág. 27

Anexos y referencias

Referencias bibliográficas	pág. 28
Metodología y fuentes	pág. 29
Limitaciones y consideraciones metodológicas	pág. 32

Modelo

Este modelo tiene como objetivo estimar el valor presente del equity de una empresa privada argentina utilizando una proyección estocástica de flujos de caja libre descontados. El enfoque combina una estructura clásica de flujo de fondos descontados (DCF) con Monte Carlo para capturar la incertidumbre inherente a los principales drivers operativos y financieros.

Este enfoque surge como respuesta a una limitación metodológica observada en la práctica profesional: la valuación por DCF tradicional suele asumir supuestos deterministas únicos para cada variable proyectada, lo cual resulta poco realista en economías volátiles como la argentina. Si bien existen aplicaciones académicas del enfoque estocástico en sectores como minería, real estate o infraestructura, su uso en valuación de compañías de capital privado es escaso. Este modelo busca contribuir a ese vacío, ofreciendo una herramienta flexible que incorpore incertidumbre explícita en las proyecciones, manteniendo la lógica conceptual del DCF clásico.

La lógica del modelo se basa en dos pilares: Estimación explícita de los Free Cash Flows to Firm (FCFF) año a año, proyectando los componentes operativos clave como ventas, costos, gastos, capital de trabajo y CapEx. Descuento de esos flujos al presente utilizando el costo promedio ponderado de capital (WACC), al cual también se le suma un valor terminal. Finalmente, el valor resultante se ajusta sumando caja y restando deuda financiera para obtener el valor del equity.

Fórmula General del Modelo

$$Equity\ Value = \sum_{t=1}^N \frac{[(EBITDA_t - \Delta WC_t - CapEx_t)]}{(1 + WACC)^t} + \frac{[(EBITDA_N - \Delta WC_N - CapEx_N) \cdot (1 + g)]}{(WACC - g) \cdot (1 + WACC)^N} + Cash - Debt$$

Conceptualmente:

- Se proyectan los FCFF en cada año como:

$$FCF_t = EBITDA_t - \Delta Working\ Capital_t - CapEx_t$$

- Estos flujos se descuentan a valor presente con el WACC, que representa el costo del capital considerando tanto equity como deuda.
- El modelo incluye un valor terminal que representa la perpetuidad posterior al último año proyectado, aplicando una tasa de crecimiento de largo plazo g .
- Finalmente, se ajusta el Enterprise Value (EV) a Equity Value, sumando la caja disponible y restando la deuda financiera total.

Enfoque Estocástico

A diferencia de un DCF tradicional determinista, este modelo aplica una simulación Monte Carlo sobre las tasas de crecimiento anual de cada driver financiero (ventas, costos, OPEX, CapEx, etc.). Para cada iteración de la simulación:

- Para cada variable financiera modelada, se generan observaciones aleatorias a partir de una distribución normal parametrizada por su media y desviación estándar, de modo que:

$$\mathcal{X} \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$$

- Estos valores representan tasas de crecimiento anual simuladas, y se utilizan para construir trayectorias estocásticas de los flujos proyectados a lo largo del horizonte de análisis.
- Se proyectan los flujos año a año.
- Se calcula un valor presente descontado de esos flujos.
- Se repite el proceso diez mil de veces para construir una distribución del valor estimado del equity.

Esto permite capturar la dispersión de escenarios posibles y construir rangos de valuación bajo casos bajistas, neutrales y alcistas.

Modelado de ventas

En un modelo de valuación basado en flujos de caja descontados, los ingresos por ventas (revenue) constituyen el punto de partida fundamental de toda la proyección financiera. A partir de ellos se derivan las demás magnitudes relevantes, tales como costos, márgenes operativos, EBITDA y, finalmente, los flujos de caja libres. Por tal motivo, la correcta modelización de esta variable es esencial para garantizar la consistencia y robustez del modelo.

Enfoques metodológicos para la proyección de ventas

Existen dos estrategias principales para modelar los ingresos futuros de una compañía:

1. Enfoque top-down (descendente)

Consiste en proyectar los ingresos a partir de variables agregadas, principalmente macroeconómicas y sectoriales. La lógica implica comenzar desde el tamaño del mercado total y estimar la porción que podría capturar la empresa en función de su participación proyectada.

Variables típicas:

- Tamaño y evolución del mercado total
- Participación de mercado de la firma
- Proyecciones de crecimiento sectorial

Aplicabilidad:

Este enfoque resulta adecuado para empresas con fuerte correlación con el ciclo económico, o en situaciones donde se dispone de información confiable sobre el comportamiento del sector.

2. Enfoque bottom-up (ascendente)

Parte de los impulsores operativos internos de la empresa, desagregando las ventas en componentes como volumen, precio promedio, cantidad de clientes u otras métricas operativas.

Ejemplos de drivers:

- Precio promedio \times volumen de unidades vendidas
- Número de clientes \times ticket promedio
- Número de puntos de venta \times ventas por punto

Aplicabilidad:

Este enfoque es preferible cuando se dispone de un conocimiento detallado del modelo de negocios y sus métricas clave.

Determinantes de las ventas: factores micro y macroeconómicos

a. Factores microeconómicos (endógenos)

- **Volumen vendido:** condicionado por la capacidad instalada, canales de distribución y demanda efectiva.
- **Precio unitario promedio:** influido por políticas comerciales, competencia e inflación.
- **Mix de productos:** composición de las ventas entre bienes de distinto margen o precio.
- **Canales de venta:** proporción entre ventas físicas, online, mayoristas, etc.
- **Estrategias comerciales:** promociones, fidelización, expansión territorial, etc.

b. Factores macroeconómicos (exógenos)

- **Inflación esperada:** impacta directamente sobre el componente nominal de las ventas.

- **Tipo de cambio:** relevante para empresas exportadoras o que comercializan bienes importados.
- **Nivel de actividad (PBI o consumo privado):** determina la demanda agregada.
- **Ingreso disponible:** vinculado a salarios reales y tasas de empleo.
- **Costo del crédito al consumo:** fundamental en sectores B2C sensibles al financiamiento.
- **Regulación de precios:** especialmente relevante en sectores regulados.

Ejemplificación sectorial del modelado de ingresos

Sector	Driver principal	Supuestos típicos en Argentina
Retail físico	Transacciones × ticket promedio	Inflación minorista + crecimiento real del consumo
SaaS / tecnología	Usuarios activos × tarifa mensual	Adopción tecnológica + tipo de cambio si clientes pagan en USD
Consumo masivo	Volumen × precio unitario	Inflación + elasticidad-precio + estabilidad o caída en volumen
Generación eléctrica	MWh despachados × precio	Alta regulación; precios indexados a inflación o tipo de cambio
Agroindustria	Toneladas vendidas × precio FOB	Commodities internacionales + tipo de cambio + retenciones

Formulación matemática y opciones de modelado

Opción A — Proyección mediante tasa de crecimiento compuesta

$$Revenue_t = Revenue_n \cdot (1 + g)^t$$

Donde g puede descomponerse en:

- Inflación proyectada + crecimiento real sectorial
- Tasa histórica compuesta de crecimiento (CAGR)
- Estimaciones de analistas o benchmarks de industria

Opción B — Proyección por descomposición en precio y volumen

$$Revenue_t = Volumen_t . Precio_t$$

Donde:

- $Volumen_t$: se proyecta en términos reales
- $Precio_t$: se ajusta por IPC, IPIM o tipo de cambio, según el caso

Recomendaciones prácticas para el contexto argentino

1. Separar crecimiento real e inflación nominal:

- Por ejemplo: 2% crecimiento real + 120% inflación da un crecimiento total de 122.4% nominal.

2. Trabajar con escenarios diferenciados:

- Escenario base: inflación esperada + crecimiento sectorial neutro.
- Escenario optimista: expansión real por inversiones o nuevos canales.
- Escenario pesimista: caída real del volumen ante recesión.

3. Cuando no se dispone de data granular:

- Utilizar CAGR de ingresos reales históricos ajustado por inflación proyectada + juicio experto fundamentado.

Modelado del Costo de Ventas (COGS)

El costo de ventas (COGS, por sus siglas en inglés) representa el conjunto de costos directamente atribuibles a la producción o adquisición de los bienes o servicios vendidos por una empresa. Dado que el COGS se encuentra estrechamente ligado a las ventas, su adecuada proyección es crítica para estimar márgenes brutos sostenibles y flujos de caja razonables.

Estrategias de modelado

1. Proyección como porcentaje de ventas

Este enfoque se basa en asumir una estructura de margen bruto constante en el tiempo. Es especialmente útil en modelos agregados o cuando no se dispone de información operativa detallada. Por ejemplo, si se parte de un margen bruto histórico de 35%, el COGS se estima como el 65% de las ventas proyectadas.

2. Proyección basada en costos unitarios

En contextos donde se dispone de información granular, puede descomponerse el COGS en:

$$COGS_t = Volumen_t \cdot Costo Unitario_t$$

- El **volumen** corresponde a unidades producidas o vendidas.
- El **costo unitario** puede ajustarse en función de variables como la inflación mayorista (IPIM), el tipo de cambio o los precios de insumos específicos.

3. Modelo híbrido: costos fijos y variables

En sectores con presencia significativa de costos fijos, puede resultar útil modelar el COGS como:

$$COGS_t = Costos Fijos_t + (Costo Variable por unidad_t \cdot Volumen_t)$$

Este esquema permite capturar ganancias de escala cuando el crecimiento del volumen diluye la carga fija.

Determinantes del COGS

a. Factores microeconómicos (endógenos)

- **Eficiencia operativa:** productividad, reducción de desperdicios, mejoras de procesos.
- **Poder de negociación con proveedores:** impacto en precios unitarios de insumos.
- **Tecnología de producción:** automatización, obsolescencia o mejoras tecnológicas.
- **Estrategia de abastecimiento:** dependencia de insumos importados vs locales.
- **Economías de escala:** mayor volumen puede reducir el costo promedio unitario.

b. Factores macroeconómicos (exógenos)

- **Inflación mayorista (IPIM):** incide directamente sobre insumos y materias primas.
- **Tipo de cambio oficial y MEP:** particularmente relevante si se importan bienes intermedios.
- **Precios internacionales de commodities:** acero, petróleo, alimentos, etc.
- **Costo laboral real:** salarios, cargas sociales, paritarias.
- **Regulación y restricciones externas:** licencias de importación, controles de precios, SIRA.

Ejemplos sectoriales

Sector	Composición típica del COGS	Principales drivers de costo
Alimentos / bebidas	Materias primas, packaging, energía	Precios agropecuarios, IPIM, FX
Industria metalúrgica	Insumos metálicos, energía, logística	Commodities, tipo de cambio
Software	Margen bruto alto, COGS casi nulo	Costos fijos operativos
Retail	Reposición de inventario	Inflación minorista, logística
Energía eléctrica	Insumos energéticos, mantenimiento	Gas en dólares, indexación regulatoria

Recomendaciones metodológicas para Argentina

1. **Indexar costos por inflación mayorista (IPIM) y tipo de cambio** si existe componente importado.
2. Evaluar la trayectoria esperada de eficiencia operativa:
 - Si mejora: el COGS puede crecer por debajo de las ventas (margen bruto en expansión).
 - Si empeora: el COGS crece más rápido que las ventas (margen en contracción).
3. En empresas con exposición cambiaria o fuerte presión sobre costos laborales, considerar escenarios que combinen distintas trayectorias de inflación, FX y salarios.

Modelado de Gastos Operativos (Opex)

Los gastos operativos (Opex) comprenden todos aquellos costos recurrentes asociados al funcionamiento de la estructura administrativa y comercial de una empresa, excluyendo los costos directos de producción (COGS) y la amortización contable. Su correcta estimación es esencial para reflejar márgenes operativos sostenibles y proyecciones realistas del EBITDA y los flujos de caja.

Estrategias de modelado

1. Proyección como porcentaje de los ingresos

Este enfoque, ampliamente utilizado en modelos agregados, asume que los gastos operativos escalan proporcionalmente con los ingresos. Por ejemplo, si históricamente los Opex representan el 20% de las ventas, se proyecta que esa proporción se mantiene (o se ajusta levemente en función de eficiencia esperada).

$$Opex_t = Revenue_t \cdot Ratio_{opex/revenue}$$

2. Descomposición en gastos fijos y variables

Consiste en dividir los Opex en:

- **Componentes fijos:** no varían directamente con la actividad. Ej.: sueldos administrativos, alquileres, servicios generales.
- **Componentes variables:** tienden a crecer con el volumen de operaciones. Ej.: comisiones comerciales, marketing, servicios escalables.

$$COGS_t = Opex\ Fijo_t \cdot (Ratio_{variable} \cdot Revenue_t)$$

Este enfoque es preferible en empresas con estructuras operativas más estables y predecibles, como firmas de tecnología o SaaS.

Determinantes del Opex

a. Factores microeconómicos (endógenos)

- **Estructura de personal indirecto:** tamaño, calificación y política salarial.
- **Estrategia de expansión:** apertura de sucursales, inversión en canales digitales.
- **Nivel de automatización:** uso de tecnología puede reducir componentes fijos.
- **Gasto comercial:** intensidad de campañas de marketing, retención de clientes.
- **Política de tercerización:** puede modificar el perfil de gastos fijos vs variables.
- **Servicios y estructura física:** consumo de energía, conectividad, alquiler de oficinas o depósitos.

b. Factores macroeconómicos (exógenos)

- **Inflación minorista (IPC):** afecta servicios, salarios y contratos indexados.
- **Paritarias y evolución de salarios reales:** especialmente relevante en sectores con alta sindicalización.
- **Costos de financiamiento operativo:** vinculados a tasas de interés locales.
- **Regulación laboral:** impacto en costos indirectos del empleo.
- **Tipo de cambio:** cuando ciertos contratos están denominados en moneda extranjera (alquileres, servidores, servicios cloud, etc.).

Ejemplos sectoriales

Sector	Composición típica del Opex	Principales determinantes
Retail tradicional	Personal de atención, alquiler, servicios	IPC, paritarias, tipo de cambio (alquileres en USD)
Software / SaaS	Salarios IT, servidores, marketing	Inflación en sector tecnológico, costos dolarizados
Energía (generación)	Mantenimiento, RRHH técnico	IPC, indexación industrial regulada
Producción alimentaria	Administración, logística comercial	IPC, costos de transporte (atados a combustible y tipo de cambio)

Recomendaciones metodológicas para el contexto argentino

1. **Separar los componentes en pesos vs dólares** si existe exposición a moneda extranjera (por ejemplo, contratos de alquiler en USD, proveedores internacionales).
2. **Considerar presiones estructurales sobre el Opex**, dado que en muchos sectores argentinos los gastos crecen por encima del IPC real debido a:
 - Rigideces laborales
 - Ineficiencias estructurales
 - Cargas ocultas (fiscales, sindicales, logísticas)
3. **Modelar elasticidad operativa no lineal:**
 - En empresas con economías de escala, los Opex pueden crecer más lentamente que los ingresos.
 - En estructuras poco eficientes o en expansión acelerada, los Opex pueden escalar más rápido.

Modelado de Depreciaciones y Amortizaciones (D&A)

En un enfoque de proyección financiera de tipo bottom-up, la estimación de las depreciaciones y amortizaciones (D&A) puede derivarse a partir del comportamiento del capital expenditure (CapEx), dada su naturaleza contable vinculada a la inversión en activos fijos amortizables. Para evitar una modelización ad hoc o arbitraria, se propone una función de dependencia parcial basada en evidencia empírica y principios contables.

Relación funcional entre CapEx y D&A

La tasa de crecimiento de las D&A se modela como:

$$gD\&A = 0,6 \cdot gCapEx \cdot 0,02$$

Justificación de los coeficientes

a. Coeficiente de sensibilidad parcial: 0.6

Este valor refleja una elasticidad media entre CapEx y D&A. Si bien existe una correlación estructural entre ambas variables, la relación no es estrictamente lineal ni completa. Entre los motivos que justifican este desacople parcial se destacan:

- **CapEx de reposición:** no necesariamente incrementa el valor depreciable neto, ya que reemplaza activos existentes.
- **Activos con vida útil prolongada:** generan depreciación contable diluida en el tiempo.
- **CapEx no amortizable:** terrenos u otros activos no sujetos a depreciación.
- **Desfasajes temporales:** el CapEx actual se traduce en D&A futura, dependiendo del criterio contable aplicado.

Estudios como los compilados por Damodaran (NYU Stern) y evidencia de prácticas contables observadas en empresas industriales y tecnológicas indican que, en promedio, las D&A representan entre el **40% y el 80%** del CapEx

histórico anual. El coeficiente 0.6 se asume como una **media razonable suavizada** para empresas con intensidad moderada en inversiones.

b. Término constante: 0.02

Este intercepto cumple una función estabilizadora en el modelo. Aun cuando el CapEx proyectado tenga crecimiento nulo o bajo, el modelo incorpora un **crecimiento mínimo inercial de 2% anual en D&A**, lo cual refleja:

- **Ajustes nominales por inflación contable o reexpresión de activos**
- **Correcciones técnicas o regulatorias en valores residuales**
- **Estimaciones por vida útil que evolucionan en el tiempo aún sin CapEx adicional**

Este enfoque evita que el valor de D&A proyectado quede artificialmente constante, capturando dinámicas contables realistas en contextos inflacionarios como el argentino.

Aplicabilidad del modelo

Esta formulación es apropiada en contextos donde:

- Se proyecta una trayectoria de CapEx razonablemente modelada
- Se requiere una aproximación simple pero fundada para D&A
- No se dispone de cronogramas detallados de depreciación por activo

En casos de valuaciones más sofisticadas (por ejemplo, en due diligence para M&A), puede optarse por un enfoque detallado de activos por componente, aunque ello escapa al nivel de agregación buscado en este tipo de modelos generalistas.

Modelado de la Variación en el Capital de Trabajo (ΔWC)

La variación en el capital de trabajo (ΔWC) representa el cambio neto en los activos y pasivos operativos corrientes. En términos de caja, constituye un componente esencial de los flujos de fondos, ya que refleja la necesidad (o liberación) de recursos para sostener el crecimiento operativo.

$$\Delta WC = \Delta Receivables + \Delta Inventory - \Delta Payables$$

Un aumento neto en el capital de trabajo representa una **salida de caja** (más recursos inmovilizados), mientras que una reducción implica una **entrada de caja** (menor inversión operativa).

Δ Cuentas por Cobrar (Receivables)

La variación en cuentas por cobrar refleja el efecto de las condiciones de financiamiento a clientes. Una expansión en ventas a crédito o una relajación en las condiciones de cobranza tienden a incrementar este rubro, generando salidas de caja diferidas.

Principales determinantes:

Factores microeconómicos:

- Política de crédito comercial
- Estructura de clientes (gran empresa vs consumidor final)
- Cobrabilidad y gestión de recupero
- Modalidad de facturación (cuotas, suscripciones)

Factores macroeconómicos:

- Inflación: incentiva el financiamiento comercial para sostener demanda
- Tasa de interés real: si es negativa, se incentiva el crédito
- Recesión o restricciones financieras: extienden los plazos de pago de clientes

Enfoque de modelado:

$$Receivables_t = Ventas_t \cdot Ratio_{receivables/ventas}$$

$$\Delta Receivables_t = Receivables_t - Receivables_{t-1}$$

Se utiliza como proxy empírica la razón cuentas por cobrar / ventas, con valores históricos o benchmarks sectoriales (ej., 15%).

 Δ Inventario (Inventory)

La inversión en inventarios depende del modelo operativo, la política de stock y el entorno macroeconómico. Un incremento del inventario representa una utilización adicional de capital circulante.

Principales determinantes:**Factores microeconómicos:**

- Modelo de stock (Just-in-Time vs stock de seguridad)
- Estacionalidad de la demanda
- Expansión territorial o de canales
- Restricciones logísticas o capacidad instalada

Factores macroeconómicos:

- Inflación esperada: fomenta acopio anticipado
- Tipo de cambio: adelanta importaciones si se prevé devaluación
- Controles de importación: lleva a acumular inventario como prevención
- Tasas de interés: altos costos financieros desalientan stock ocioso

Enfoque de modelado:

$$Inventory_t = Ventas_t \cdot Ratio_{inventory/ventas}$$

$$\Delta Inventory_t = Inventory_t - Inventory_{t-1}$$

Δ Cuentas por Pagar (Payables)

Las cuentas por pagar actúan como una **fuentes de financiamiento operativo**. Su crecimiento libera caja, mientras que su reducción indica menores plazos o pagos anticipados, implicando salidas de fondos.

Principales determinantes:

Factores microeconómicos:

- Poder de negociación con proveedores
- Concentración de insumos estratégicos
- Política interna de pagos (estrategia financiera)
- Aprovechamiento de descuentos por pronto pago

Factores macroeconómicos:

- Inflación alta: proveedores acortan plazos
- Tasas de interés elevadas: desalientan financiamiento comercial
- Riesgo país: los proveedores exigen condiciones más estrictas
- Controles cambiarios: dificultan los plazos en operaciones en USD

Enfoque de modelado:

$$Payables_t = Ventas_t \cdot Ratio_{Payables/ventas}$$

$$\Delta Payables_t = Payables_t - Payables_{t-1}$$

Consideraciones para Argentina

- Las variaciones del capital de trabajo pueden ser significativas en contextos inflacionarios y con restricciones financieras.
- Las políticas de crédito entre empresas (trade finance informal) reemplazan muchas veces al financiamiento bancario formal.

- Es recomendable construir **escenarios alternativos** para ΔWC en función de la volatilidad del ciclo económico local y la exposición sectorial a shocks.

Modelado de Gastos de Capital (CapEx)

El gasto de capital (Capital Expenditure, CapEx) representa las inversiones realizadas por una empresa para adquirir, mantener o mejorar sus activos fijos productivos. A diferencia de los gastos operativos, el CapEx **no se registra en el estado de resultados**, sino que se capitaliza en el balance y se deprecia a lo largo del tiempo según la vida útil de los activos adquiridos.

Ejemplos típicos de CapEx:

- Compra de maquinarias, edificios, flotas, hardware
- Desarrollo e implementación de infraestructura física o tecnológica
- Construcción de nuevas plantas, centros logísticos o sucursales
- Inversión en software propio o sistemas IT
- Expansión de capacidad instalada productiva o comercial

Determinantes del CapEx

a. Factores microeconómicos (endógenos)

Variable	Impacto esperado
Etapas del ciclo de vida	Empresas en expansión presentan mayores niveles de CapEx
Plan estratégico de crecimiento	Nuevos puntos de venta, líneas de productos, geografías
Reposición de activos	Mantenimiento de base instalada implica un CapEx mínimo
Enfoque operativo	Inversión en eficiencia (automatización, tecnología)
Política financiera	El CapEx está condicionado por la liquidez y acceso a crédito

b. Factores macroeconómicos (exógenos)

Variable	Impacto esperado
Inflación general y sectorial	Eleva el costo nominal de los activos
Tipo de cambio	El CapEx importado es muy sensible al USD oficial o financiero
Riesgo país / estabilidad legal	Determina el apetito de inversión de largo plazo
Tasas de interés reales	Un costo de capital elevado desalienta decisiones de inversión
Políticas fiscales	Beneficios impositivos (ej. amortización acelerada) pueden incentivar inversión

Enfoques de modelado

1. Tasa de crecimiento constante

El método más simple y generalizado en modelos agregados consiste en proyectar el CapEx como una función del CapEx inicial:

$$CapEx_t = CapEx_{t+0} \cdot (1 + g_{CapEx})^t$$

La tasa de crecimiento puede estimarse considerando:

- Inflación proyectada + expansión real del negocio
- Promedios históricos de la empresa (CapEx sobre ventas o EBITDA)
- Consenso de analistas o benchmarks sectoriales

2. CapEx como % de ingresos

Útil para industrias donde existe cierta proporcionalidad entre escala y necesidad de inversión (manufactura, consumo masivo):

$$CapEx_t = Ingresos_t \cdot Ratio_{capex/ventas}$$

3. Enfoque por tipo de inversión (avanzado)

Separar:

- CapEx de mantenimiento (sustitución de activos existentes)
- CapEx de expansión (nuevos proyectos)

Y aplicar distintas tasas de crecimiento a cada componente. Esto permite mayor granularidad, pero requiere información más detallada.

Consideraciones para el caso argentino

- **Inflación y tipo de cambio:** afectan significativamente el costo de reposición de activos, especialmente cuando se importan bienes de capital.
- **Incertidumbre regulatoria:** puede posponer decisiones de inversión de largo plazo.
- **Restricciones a importaciones y pagos al exterior:** condicionan la ejecución real del CapEx planificado.
- **Financiamiento escaso:** obliga a priorizar inversiones de alto retorno inmediato.

WACC

El costo promedio ponderado de capital (WACC, por sus siglas en inglés) representa la tasa de descuento que se aplica a los flujos de caja futuros en un modelo DCF. Refleja el retorno mínimo que exigen los inversores (tanto acreedores como accionistas) para financiar a la empresa, ponderando el costo de cada fuente de financiamiento según su participación relativa en la estructura de capital.

$$WACC = \left(\frac{E}{E+D} \right) \cdot [rf + \beta \cdot (ERP + CRP)] + \left(\frac{D}{E+D} \right) \cdot r_d \cdot (1 - T)$$

Estimación detallada de los componentes del WACC

1. Valor del Equity (E)

El valor de mercado del equity en empresas privadas no cotizantes no puede observarse directamente, por lo que debe estimarse de forma indirecta. Una metodología común y defendible consiste en partir del EBITDA histórico y aplicar un múltiplo sectorial comparable (por ejemplo, EV/EBITDA):

$$E = (EBITDA_{\text{ultimo año}} \cdot EV/EBITDA_{\text{peers}})$$

Esta fórmula parte de la construcción del **Enterprise Value (EV)** y lo ajusta por la estructura financiera de la empresa. Los supuestos clave son:

- **EBITDA representativo:** debe reflejar el negocio en condiciones normales, evitando efectos extraordinarios o no recurrentes.
- **Múltiplo comparable:** debe provenir de empresas públicas similares en sector, escala y rentabilidad. Se puede tomar de fuentes como Damodaran, bases de datos financieras o informes de banca de inversión.
- **Ajuste por deuda y caja:** se descuenta la deuda financiera bruta y se suma la caja disponible, siguiendo la identidad básica de valuación:

$$\text{Equity Value} = EV - \text{Net Debt}$$

Este enfoque, aunque indirecto, permite una estimación razonable de EE para ser usado como insumo en el cálculo del WACC.

2. Valor de la deuda (D)

El valor de mercado de la deuda representa el monto de financiamiento externo con costo explícito asumido por la empresa. En el caso de compañías privadas argentinas, suele estimarse como la **deuda financiera bruta** tomada del balance, ya que no existe un mercado líquido donde se transen sus pasivos.

Se deben considerar:

- Préstamos bancarios (en ARS o USD)
- Obligaciones negociables (si existen)
- Leasing financieros
- Pasivos con socios u otros vehículos con devengo financiero explícito

Es importante excluir pasivos no financieros como cuentas por pagar a proveedores o impuestos devengados, ya que estos no forman parte del costo de capital propiamente dicho. En contextos inflacionarios o de distorsión contable, conviene ajustar la deuda según la moneda funcional o el tipo de cambio implícito (MEP, CCL, oficial).

3. Tasa libre de riesgo (rf)

Se utiliza la tasa de rendimiento de los bonos del Tesoro estadounidense a 10 años, al ser considerada un proxy global para activos sin riesgo crediticio ni de iliquidez. Refleja el piso mínimo de retorno exigido por inversores internacionales.

4. Beta apalancada (β)

La beta representa la **sensibilidad del retorno del equity** de una empresa frente a los movimientos del mercado accionario. En el marco del CAPM, es la medida central del riesgo sistemático.

Para empresas no cotizantes:

- Se parte de una **beta desapalancada sectorial** obtenida de bases como Damodaran, que reportan betas promedio por industria, calculadas sobre muestras de empresas públicas.
- Luego se **reapalanca** utilizando la estructura de capital estimada de la empresa, con la siguiente fórmula:

$$\beta_l = \beta_u \cdot (1 + (1 - T) \cdot D/E)$$

Este procedimiento permite incorporar el riesgo financiero propio de la firma al riesgo operativo implícito en la beta sectorial.

Es importante **no usar una beta local observada**, ya que en Argentina los mercados son ilíquidos y los precios de las acciones reflejan múltiples distorsiones (riesgo país, controles de capital, baja profundidad de mercado).

5. Equity Risk Premium (ERP)

La prima de riesgo del mercado accionario global representa la diferencia esperada entre el retorno promedio de una cartera diversificada de acciones y el rendimiento de un activo libre de riesgo. Refleja la aversión al riesgo de los inversores ante la incertidumbre del mercado accionario.

Para este modelo se utiliza una ERP estimada para el mercado estadounidense ($\approx 5\%$), ya que:

- Es un mercado líquido, profundo y con data histórica robusta.
- El riesgo país se incorpora de forma separada mediante el CRP, por lo que no es necesario inflar la ERP para capturar el riesgo argentino.

Utilizar una ERP global permite mantener la lógica estructural del CAPM y evitar duplicaciones de riesgo.

6. Country Risk Premium (CRP)

La prima de riesgo país refleja el retorno adicional que exigen los inversores por invertir en activos ubicados en economías con mayor probabilidad de inestabilidad financiera, política o legal.

Se puede estimar de las siguientes maneras:

- A partir del índice EMBI+ Argentina publicado por J.P. Morgan (expresado en puntos básicos).
- Por spreads observables entre bonos soberanos argentinos y bonos del Tesoro de EE.UU.
- Ajustando por exposición local efectiva (por ejemplo, empresas con ingresos en USD o exportadoras podrían tener menor CRP efectiva).

La CRP permite que el modelo refleje las condiciones estructurales del país sin contaminar la beta ni la ERP.

7. Costo de la deuda (r_d)

El costo de la deuda se define como la tasa efectiva de interés que la empresa enfrenta por sus pasivos financieros.

En empresas privadas puede estimarse de tres maneras:

1. Promedio ponderado real de deuda vigente:

Si se cuenta con el detalle de tasas por instrumento, se puede construir un costo de deuda basado en pesos ponderados.

2. Benchmark de mercado:

Se utilizan tasas observadas en créditos bancarios, bonos corporativos o leasing en función del perfil de riesgo, tamaño y moneda.

3. Estimación teórica por perfil crediticio:

Se parte de la tasa libre de riesgo y se le adiciona un spread de crédito estimado según:

- Solvencia percibida
- Ingresos en moneda dura
- Sector y estabilidad operativa

Este componente es **ajustado por impuestos** en la fórmula del WACC, dado que los intereses son deducibles del impuesto a las ganancias.

8. Tasa impositiva corporativa (T)

Se aplica el tipo nominal del impuesto a las ganancias vigente en Argentina para empresas medianas y grandes: 35%. Esta tasa reduce el costo efectivo de la deuda en el WACC.

Referencias

Damodaran, A. (2024). *Country risk and company exposure: Theory and practice*. NYU Stern School of Business. <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar>

Damodaran, A. (2024). *Data: Historical returns on stocks, bonds and bills*. NYU Stern School of Business. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2020). *Valuation: Measuring and managing the value of companies* (7^a ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2019). *Principles of corporate finance* (13^a ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Petersen, M. A., & Rajan, R. G. (1994). The benefits of lending relationships: Evidence from small business data. *The Journal of Finance*, 49(1), 3–37. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1994.tb04418.x>

Metodología y fuentes

La presente guía integra herramientas de modelado financiero tradicionales con técnicas cuantitativas aplicadas a la valuación de empresas privadas. Se emplearon supuestos estándar basados en bibliografía académica y fuentes de datos reconocidas, ajustados al contexto macroeconómico argentino.

Supuestos financieros y variables operativas

Las variables proyectadas, tales como ingresos, costos, gastos operativos, inversiones de capital y capital de trabajo, fueron modeladas utilizando enfoques bottom-up o top-down, en función de la naturaleza del negocio. Las tasas de crecimiento anual esperadas se parametrizaron como distribuciones normales, definidas por su media y desviación estándar. Esta metodología sigue las recomendaciones de Koller, Goedhart y Wessels (2020) y Brealey, Myers y Allen (2019).

Asimismo, el modelo incorpora relaciones funcionales entre variables operativas clave, a fin de reflejar interdependencias económicas que se manifiestan en la práctica. Por ejemplo, la variación de cuentas por cobrar, inventarios y cuentas por pagar se modela como proporción de las ventas proyectadas, evitando su crecimiento autónomo. Los gastos operativos se segmentan en componentes fijos y variables, estos últimos vinculados directamente al nivel de actividad. Por su parte, las depreciaciones y amortizaciones (D&A) se derivan del CapEx mediante una función de elasticidad parcial basada en evidencia empírica (Damodaran, 2024), considerando que no todo el CapEx genera depreciación inmediata ni en igual proporción.

Este enfoque estructurado permite preservar consistencia lógica en las trayectorias simuladas, evitando combinaciones inconsistentes entre crecimiento, inversión y uso de recursos. A futuro, estas dependencias podrían complementarse con correlaciones estadísticas explícitas entre shocks simulados, si se dispone de información suficiente.

Costo promedio ponderado de capital (WACC)

El WACC se calcula como la combinación ponderada del costo del equity y del costo de la deuda, ajustado por impuestos. El valor del equity fue estimado utilizando múltiplos sectoriales (EV/EBITDA) y el valor de la deuda se extrajo de los estados contables.

La tasa libre de riesgo se basó en los bonos del Tesoro de los Estados Unidos a 10 años. La beta desapalancada fue tomada de fuentes sectoriales (Damodaran, 2024) y reapalancada según la estructura de capital estimada. La prima por riesgo del mercado utilizada corresponde a la del mercado estadounidense. Por su parte, el riesgo país se integró como una prima separada, utilizando el EMBI+ Argentina como referencia.

El costo de la deuda se estimó a partir de tasas vigentes para empresas de perfil comparable en el mercado argentino. Finalmente, la tasa impositiva utilizada corresponde al impuesto a las ganancias corporativo en Argentina (35%).

Valor terminal

El valor terminal fue estimado mediante una fórmula de perpetuidad con crecimiento, utilizando tasas de crecimiento de largo plazo conservadoras (entre 1 % y 3 %), consistentes con las perspectivas de expansión real en economías emergentes estables.

Limitaciones y consideraciones metodológicas

Si bien el modelo presentado busca ofrecer un marco robusto y adaptable para la valuación de empresas privadas en contextos inciertos, es importante explicitar sus límites metodológicos y operativos.

1. Supuestos simplificados

Varios componentes del modelo (como la relación entre CapEx y D&A, o la estructura de capital inicial) se basan en supuestos empíricos razonables pero no calibrados a una empresa específica. En particular, los parámetros utilizados para las distribuciones de crecimiento, elasticidades y márgenes no provienen de un proceso econométrico, sino de un enfoque heurístico fundamentado en bibliografía y práctica de mercado. Como toda modelización, esto implica un trade-off entre realismo y operatividad.

2. Naturaleza probabilística no determinista

Este modelo no pretende ofrecer una valuación única y precisa, sino un rango de valuaciones posibles basado en la distribución de flujos de caja simulados. Como tal, debe interpretarse como un instrumento para el análisis de sensibilidad y riesgo, y no como una fuente de estimación puntual definitiva. La incorporación de escenarios estocásticos busca reflejar la incertidumbre, no eliminarla.

3. Dependencias estructurales, no estadísticas

Las relaciones entre variables fueron incorporadas a través de fórmulas funcionales (por ejemplo, $\Delta \text{Receivables}$ como % de ventas), pero el modelo no utiliza una estructura de simulación multivariada con matriz de correlaciones. Esto implica que los shocks simulados se propagan según reglas contables y operativas, pero no reflejan co-movimientos estadísticos estimados empíricamente entre tasas de crecimiento.

4. Falta de backtesting empírico

Este modelo aún no ha sido calibrado ni validado contra datos históricos de empresas reales. Por tanto, su capacidad predictiva o explicativa no ha sido contrastada cuantitativamente. Esto no invalida su estructura conceptual, pero sí limita su uso como herramienta de valuación definitiva sin ajustes específicos.

5. Restricciones prácticas

El modelo fue desarrollado con foco en empresas de capital privado en economías emergentes, lo que implica ciertas adaptaciones no generalizables a todo tipo de compañías. Además, algunos inputs como la tasa de descuento, el valor actual de equity o la prima de riesgo país pueden variar significativamente según el sector y el momento macroeconómico.

6. Discusión metodológica sobre el enfoque estocástico

Si bien el enfoque estocástico plantea desafíos propios —como la necesidad de estimar distribuciones, considerar correlaciones entre variables o redefinir criterios de validación—, muchos de estos pueden abordarse con herramientas estadísticas conocidas y ajustes incrementales al modelo. Su capacidad para representar explícitamente la incertidumbre y generar escenarios simulados otorga al analista una ventaja cualitativa significativa frente a métodos deterministas tradicionales, especialmente en entornos de alta volatilidad como el argentino.