

CARRERA DE ARQUITECTURA	
Asignatura	Administración gerencial y economía
Profesor titular	Juan Fco. Esquembre DBA, PMP, GPM-b
Jefe de trabajos prácticos	Arq. Celina de Cara
Apuntes de clases	Unidad 3: Economía para la entrega de valor

## Contenido

1	Introducción .....	5
1.1	¿Para qué sirven las finanzas? .....	5
1.2	Principales funciones de las finanzas.....	5
1.3	Economía y entrega de valor en proyectos de arquitectura.....	7
2	Fundamentos de matemática financiera.....	8
2.1	Principio: El valor del dinero en el tiempo .....	8
2.2	Elementos de matemática financiera .....	8
2.2.1	Interés simple y compuesto .....	8
2.2.2	Conceptos relacionados: Valor Presente, Valor Futuro, Actualización y Capitalización .....	9
2.2.3	Conclusión.....	11
2.3	Diferentes conceptos de costos .....	11
2.3.1	Costos de inversión vs. Costos de operación.....	11
2.3.2	Costos fijos vs. Costos variables.....	12
2.3.3	Costos directos vs. Costos indirectos .....	13
2.3.4	Otros tipos de costos.....	14
2.3.5	Conclusión.....	15
2.3.6	Costos y entrega de valor en entornos ágiles .....	15
2.4	Diferentes tasas de interés .....	16
2.4.1	Tasa Nominal Anual.....	16
2.4.2	Tasa Efectiva Anual .....	16
2.4.3	Tasa proporcional.....	17
2.4.4	Costo financiero total .....	17

2.4.5	Tasas nominales y tasas reales .....	17
2.4.6	Tasas preferenciales en proyectos privados .....	19
2.4.7	Tasas preferenciales en proyectos sociales.....	21
2.4.8	Tasas internacionales.....	23
2.4.9	Incorporación del riesgo en el análisis de tasas de interés .....	25
2.4.10	Importancia general.....	29
2.4.11	Enfoque ágil para la toma de decisiones financieras .....	29
2.5	Sistemas de amortización de deudas .....	30
2.5.1	Sistema francés .....	30
2.5.2	Sistema Alemán (Amortización de cuota decreciente) .....	31
2.5.3	Sistema americano (Pago de capital al final).....	32
2.5.4	Importancia en proyectos de arquitectura .....	32
3	Inflación y su impacto económico .....	32
3.1	¿Qué es la Inflación? .....	32
3.2	¿Cómo se mide la inflación?.....	32
3.3	¿Cómo afecta la Inflación al sector de la arquitectura y construcción? .....	33
3.4	Importancia para la gestión profesional .....	34
4	Índices de Inflación en proyectos .....	34
4.1	Índices más usados en proyectos .....	34
4.2	Cálculo de los índices .....	35
4.3	Aplicación de índices por categoría.....	36
4.3.1	Mano de Obra.....	36
4.3.2	Materiales .....	36
4.3.3	Gastos generales.....	36
4.4	Determinación y uso de índices en diferentes proyectos.....	36
4.4.1	Determinación .....	36
4.4.2	Tipos de obras y proyectos.....	37
4.5	Ejemplo de cálculo.....	37
4.5.1	Paso 1: Convertir tasas de inflación a índices de inflación.....	37



4.5.2	Paso 2: Calcular el índice acumulado .....	37
4.5.3	Paso 3: Calcular el índice de inflación mensual .....	38
4.5.4	Paso 4: Interpretación .....	38
4.6	Conclusión .....	39
4.7	Inflación, priorización y flujo de valor .....	39
5	Amortización / Depreciación de activos .....	40
5.1	Concepto de vida útil.....	40
5.2	Concepto de valor residual.....	41
5.3	Concepto de obsolescencia .....	41
6	Formulación y evaluación de proyectos .....	41
6.1	Etapas del análisis de un proyecto.....	42
6.1.1	Idea.....	42
6.1.2	Pre inversión.....	42
6.1.3	Etapa de inversión.....	43
6.1.4	Etapa de operación.....	43
6.2	Evaluación privada y evaluación social.....	43
6.2.1	Evaluación privada de proyectos.....	44
6.2.2	Evaluación social de proyectos .....	44
6.2.3	Puntos clave de diferenciación .....	44
6.3	Evaluación ex ante y evaluación ex post.....	45
6.3.1	Formulación y evaluación ex ante de proyectos .....	45
6.3.2	Evaluación ex post de proyectos .....	46
6.3.3	Puntos clave de diferenciación .....	46
6.4	Proceso de formular y evaluar un proyecto.....	46
6.4.1	Identificar.....	47
6.4.2	Medir .....	49
6.4.3	Valorar .....	50
6.4.4	Ordenar.....	50
6.4.5	Comparar.....	51

6.5	Indicadores económicos. ....	52
6.5.1	Valor actual neto (VAN).....	53
6.5.2	Tasa interna de retorno (TIR) .....	55
6.5.3	Relación de beneficios a costos (B/C) .....	57
6.5.4	Índice del VAN (IVAN) .....	59
6.5.5	Periodo de recupero de la inversión (PRI).....	61
6.6	Análisis de sensibilidad. ....	63
6.6.1	Análisis de sensibilidad estático .....	63
6.6.2	Análisis de Sensibilidad Dinámico.....	63
6.6.3	Conclusión.....	64
6.7	Evaluación económica ágil: valor incremental y decisiones adaptativas.....	64
7	Economía de la entrega de valor en gestión ágil .....	65

## Economía para la entrega de valor

### 1 Introducción

Si bien la arquitectura se enfoca en el diseño y la construcción de espacios, el éxito de cualquier proyecto arquitectónico también depende de su viabilidad económica y financiera.

Aprender finanzas y lo que implica la entrega de valor, en la carrera de arquitectura, es fundamental porque permite a los futuros profesionales tomar decisiones sobre costos, presupuestos, inversiones y financiamiento de proyectos.

#### 1.1 ¿Para qué sirven las finanzas?

Las finanzas son una disciplina fundamental dentro de la economía que estudia la gestión eficiente del dinero y otros recursos financieros.

Su propósito principal es planificar, administrar e invertir los recursos económicos de manera que se logren los objetivos personales, empresariales o gubernamentales con la mayor eficiencia posible.

#### 1.2 Principales funciones de las finanzas

Las finanzas cumplen varias funciones clave en distintos ámbitos:

- Toma de decisiones de inversión
  - Determinan dónde y cuándo invertir para maximizar los rendimientos y minimizar los riesgos.
  - Se aplican tanto a individuos (inversiones en bienes raíces, acciones, etc.) como a empresas (nuevas plantas, tecnología, expansión).
  - Ejemplo: Un estudio de arquitectura evalúa si es viable invertir en software de modelado 3D considerando el retorno sobre la inversión.
- Gestión del riesgo y rentabilidad
  - Se analizan las posibles fluctuaciones económicas y se toman medidas para reducir riesgos financieros.
  - Permiten evaluar la viabilidad de proyectos y tomar mejores decisiones.

- Ejemplo: Un constructor decide contratar seguros contra variaciones en el precio del acero.
- Optimización de recursos y control de costos
  - Ayudan a administrar ingresos y gastos para lograr mayor eficiencia.
  - Se aplican en presupuestos personales, empresariales y de grandes infraestructuras.
  - Ejemplo: Una empresa constructora ajusta su presupuesto para evitar sobrecostos en una obra.
- Financiamiento y obtención de capital
  - Evalúan opciones para conseguir recursos financieros, ya sea a través de préstamos, inversores o emisión de acciones.
  - Se determinan condiciones óptimas para financiar proyectos con menor costo financiero.
  - Ejemplo: Un arquitecto busca financiamiento para desarrollar un emprendimiento inmobiliario.
- Valoración de proyectos y empresas
  - Se utilizan herramientas como el Valor Actual Neto<sup>1</sup> (VAN) o la Tasa Interna de Retorno<sup>2</sup> (TIR) para saber si un proyecto es rentable.
  - Se calcula el impacto financiero a largo plazo de una inversión o una nueva línea de negocio.
  - Ejemplo: Un estudio de arquitectura analiza si la construcción de un edificio comercial es viable económicamente.
- Planeación financiera y presupuestación
  - Permiten prever flujos de dinero para evitar déficits y garantizar liquidez.
  - Se usan para evaluar el impacto de la inflación y la fluctuación de precios en proyectos a largo plazo.

---

<sup>1</sup> El VAN es la diferencia entre: el valor presente de los ingresos futuros del proyecto (beneficios, ahorros o flujos positivos) menos el valor presente de los costos o la inversión inicial. Es decir, convierte todos los flujos futuros a “dinero de hoy” usando una tasa de descuento (costo del capital, tasa mínima aceptable, etc.) y luego compara ese valor con la inversión.

<sup>2</sup> La TIR es la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero. En otras palabras: es la rentabilidad porcentual anual que genera un proyecto considerando todos sus flujos de caja en el tiempo. Representa la tasa máxima que el proyecto puede pagar por la inversión inicial sin destruir valor.

- Ejemplo: Un desarrollador inmobiliario proyecta el retorno esperado de una obra para los próximos 10 años.
- Mercado de capitales y crecimiento económico
  - Relacionan las decisiones empresariales con los mercados financieros (acciones, bonos, créditos).
  - Fomentan la generación de riqueza y el crecimiento sostenible de empresas y sectores.
  - Ejemplo: Una constructora emite bonos para financiar una nueva obra pública.
- Conclusión

Las finanzas son una herramienta fundamental en cualquier sector porque permiten la asignación eficiente de recursos, la mejora en la toma de decisiones y la gestión del riesgo y rentabilidad.

En el ámbito de la arquitectura y la construcción, ayudan a optimizar presupuestos, evaluar la viabilidad de proyectos, mitigar riesgos financieros y garantizar la sostenibilidad de las inversiones.

### 1.3 Economía y entrega de valor en proyectos de arquitectura

En la gestión contemporánea de proyectos, especialmente bajo enfoques ágiles y adaptativos, el componente económico no se limita a controlar costos o verificar la viabilidad financiera. Su propósito central es maximizar la entrega de valor a los usuarios, clientes y demás actores del proyecto.

El *value delivery system* planteado por el Project Management Institute (PMI) establece que el éxito de un proyecto depende de su capacidad para transformar recursos —económicos, humanos, técnicos y temporales— en valor real, tangible o intangible.

En el campo de la arquitectura, este valor puede expresarse como:

- funcionalidad y uso del espacio,
- estética y calidad percibida,
- sostenibilidad ambiental,
- impacto social,
- eficiencia constructiva,
- rentabilidad económica de largo plazo.

Desde esta perspectiva, aprender finanzas no solo permite “hacer números”, sino comprender cómo cada decisión económica afecta la capacidad del proyecto para entregar valor temprano, continuo y sostenible.

En marcos ágiles, la economía del proyecto deja de ser un ejercicio estático para convertirse en un mecanismo dinámico de priorización: qué entregar primero, qué evita reprocesos costosos, qué genera impacto inmediato para el cliente, y qué contribuye mejor al propósito del proyecto.

Así, la matemática financiera, los costos, las tasas de interés y la evaluación económica se convierten en herramientas para tomar decisiones estratégicas, que permitan ajustar el proyecto a medida que cambia el contexto o se reciben nuevas validaciones del cliente.

## 2 Fundamentos de matemática financiera

### 2.1 Principio: El valor del dinero en el tiempo

El principio del valor del dinero en el tiempo es uno de los conceptos fundamentales de las finanzas y establece que una cantidad de dinero hoy vale más que la misma cantidad en el futuro, debido a su capacidad de generar rendimientos a través de la inversión o el interés compuesto.

Este principio se basa en la premisa de que el dinero tiene un costo de oportunidad, es decir, el dinero disponible hoy puede ser invertido y generar intereses o rendimientos en el futuro. Como consecuencia, una cantidad de dinero recibida en el futuro no tiene el mismo valor que si se tuviera en el presente.

Matemáticamente, este principio se expresa con la fórmula del interés compuesto que se desarrollará a continuación.

### 2.2 Elementos de matemática financiera

#### 2.2.1 Interés simple y compuesto

El interés es fundamental en la financiación y la inversión, representando el costo del dinero en el tiempo.

- *Interés simple*

$$I = P * i * n$$

Donde:

- I = Interés

- P = Principal (monto inicial invertido)
- i = tasa de interés por período
- n = cantidad de períodos de tiempo

Ejemplo:

Si se invierten \$10.000 a un interés simple del 5% anual durante tres años, el interés generado es:

$$I = \$10.000 * 0,05 * 3 = \$1.500$$

- *Interés compuesto*

$$A = P * (1 + i)^n$$

Donde:

- A = es el monto acumulado después del tiempo n
- P = Capital (monto inicial invertido)
- i = tasa de interés por período
- n = cantidad de períodos de tiempo

Ejemplo:

Con la misma inversión a interés compuesto, el monto después de tres años es:

$$A = \$10.000 * (1 + 0,05)^3 = \$11.576,25$$

## 2.2.2 Conceptos relacionados: Valor Presente, Valor Futuro, Actualización y Capitalización

- *Valor presente (VP)*

$$VP = \frac{VF}{(1 + i)^n}$$

Donde:

- VP = valor presente
- VF = valor futuro esperado
- i = tasa de descuento o interés
- n = número de períodos hasta el futuro.

Ejemplo:

Para determinar cuánto vale hoy un futuro monto de \$11.576,25 esperado en tres años al 5% de interés anual:

$$VP = \frac{\$11.576,25}{(1 + 0,05)^3} = \$10.000$$

- *Valor futuro (VF)*

$$VF = VA * (1 + i)^n$$

Donde:

- VF = valor futuro
- VA = valor presente (VP - monto actual invertido)
- i = tasa de interés por período
- n = número de períodos de tiempo.

Ejemplo:

Si se invierten \$10.000 hoy, ¿cuánto se tendrá en tres años al 5% de interés anual?

$$VF = \$10.000 * (1 + 0,05)^3 = 11.576,25$$

- *Actualización y capitalización*

- Actualización: esencial para proyectos de inversión en arquitectura donde se anticipan retornos futuros.

Ejemplo: Si se espera recibir \$50.000 en cinco años, calcular su valor presente a una tasa de descuento del 6% anual:

$$VP = \frac{\$50.000}{(1 + 0,06)^5} = \$37.349$$

- Capitalización: Importante para entender cómo crece una inversión con interés compuesto.

Ejemplo:

Si se capitaliza una inversión inicial de \$15.000 al 4% de interés compuesto anual durante cinco años:

$$VF = \$15.000 * (1 + 0,04)^5 = \$18.329$$

### 2.2.3 Conclusión

Este apartado proporciona a los estudiantes de arquitectura las herramientas financieras necesarias para evaluar efectivamente las inversiones y financiaciones en sus futuros proyectos profesionales.

A través de ejemplos prácticos y aplicaciones de fórmulas financieras básicas, los estudiantes pueden comprender y aplicar estos conceptos críticos en el contexto de la economía y la profesión de arquitectura.

### 2.3 Diferentes conceptos de costos

En la administración de proyectos de arquitectura y construcción, la clasificación de los costos es fundamental para la planificación financiera, la presupuestación y la toma de decisiones.

A continuación, se explican en detalle diferentes tipos de costos con ejemplos aplicados al sector.

#### 2.3.1 Costos de inversión vs. Costos de operación

- Costos de inversión

Son aquellos que se realizan una sola vez al inicio de un proyecto para adquirir bienes o recursos necesarios para su ejecución.

Se consideran activos, ya que representan una inversión en la infraestructura, maquinaria o materiales que permiten llevar adelante la obra o el negocio.

Ejemplos en arquitectura y construcción:

- Compra de terrenos para edificación.
- Compra de maquinaria pesada (excavadoras, grúas).
- Adquisición de software de diseño (AutoCAD, Revit, BIM).
- Inversión en oficinas o locales comerciales para una empresa constructora.
- Construcción de una planta de producción de prefabricados.

Ejemplo: Un estudio de arquitectura invierte en computadoras de alta gama y licencias de software para el desarrollo de proyectos. Este gasto es una inversión, ya que no es recurrente y mejora la capacidad del estudio.

- Costos de operación

Son aquellos que se generan de manera recurrente en el funcionamiento del proyecto o empresa.

Se refieren a los recursos necesarios para mantener las operaciones diarias.

Ejemplos en arquitectura y construcción:

- Pago de salarios del personal de obra y administrativo.
- Consumo de energía eléctrica en una obra en construcción.
- Mantenimiento de maquinaria y equipos.
- Gastos en combustible y transporte de materiales.
- Alquiler de herramientas y equipos.

Ejemplo: Una empresa constructora debe pagar mensualmente el alquiler de andamios para la ejecución de una obra.

Este es un costo operativo porque se repite a lo largo del proyecto.

### 2.3.2 Costos fijos vs. Costos variables

- Costos Fijos

Son aquellos que no cambian independientemente de la cantidad de producción o nivel de actividad del proyecto.

Se mantienen constantes en un período determinado.

Ejemplos en arquitectura y construcción:

- Alquiler de oficinas del estudio de arquitectura.
- Pago de sueldos del personal administrativo.
- Seguros de obra y de equipos.
- Licencias de software y suscripciones.

Ejemplo: Una empresa de construcción paga mensualmente un seguro para proteger maquinaria pesada. Aunque haya más o menos proyectos en curso, este costo no varía.

- Costos variables

Son aquellos que cambian en función de la producción o actividad del proyecto.

A mayor actividad, mayores costos; a menor actividad, menores costos.

Ejemplos en arquitectura y construcción:

- Compra de cemento, ladrillos y acero (dependiendo de la cantidad de obra en ejecución).
- Consumo de electricidad y agua en una obra.
- Costo de mano de obra eventual (por proyecto o por hora).

Ejemplo: Si una constructora está edificando diez viviendas, necesitará más materiales y operarios que si estuviera construyendo solo tres. Los costos de materiales y mano de obra son variables porque dependen del volumen de trabajo.

### 2.3.3 Costos directos vs. Costos indirectos

- Costos directos

Son aquellos que se pueden asignar de manera específica a un proyecto, obra o producto.

Están directamente relacionados con la producción.

Ejemplos en arquitectura y construcción:

- Materiales específicos para una obra (cemento, madera, acero).
- Mano de obra contratada para una obra determinada.
- Alquiler de maquinaria para una construcción específica.
- Costos de planos y permisos para un edificio.

Ejemplo: En la construcción de un hospital, los ladrillos, el hormigón y la mano de obra de albañiles son costos directos porque están asociados directamente al proyecto.

- Costos indirectos

Son aquellos que no pueden asignarse directamente a un solo proyecto o producto, pero que son necesarios para la operación general de la empresa.

Ejemplos en arquitectura y construcción:

- Sueldos del personal administrativo del estudio.
- Servicios públicos (agua, luz, internet) de la oficina.
- Gastos de publicidad y marketing.
- Herramientas de uso general (andamios, cascos, señalización).

Ejemplo: Un estudio de arquitectura invierte en marketing para promover sus servicios. Este es un costo indirecto, ya que beneficia a todos los proyectos y no a uno en particular.

#### 2.3.4 Otros tipos de costos

- Costos de administración

Son aquellos relacionados con el mantenimiento y gestión de la empresa, pero no con la producción directa.

Ejemplos:

- Sueldos de gerentes y administrativos.
- Alquiler de oficinas del estudio de arquitectura.
- Software de gestión de proyectos.

Ejemplo: Un arquitecto paga el alquiler de su oficina en un coworking. Aunque trabaja en varios proyectos, este costo se mantiene constante como parte de la administración del negocio.

- Costos financieros

Son aquellos derivados del uso de capital ajeno o financiamiento para la ejecución del proyecto.

Ejemplos:

- Pago de intereses por préstamos bancarios.
- Costos de emisión de bonos o créditos para financiar una obra.
- Comisiones bancarias por transferencias de dinero.

Ejemplo: Una constructora obtiene un crédito para financiar una obra. Los intereses del préstamo representan un costo financiero que debe ser considerado en el presupuesto del proyecto.

- Costos de comercialización

Son aquellos relacionados con la venta y promoción de un proyecto.

Ejemplos:

- Publicidad de un nuevo desarrollo inmobiliario.
- Comisiones a agentes inmobiliarios.
- Elaboración de renders y maquetas digitales.
- Diseño y mantenimiento de la página web del estudio de arquitectura.

Ejemplo: Un estudio de arquitectura paga anuncios en redes sociales para promocionar un nuevo conjunto residencial. Este gasto entra en la categoría de costos de comercialización.

### 2.3.5 Conclusión

En la arquitectura y la construcción, una buena gestión de costos es clave para la rentabilidad y viabilidad de los proyectos.

Diferenciar entre costos de inversión, operación, fijos, variables, directos e indirectos permite tomar mejores decisiones financieras y optimizar recursos.

Dominar estos conceptos permite presupuestar correctamente y evitar problemas financieros en cualquier obra o desarrollo arquitectónico.

### 2.3.6 Costos y entrega de valor en entornos ágiles

En enfoques ágiles como Scrum, Kanban o Lean Construction, los costos no se analizan únicamente como gastos necesarios para la ejecución, sino como inversiones para generar valor. Esto implica evaluar no solo cuánto cuesta algo, sino qué valor produce en términos de experiencia del usuario, reducción de riesgos, validación temprana o impacto operativo.

Principios para incorporar el análisis económico en la entrega incremental de valor:

- Costo por incremento: cada entrega parcial del proyecto debe analizarse según su costo y su aporte a la validación del cliente.
- Valor percibido vs. costo real: un entregable de bajo costo puede tener alto impacto en la toma de decisiones (por ejemplo, un anteproyecto o maqueta conceptual).
- Reducción de costos hundidos: al dividir el proyecto en iteraciones, se minimiza el riesgo de grandes inversiones que luego deben descartarse.
- Costo de oportunidad: dejar de entregar un incremento puede tener un costo mayor que su ejecución.

Ejemplo:

Un estudio de arquitectura decide realizar primero la entrega del “concept design” porque es una iteración de bajo costo que permite validar necesidades del cliente antes de invertir en documentación técnica o ingeniería.

## 2.4 Diferentes tasas de interés

Los conceptos de tasa nominal anual, tasa efectiva anual, tasa proporcional y costo financiero total son fundamentales para entender cómo funcionan los intereses y los costos en los productos financieros.

Cada uno de estos términos tiene implicaciones importantes tanto para inversionistas como para prestatarios.

### 2.4.1 Tasa Nominal Anual

La Tasa Nominal Anual (TNA) es la tasa de interés que se anuncia en un préstamo o inversión, sin tener en cuenta la capitalización de intereses dentro del año. Es decir, no incluye el efecto del interés compuesto que se acumula durante el año.

La TNA es útil para comparar diferentes productos financieros en términos de su tasa de interés básica.

Ejemplo:

Si un préstamo tiene una TNA del 12%, y los intereses se capitalizan mensualmente, esta tasa nominal no refleja el verdadero costo del préstamo porque no considera que los intereses se suman al capital cada mes.

### 2.4.2 Tasa Efectiva Anual

La Tasa Efectiva Anual (TEA) es la tasa de interés que considera la capitalización de intereses durante el año. Es decir, es la tasa que realmente se paga sobre un préstamo o se gana en una inversión después de incluir los efectos del interés compuesto.

Fórmula:

$$TEA = \left(1 + \frac{TNA}{m}\right)^m - 1$$

Donde:

- $m$  = es el número de periodos de capitalización por año.

Ejemplo:

Si un préstamo tiene una TNA del 12% con capitalización mensual:

$$TEA = \left(1 + \frac{0,12}{m12}\right)^{12} - 1 = 0,1268 \rightarrow 12,68\%$$

### 2.4.3 Tasa proporcional

La Tasa Proporcional es una tasa que se calcula dividiendo la tasa nominal anual por el número de períodos de pago en un año, sin considerar el efecto de la capitalización.

Ejemplo:

Si la TNA es del 12% y los pagos son trimestrales, la tasa proporcional por trimestre es:

$$\textit{Tasa proporcional trimestral} = \frac{0,12}{4} = 3\%$$

Sin embargo, este cálculo no considera que el interés se capitaliza y por lo tanto es menos que la TEA.

### 2.4.4 Costo financiero total

El Costo Financiero Total (CFT) incluye todos los costos asociados con un préstamo, incluyendo intereses, comisiones, seguros, y otros gastos administrativos.

Proporciona una visión más completa del verdadero costo de un préstamo.

Ejemplo:

Para un préstamo de \$10.000 con una TNA del 12%, más una comisión de apertura de \$100 y un seguro de \$50, el CFT sería calculado considerando todos estos elementos para determinar el verdadero costo anual del préstamo.

### 2.4.5 Tasas nominales y tasas reales

La relación entre tasas reales y tasas nominales es un concepto fundamental en economía y finanzas que ayuda a entender cómo la inflación afecta el valor del dinero a lo largo del tiempo.

La tasa nominal es la tasa de interés reportada sin ajustar por los efectos de la inflación, mientras que la tasa real refleja la tasa de interés después de haber sido ajustada por la inflación, mostrando el verdadero rendimiento de una inversión.

- Fórmula de la equivalencia entre tasas reales y tasas nominales

La relación entre las tasas reales y las tasas nominales se puede expresar mediante la fórmula de Fisher, que es la siguiente:

$$(1 + i) = (1 + r) * (1 + \pi)$$

donde:

- $i$  = tasa nominal de interés
- $r$  = tasa real de interés
- $\pi$  = tasa de inflación.

Ejemplo

Supongamos que un bono ofrece una tasa nominal del 6% anual y la tasa de inflación durante el mismo período es del 2%. La tasa real sería:

$$(1 + 0,06) = (1 + r) * (1 + 0,02)$$

$$r = \frac{(1 + 0,06)}{(1 + 0,02)} - 1 = 0,039 = 3,9 \%$$

Esto significa que, ajustado por la inflación, el verdadero rendimiento del bono es del 3,9 % anual.

- Aplicación
  - Inversiones: La distinción entre tasas reales y nominales es crucial para la toma de decisiones de inversión. Los inversores necesitan considerar la tasa real para entender el crecimiento real del valor de su inversión.
  - Préstamos y ahorros: Al evaluar diferentes opciones de préstamos o cuentas de ahorro, es importante considerar la tasa de interés real para saber cuánto valdrá realmente el dinero en el futuro.
  - Política económica: Los bancos centrales ajustan las tasas de interés nominales para controlar la inflación y estabilizar la economía. Entender la tasa de interés real ayuda a evaluar la efectividad de estas políticas.

La comprensión de cómo las tasas reales difieren de las tasas nominales y cómo se calculan proporciona una herramienta valiosa para manejar el impacto de la inflación en la planificación financiera y la inversión.

#### 2.4.6 Tasas preferenciales en proyectos privados

Las tasas preferenciales son tipos de interés reducidos que las instituciones financieras ofrecen a sus clientes más solventes o a aquellos que cumplen ciertos criterios preferenciales.

Estas tasas suelen ser más bajas que el estándar y están diseñadas para atraer o retener a clientes que representan un menor riesgo de incumplimiento o que mantienen relaciones comerciales significativas con la entidad.

##### 2.4.6.1 Contexto de las tasas preferenciales

Las tasas preferenciales se presentan comúnmente en varios contextos:

- Cientes de alto valor: Bancos y otras instituciones financieras pueden ofrecer tasas preferenciales a clientes que mantienen saldos altos en sus cuentas o que tienen múltiples productos financieros con la institución.
- Préstamos de gran volumen: En el caso de préstamos comerciales o hipotecas de alto valor, las tasas preferenciales pueden ser un incentivo para atraer grandes operaciones.
- Relaciones de larga duración: Clientes con largas y sólidas relaciones con una institución financiera pueden calificar para tasas preferenciales como recompensa por su lealtad y continuo negocio.
- Calificaciones crediticias sobresalientes: Individuos o empresas con excelentes historiales crediticios pueden acceder a estas tasas debido a su bajo riesgo percibido.

#### 2.4.6.2 Cálculo de las tasas preferenciales

El cálculo de las tasas preferenciales puede variar entre instituciones, pero generalmente se establecen en relación con un índice de referencia como la tasa de fondos federales<sup>3</sup> o la tasa LIBOR<sup>4</sup>.

Un margen se deduce de este índice basado en la evaluación del cliente:

$$\text{Tasa preferencial} = \text{Tasa de referencia} - \text{margen}$$

También se pueden presentar como:

$$\text{Tasa preferencial} = \text{Tasa de referencia} + xx \text{ puntos}$$

Donde:

- Tasa de referencia: Puede ser el índice estándar utilizado para préstamos o tasas de referencia como la Libor.
- Margen: Es el descuento aplicado basado en la evaluación del riesgo del cliente y otros factores preferenciales.

#### 2.4.6.3 Ejemplos de tasas preferenciales

- Préstamos corporativos: Una empresa con un excelente historial de crédito podría recibir un préstamo a una tasa preferencial del 3%, mientras que la tasa estándar podría ser del 5%.
- Hipotecas: Un cliente con una relación de larga duración y cuentas substanciales en el banco podría recibir una hipoteca con una tasa preferencial del 2,5%, comparado con la tasa estándar del 3,5%.

---

<sup>3</sup> La tasa de fondos federales (Federal Funds Rate) es la tasa de interés de referencia más importante de Estados Unidos y una de las más influyentes del mundo. Es la tasa de interés a la que los bancos y otras instituciones financieras se prestan dinero entre sí a muy corto plazo (generalmente de un día para otro) para cumplir los requisitos de reservas exigidos por la Reserva Federal (FED). Argentina tiene tasas que cumplen funciones similares a la tasa de fondos federales, aunque no existe un equivalente exacto, porque el sistema financiero y la política monetaria funcionan de manera distinta. Aun así, las tasas que más se asemejan por rol y función son las siguientes: a) La tasa de política monetaria del Banco Central (BCRA), b) Tasa de pasivos (pasivos y activos), c) Tasa BADLAR (para depósitos a plazo).

<sup>4</sup> La tasa LIBOR (London Interbank Offered Rate) fue, durante muchos años, la tasa de referencia internacional más utilizada para préstamos, derivados financieros y operaciones entre bancos. Era la tasa de interés promedio a la cual los bancos más grandes de Londres estaban dispuestos a prestarse dinero entre sí en distintos plazos (1 día, 1 mes, 3 meses, 6 meses, 1 año) y en distintas monedas (principalmente USD, EUR, GBP, JPY, CHF).

#### 2.4.6.4 *Importancia de las tasas preferenciales*

- **Atractivo para clientes calificados:** Las tasas preferenciales son una herramienta importante para los bancos y otras instituciones para atraer y retener a clientes de alto valor.
- **Costo-efectividad para los prestatarios:** Los clientes que califican para estas tasas disfrutan de costos de endeudamiento significativamente reducidos, lo que puede resultar en grandes ahorros a lo largo del tiempo.
- **Competitividad en el mercado:** Las tasas preferenciales pueden hacer que una institución financiera sea más competitiva en el mercado, atrayendo a un segmento de clientes que de otra manera podría optar por ir con la competencia.

#### 2.4.7 *Tasas preferenciales en proyectos sociales*

Las tasas preferenciales para proyectos sociales representan una estrategia financiera diseñada para fomentar y apoyar actividades económicas que tienen un impacto social positivo significativo.

Estas tasas reducidas se ofrecen en el contexto de proyectos que buscan mejorar condiciones de vida, promover la equidad, proteger el medio ambiente, o impulsar la inclusión social y financiera.

##### 2.4.7.1 *Contexto de aplicación de las tasas preferenciales en proyectos sociales*

Las tasas preferenciales se utilizan en diversos contextos para incentivar inversiones en sectores clave que promueven el bienestar social:

- **Desarrollo comunitario:** Proyectos que mejoran la infraestructura comunitaria, como vivienda accesible, centros de salud y educación.
- **Emprendimientos sociales:** Empresas que, además de buscar rentabilidad, tienen como objetivo resolver problemas sociales o ambientales.
- **Innovación ambiental:** Proyectos que contribuyen a soluciones sostenibles y protección ambiental, como tecnologías limpias y proyectos de energía renovable.
- **Inclusión financiera:** Servicios financieros dirigidos a poblaciones desatendidas o marginadas, con el objetivo de integrarlas al sistema económico formal.

#### *2.4.7.2 Cálculo de las tasas preferenciales para proyectos sociales*

Las tasas preferenciales en este contexto suelen determinarse según criterios específicos que reflejan los objetivos del proyecto y su potencial impacto social:

1. Evaluación de impacto social: Se analiza el impacto potencial del proyecto en términos de beneficios sociales o ambientales.
2. Sustentabilidad del proyecto: Se evalúa la viabilidad a largo plazo del proyecto para asegurar que los beneficios sociales continúen en el tiempo.
3. Necesidades de financiamiento: Se considera la estructura de costos del proyecto para determinar la tasa de interés que facilitaría su realización sin comprometer su sostenibilidad financiera.

#### *2.4.7.3 Ejemplos de tasas preferenciales en proyectos sociales*

- Financiamiento para educación: Un banco ofrece tasas de interés reducidas para la construcción de escuelas en áreas rurales, apoyando la educación en comunidades desfavorecidas.
- Préstamos para salud pública: Instituciones financieras proporcionan tasas preferenciales para la expansión de hospitales en regiones con escaso acceso a servicios médicos.
- Microcréditos: Organizaciones de microfinanzas ofrecen tasas reducidas a microempresarios en sectores de baja renta para promover el autoempleo y el desarrollo económico local.

#### *2.4.7.4 Importancia de las tasas preferenciales en proyectos sociales*

- Promoción de iniciativas sociales: Facilitan la implementación de proyectos que pueden no ser viables con tasas de interés estándar debido a sus altos costos iniciales o retornos económicos más bajos.
- Estímulo a la inversión social: Incentivan a inversores privados y entidades financieras a participar en proyectos con fuerte impacto social.
- Ampliación del impacto: Permiten que los beneficios de proyectos importantes se extiendan a una mayor parte de la población, especialmente a aquellos en situación de vulnerabilidad.

#### 2.4.8 Tasas internacionales

En el contexto de tasas de interés que se está desarrollando, es esencial considerar las tasas de interés internacionales, ya que tienen un impacto significativo en los flujos de capital, inversiones globales y decisiones económicas a nivel mundial.

Las tasas internacionales pueden influir en todo, desde el costo de financiamiento en diferentes países hasta la valoración de divisas y la dinámica de los mercados emergentes.

##### 2.4.8.1 Contexto de las tasas de interés internacionales

Las tasas de interés internacionales son establecidas por los bancos centrales de cada país y sirven como la base para los préstamos interbancarios en cada moneda.

Estas tasas son un componente crítico en la formulación de políticas monetarias y tienen un impacto directo en:

- Flujos de capital: Las diferencias en las tasas de interés entre países pueden atraer o repeler inversión extranjera directa y carteras de inversión.
- Inflación: Las tasas de interés influyen en la inflación por demanda<sup>5</sup>. Tasas más altas generalmente tienden a moderar la inflación<sup>6</sup>.
- Tipo de cambio: Las tasas de interés afectan el valor de las monedas<sup>7</sup>. Tasas más altas pueden fortalecer una moneda, mientras que tasas más bajas pueden debilitarla.

---

<sup>5</sup> La inflación por demanda (también llamada inflación de demanda o demand-pull inflation) es un tipo de inflación que ocurre cuando la demanda total de bienes y servicios en una economía supera la capacidad de producción disponible. En términos simples: hay demasiada gente queriendo comprar, pero no hay suficientes bienes o servicios para satisfacer esa demanda, entonces los precios suben.

<sup>6</sup> Cuando un Banco Central (como la FED en EE. UU. o el BCRA en Argentina) sube las tasas de interés, pedir dinero prestado se vuelve más caro. Esto afecta a personas y empresas: se encarecen los créditos, se reduce el consumo (menos compras financiadas), las empresas invierten menos (menos préstamos para expandirse). Se desacelera la economía. ¿Y qué tiene que ver esto con la inflación? La inflación por demanda normalmente sube cuando hay demasiada demanda en la economía: mucha gente y muchas empresas comprando al mismo tiempo. Al subir la tasa: a) baja la demanda general, b) las empresas venden menos, c) tienen menos margen para subir precios, d) por lo tanto, la inflación tiende a bajar o moderarse

<sup>7</sup> Las tasas de interés influyen en el valor relativo de una moneda frente a otras. Cuando un país sube su tasa de interés, invertir en activos de ese país (bonos, depósitos, etc.) se vuelve más atractivo, porque rinden más. ¿Qué pasa en ese caso? Inversores internacionales compran la

#### 2.4.8.2 Tasas de interés clave a nivel internacional

Algunas de las tasas de interés más influyentes a nivel global incluyen:

- La Reserva Federal de EE.UU. (Fed): La tasa de fondos federales, que influye en las tasas de interés a lo largo de Estados Unidos y tiene repercusiones globales.
- El Banco Central Europeo (BCE): Las tasas de interés establecidas por el BCE afectan a todos los países de la zona euro.
- El Banco de Japón (BoJ) y El Banco de Inglaterra (BoE): Establecen tasas de interés que influyen directamente sus respectivas economías y tienen un impacto significativo en los mercados financieros globales.

#### 2.4.8.3 Cálculo de tasas de interés internacionales

- Establecimiento de tasas por bancos centrales:
  - Proceso: Los bancos centrales ajustan las tasas de interés en respuesta a las condiciones económicas internas. Utilizan datos económicos como inflación, empleo, y crecimiento del PIB para tomar decisiones sobre dónde establecer estas tasas.
  - Mecanismos: A menudo, las tasas se ajustan mediante operaciones de mercado abierto, donde los bancos centrales compran o venden bonos del gobierno para influir en las tasas de interés a corto plazo.
- Fórmulas de cálculo:
  - No existe una "fórmula" única para establecer una tasa de interés internacional, ya que esta es una decisión política. Sin embargo, el cálculo del impacto de una tasa de interés se puede hacer a través de modelos económicos que consideren variables como la inversión, el consumo, la inflación y las exportaciones.

#### 2.4.8.4 Interpretación de tasas de interés internacionales

- Indicativo de política económica:
  - Las tasas de interés son un reflejo directo de la política monetaria de un país. Una tasa alta puede indicar un intento de enfriar una

---

moneda de ese país para poder invertir. Al aumentar la demanda de esa moneda, su valor sube. Se dice que la moneda se fortalece o se aprecia.

economía sobrecalentada y controlar la inflación, mientras que una tasa baja podría ser un esfuerzo por estimular la inversión y el consumo en una economía lenta.

- Impacto en los flujos de capital:
  - Inversión directa: Las tasas de interés afectan la atracción de capital extranjero; las tasas más altas atraen inversión buscando mayores rendimientos.
  - Mercado de divisas: Las tasas influyen el valor de la moneda de un país. Tasas más altas pueden fortalecer una moneda, haciéndola más atractiva para los inversores de divisas.
- Efecto en el comercio y la inversión internacional:
  - Un análisis comparativo de las tasas puede ayudar a los inversores y a las empresas a decidir dónde ubicar sus recursos. Por ejemplo, una empresa multinacional puede optar por financiar sus operaciones en países con tasas más bajas para reducir costos.

#### 2.4.8.5 Ejemplos Prácticos

- Comparación de tasas: Un inversor examinando las tasas de interés en dos países diferentes podría decidir comprar bonos gubernamentales en el país con la tasa más alta, asumiendo que otros factores de riesgo son aceptables.
- Decisión de Inversión: Un empresario que busca expandir operaciones podría evaluar las tasas de interés para determinar en qué país sería más rentable tomar un préstamo.

#### 2.4.8.6 Conclusión

Comprender cómo se calculan e interpretan las tasas de interés internacionales es crucial para cualquier participante en la economía global, desde bancos centrales y gobiernos hasta inversores individuales y corporativos. Esta comprensión ayuda a navegar y aprovechar las oportunidades en un entorno económico global interconectado.

#### 2.4.9 Incorporación del riesgo en el análisis de tasas de interés

Las tasas de interés no solo reflejan el costo del dinero en el tiempo, sino también el riesgo asociado a una inversión o préstamo. En finanzas, el riesgo es un factor

determinante en la fijación de tasas de interés y puede impactar tanto a prestatarios como a inversionistas.

A continuación, se explican los principales mecanismos mediante los cuales el riesgo se incorpora en las tasas de interés.

#### 2.4.9.1 Componentes de una tasa de interés

La tasa de interés que se aplica en una inversión o préstamo generalmente se compone de varios factores, incluyendo:

- Tasa libre de riesgo ( $i_f$ ): Es la tasa de referencia que un inversor esperaría obtener en un activo sin riesgo, como los bonos gubernamentales de economías estables.
- Prima por inflación ( $\pi$ ): Ajusta la tasa de interés según la expectativa de inflación futura, ya que el dinero pierde valor con el tiempo.
- Prima por riesgo de crédito ( $R_c$ ): Representa el riesgo de que el prestatario no cumpla con el pago.
- Prima por liquidez ( $R_l$ ): Se incorpora cuando una inversión no puede ser convertida en efectivo fácilmente sin perder valor.
- Prima por plazo ( $R_p$ ): Ajusta la tasa de interés según el tiempo del préstamo; generalmente, los préstamos a mayor plazo tienen tasas más altas.
- Otras primas de riesgo: Dependiendo del contexto, puede incluir riesgo político, riesgo cambiario, riesgo sectorial, etc.

Fórmula general:

$$\text{Tasa de interés} = i = i_f + \text{prima de riesgo}$$

$$\text{Tasa de interés} = i = i_f + \pi + R_c + R_p + R_l + \text{Otras primas de riesgo}$$

#### 2.4.9.2 Factores de riesgo y su impacto en las tasas de interés

- Riesgo de inflación

Si los inversores creen que la inflación será alta en el futuro, exigirán tasas de interés más altas para compensar la pérdida de valor del dinero.

Ejemplo: Si la inflación esperada en Argentina es del 40% anual, un banco no ofrecerá préstamos al 10%, ya que perdería dinero en términos reales.

- Riesgo de crédito (default o mora)

Es el riesgo de que el prestatario no pueda devolver el dinero prestado. Para compensarlo, las entidades financieras cobran una prima de riesgo que aumenta la tasa de interés.

Ejemplo: Una empresa con historial de pagos dudoso obtendrá financiamiento con una tasa mayor que otra con antecedentes de cumplimiento.

- Riesgo cambiario

En países con monedas volátiles, los préstamos en moneda extranjera pueden incluir una prima de riesgo cambiario, reflejando la posibilidad de que una devaluación encarezca el pago de la deuda.

Ejemplo: Si un arquitecto en Argentina toma un crédito en dólares y el tipo de cambio se dispara, su deuda en pesos se encarecerá significativamente.

- Riesgo país y riesgo político

Factores macroeconómicos, como crisis económicas, inestabilidad política o cambios en regulaciones, pueden aumentar el riesgo de una inversión y, por lo tanto, la tasa de interés exigida.

Ejemplo: En mercados emergentes<sup>8</sup>, los bonos gubernamentales suelen pagar tasas más altas que los de países desarrollados debido al mayor riesgo.

#### 2.4.9.3 Aplicación en construcción y arquitectura

En el sector de la construcción y la arquitectura, la inflación y el riesgo juegan un papel crucial en la planificación financiera de proyectos.

- Impacto del riesgo en créditos hipotecarios

Las tasas de los préstamos hipotecarios suelen reflejar el riesgo de crédito y el riesgo de inflación. En economías inestables, las tasas hipotecarias pueden superar el 80% anual para proteger a los bancos de pérdidas por inflación y morosidad.

Ejemplo: En Argentina, el financiamiento de vivienda con créditos UVA<sup>9</sup> ha sido afectado por la inflación, ya que las cuotas aumentaron más de lo esperado.

---

<sup>8</sup> Los mercados emergentes son países cuya economía está en desarrollo y crecimiento sostenido, pero que aún no alcanzan la estabilidad, el tamaño y la madurez de las economías avanzadas. Tienen un mayor potencial de crecimiento, pero también más riesgo (volatilidad, inestabilidad política, inflación, etc.). En el mundo financiero, la clasificación más usada es la de MSCI (Morgan Stanley Capital International), que agrupa países según su nivel de desarrollo económico y profundidad de sus mercados.

<sup>9</sup> Los créditos UVA en Argentina son préstamos (hipotecarios, personales o prendarios) cuyo monto adeudado se actualiza según la inflación, a través de una unidad llamada UVA: Unidad de Valor Adquisitivo. ¿Qué es la UVA? Es una unidad que ajusta su valor diariamente según el Índice de Precios al Consumidor (IPC) publicado por el INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la Argentina). Es decir: si la inflación sube, las UVA suben. Y por lo tanto, la deuda en pesos también sube.

- Evaluación de riesgo en proyectos de construcción

Un proyecto inmobiliario puede incluir cláusulas de ajuste de tasas de interés según la evolución del mercado. En contextos de alta inflación, los contratos de financiamiento pueden indexarse a tasas variables, evitando pérdidas por desajustes económicos.

Ejemplo: Un desarrollador inmobiliario puede optar por créditos con tasas ajustadas por el Índice de la Cámara Argentina de la Construcción (CAC) en lugar de una tasa fija para reducir el riesgo de inflación.

- Uso de índices de inflación para ajustes de contratos

En obras públicas y privadas, las tasas de interés aplicadas a los costos financieros deben considerar ajustes por inflación. Para ello, se utilizan índices específicos, como el ICC (Índice del Costo de la Construcción) o el Índice de Precios de Materiales de Construcción.

Ejemplo: Un contratista que financia la compra de materiales puede negociar una tasa ajustada según la evolución del ICC, en lugar de pagar una tasa fija que podría quedar desactualizada con la inflación.

#### 2.4.9.4 Estrategias para mitigar el impacto del riesgo en tasas de interés

Para minimizar el impacto del riesgo en tasas de interés, se pueden aplicar las siguientes estrategias:

- Contratar tasas fijas vs. variables: En contextos de inflación estable, una tasa fija puede ser más conveniente, mientras que, en economías volátiles, una tasa variable atada a un índice de inflación puede ofrecer mayor seguridad.
- Utilizar coberturas financieras (hedging): Algunas empresas de construcción utilizan derivados financieros<sup>10</sup> para protegerse contra aumentos de tasas de interés y devaluaciones.
- Negociar cláusulas de ajuste en contratos: En proyectos de largo plazo, incluir cláusulas de ajuste permite adaptar el financiamiento a cambios en las tasas de mercado.
- ♦ Diversificación de fuentes de financiamiento: No depender exclusivamente de préstamos bancarios y buscar alternativas como

---

<sup>10</sup> Los derivados financieros son instrumentos cuyo valor depende (“deriva”) del precio de otro activo, llamado activo subyacente. Ese subyacente puede ser: una acción, un bono, una tasa de interés, una moneda, un commodity (petróleo, oro, soja), un índice (S&P 500, Merval). Es decir: no tienen valor propio, sino que su precio depende del comportamiento de otro activo.

financiamiento por inversores privados o emisión de bonos en mercados de capitales.

#### 2.4.10 Importancia general

- Comparación: Estos conceptos permiten a los consumidores y empresarios comparar productos financieros de manera más efectiva.
- Toma de decisiones: Ayudan a tomar mejores decisiones sobre préstamos e inversiones.
- Planeación financiera: Facilitan una mejor planificación financiera al entender los verdaderos costos y rendimientos de las opciones financieras disponibles.

Estos términos son cruciales en el ámbito financiero para asegurar transparencia y para que los usuarios puedan evaluar y comparar opciones financieras de manera adecuada y justa.

Por otro lado, el riesgo es un factor determinante en la fijación de tasas de interés y debe ser cuidadosamente considerado en proyectos de arquitectura y construcción. Ya sea en créditos hipotecarios, financiamiento de desarrollos inmobiliarios o costos financieros de obra, comprender cómo el riesgo afecta las tasas permite tomar mejores decisiones financieras y evitar impactos negativos en la rentabilidad del proyecto.

#### 2.4.11 Enfoque ágil para la toma de decisiones financieras

La toma de decisiones económicas en entornos ágiles se basa en la adaptación continua. Esto implica que las tasas, el riesgo y el financiamiento no se analizan solo al inicio del proyecto, sino a lo largo de cada iteración.

Claves del análisis financiero ágil:

- Decisiones económicas iterativas: cada ciclo del proyecto revisa el presupuesto, la disponibilidad financiera y las condiciones del entorno.
- Riesgo económico reducido por entregas tempranas: al generar valor pronto, disminuye la incertidumbre económica y se acelera el retorno.
- Ajustes continuos de alcance y costos: si las tasas de interés o la inflación cambian, el backlog del proyecto puede reordenarse para priorizar lo esencial.

- Análisis de escenarios rápidos: combinando sensibilidad financiera con iteraciones, se decide si conviene avanzar, pausar o rediseñar un componente del proyecto.

Ejemplo:

En un proyecto de viviendas, un incremento en la tasa de interés puede llevar a priorizar entregables de menor inversión inicial para reducir el riesgo financiero inmediato del desarrollador.

## 2.5 Sistemas de amortización de deudas

La amortización de una deuda<sup>11</sup> es el proceso de distribución de pagos de un préstamo en el tiempo.

Diferentes sistemas de amortización afectan cómo se calculan estos pagos y cómo se compone el balance entre el principal<sup>12</sup> y los intereses en cada cuota.

### 2.5.1 Sistema francés

- Descripción: También conocido como sistema de cuota fija o cuota nivelada, en este método cada pago o cuota es el mismo durante todo el período del préstamo.

Los pagos iniciales incluyen intereses más altos que se calculan sobre el saldo total del préstamo, con una proporción menor del principal.

Con el tiempo, esta proporción cambia, disminuyendo los intereses y aumentando la parte del principal amortizado en cada pago.

$$C = P * \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Donde:

- C = cuota fija
- P = principal
- i es la tasa de interés por período
- n = número total de períodos.

---

<sup>11</sup> Dentro de los fundamentos de la matemática financiera, los sistemas de amortización de deudas juegan un papel crucial, especialmente en contextos profesionales donde la arquitectura y la construcción requieren de financiamientos significativas

<sup>12</sup> Capital prestado.

Ejemplo:

Un préstamo de \$100.000 a un 5% anual de interés durante diez años (pagos anuales) resultaría en una cuota anual de:

$$C = \$100.000 * \frac{0,05 * (1 + 0,05)^{10n}}{(1 + 0,05)^{10n} - 1} = \$12.988$$

### 2.5.2 Sistema Alemán (Amortización de cuota decreciente)

- Descripción: En este sistema, el monto del principal que se paga en cada cuota es constante, y lo que varía es la carga de intereses, que se calcula sobre el saldo pendiente.

Esto hace que las cuotas sean más altas al principio y disminuyan con el tiempo.

$$C_t = \frac{P}{n} + \left[ P - (t - 1) * \frac{P}{n} \right] * i$$

Donde:

- $C_t$  = cuota en el tiempo t
- P = principal
- i es la tasa de interés por período
- n = número total de períodos
- t = es el período actual.

Ejemplo:

Para el mismo préstamo anterior. bajo el sistema alemán:

- la primera cuota sería:

$$C_1 = \frac{\$100.000}{10} + \left[ \$100.000 - (1 - 1) * \frac{\$100.000}{1} \right] * 0,05 = \$15.000$$

- Y la última sería:

$$C_{10} = \frac{\$100.000}{10} + \left[ \$100.000 - (10 - 1) * \frac{\$100.000}{1} \right] * 0,05 = \$10.500$$

### 2.5.3 Sistema americano (Pago de capital al final)

- Descripción: Este sistema implica que durante la vida del préstamo las cuotas están conformadas solo por los intereses y en la última cuota se le suma el principal (P).

Ejemplo:

Si el préstamo de \$100.000 al 5% anual se pagarán 10 cuotas de \$5.000 de intereses y en la última cuota se le sumarán a los intereses los \$100.000 del capital.

### 2.5.4 Importancia en proyectos de arquitectura

Comprender estos sistemas permite a los arquitectos planificar mejor las financiaciones de proyectos, evaluar la viabilidad de nuevas iniciativas y manejar efectivamente los presupuestos a largo plazo.

Además, esta comprensión ayuda a negociar términos de financiamiento más favorables y a tomar mejores decisiones sobre la gestión de costos y cash flow en los diferentes proyectos.

Este enfoque en los sistemas de amortización no solo fortalece las habilidades financieras de los estudiantes de arquitectura, sino que también los prepara para enfrentar los desafíos económicos del mundo profesional real.

## 3 Inflación y su impacto económico

### 3.1 ¿Qué es la Inflación?

La inflación es el aumento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios en un período determinado.

Esto significa que, con el tiempo, el poder adquisitivo del dinero disminuye, es decir, con la misma cantidad de dinero se pueden comprar menos cosas.

### 3.2 ¿Cómo se mide la inflación?

La inflación se mide a través de índices de precios, los cuales reflejan la variación del costo de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de una población:

- Índice de Precios al Consumidor (IPC): Mide el costo de una canasta de bienes y servicios básicos para los consumidores.

- Índice de Precios al Productor (IPP): Evalúa la inflación desde el punto de vista de los costos de producción.
- Índice de Costos de la Construcción (ICC): Específico para el sector de la construcción, mide la variación en los costos de materiales, mano de obra y otros insumos.

Ejemplo: Si el IPC indica una inflación del 10% anual, significa que lo que costaba \$1.000 hace dos años, ahora cuesta \$1.210.

$$VF = VA * (1 + \pi)^n = 1.000 * (1 + 0,01)^2 = 1.210$$

Donde:

- VF = valor futuro
- VA = valor actual
- $\pi$  = tasa de inflación por período
- n = número de períodos de tiempo.

### 3.3 ¿Cómo afecta la Inflación al sector de la arquitectura y construcción?

- Variación en los costos de materiales: Cemento, acero, madera y otros insumos pueden aumentar su precio inesperadamente.
- Impacto en presupuestos y contratos: Los contratos deben incluir cláusulas de ajuste para protegerse contra la inflación.
- Dificultad en la financiación: Tasas de interés más altas encarecen los créditos para construir o comprar inmuebles.
- Cambio en la rentabilidad de proyectos: Lo que hoy parece rentable, puede dejar de serlo si los costos aumentan más de lo esperado.

Ejemplo: Un arquitecto cotiza la construcción de una casa en \$500.000, pero si la inflación de los materiales es del 20% anual, deberá ajustar el presupuesto para evitar pérdidas.

Por todo lo dicho, la inflación puede tener un impacto significativo en los proyectos de construcción y arquitectura, afectando todo, desde los costos de materiales hasta la mano de obra y los presupuestos generales.

Es crucial que los estudiantes de arquitectura comprendan cómo ajustar los valores económicos para reflejar la realidad inflacionaria, especialmente cuando se trata de la planificación y gestión financiera a largo plazo de sus proyectos.

Ejemplo:

Si el costo de construcción en el 2020 era de \$200.000 y el índice de precios de la construcción ha aumentado un 25% desde entonces (en los cinco años), el costo ajustado por inflación en el 2025 sería:

$$VF = VA * (1 + i)^n$$
$$\$200.000 * (1 + 0,25)^1 = \$250.000$$

### 3.4 Importancia para la gestión profesional

Comprender estos métodos no solo es crucial para la gestión financiera de proyectos, sino también para garantizar la sostenibilidad y la rentabilidad de las prácticas de arquitectura y construcción en entornos económicos volátiles.

Dominar estos conceptos, prepara a los profesionales que gestionan proyectos para enfrentar desafíos reales en su vida laboral, permitiéndoles tomar mejores decisiones estratégicas en la planificación y ejecución de sus proyectos.

## 4 Índices de Inflación en proyectos

Los índices de inflación son herramientas esenciales en la industria de la construcción y la arquitectura para ajustar los costos del proyecto en función de las variaciones en el precio de los materiales, la mano de obra y otros gastos generales.

Estos índices permiten a los profesionales del sector ajustar sus presupuestos y estimaciones para reflejar con precisión el valor actual de los costos y evitar pérdidas económicas debido a la inflación.

### 4.1 Índices más usados en proyectos

- Índice de costos de construcción (ICC): Refleja el cambio en el costo de los materiales de construcción y la mano de obra específicos para el sector.
- Índice de precios al productor (IPP): Mide el cambio en los precios de venta de los productores de materiales de construcción.
- Índice de precios al consumidor (IPC): Aunque es más general, el IPC puede utilizarse para ajustar los costos de los elementos que afectan indirectamente a la construcción, como los costos de energía o transporte.

## 4.2 Cálculo de los índices

El cálculo de estos índices generalmente se realiza a través de una fórmula que considera la variación de precios de una canasta de bienes y servicios relacionados con la construcción durante un período determinado:

$$\text{Índice} = \left( \frac{\text{Precio actual del período base}}{\text{Precio del período base}} \right) * 100$$

Cuando hablamos de "precio actual del período base" y "precio del período base" en el contexto de calcular índices de inflación, estos términos se refieren a:

- **Precio del período base:** Este es el precio o costo de un bien, servicio, o conjunto de bienes y servicios en un momento inicial específico que se elige como punto de referencia o "base" para el análisis.

Este período base es el punto de partida para comparar cómo cambian los precios en el tiempo. Por lo general, el período base es seleccionado por su relevancia o estabilidad económica, y los precios en este período se suelen normalizar a un índice de 100 para facilitar las comparaciones posteriores.

- **Precio actual del período base:** Este término puede causar confusión porque parece sugerir una actualización del precio inicial del período base, pero en realidad, se refiere al precio o costo de los mismos bienes o servicios en un momento actual o específico posterior al período base. Es decir, es el precio que se observa en los períodos de medición subsiguientes y que se compara con el precio del período base para calcular el cambio porcentual o inflación.

Ejemplo:

Supongamos que estamos calculando el índice de precios de la construcción y seleccionamos el año 2020 como período base. Si el costo de ciertos materiales de construcción en 2020 (período base) era de \$200 por unidad, ese es el "precio del período base".

Si en 2022, el precio de los mismos materiales asciende a \$220 por unidad, ese es el "precio actual del período base" para 2022.

Usando estos datos, podríamos calcular el índice de inflación para los materiales desde 2020 hasta 2022.

El índice para 2022, usando 2020 como base, se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Índice 2022} = \left( \frac{\text{Precio actual del período base (2022)}}{\text{Precio del período base (2020)}} \right) * 100$$

$$\text{Índice 2022} = \left(\frac{220}{200}\right) * 100 = 110$$

Esto indica que el precio ha aumentado en un 10% desde el año base 2020 hasta 2022.

Entender estos términos es crucial para analizar correctamente las tendencias de precios y costos, especialmente en sectores como la construcción donde los presupuestos y la planificación financiera dependen en gran medida de las expectativas inflacionarias y la gestión de costos.

### 4.3 Aplicación de índices por categoría

#### 4.3.1 Mano de Obra

- Índice de costos de mano de obra: Calcula los cambios en los costos laborales debido a factores como aumentos salariales, beneficios laborales y políticas gubernamentales.
- Aplicación: Se utiliza para ajustar contratos de construcción en función de los cambios en los costos laborales.

#### 4.3.2 Materiales

- Índice de materiales de construcción: Específico para materiales como acero, cemento y madera.
- Aplicación: Permite ajustar presupuestos y estimaciones conforme a las fluctuaciones en el precio de los materiales esenciales.

#### 4.3.3 Gastos generales

- Índice de gastos generales: Incluye elementos como alquiler de equipo, seguros y costos administrativos.
- Aplicación: Ajusta los costos indirectos asociados con la ejecución de un proyecto.

### 4.4 Determinación y uso de índices en diferentes proyectos

#### 4.4.1 Determinación

- Los índices son determinados por agencias estadísticas nacionales o por asociaciones industriales que recopilan datos de precios y costos regularmente.

#### 4.4.2 Tipos de obras y proyectos

- Obras públicas: Comúnmente usan índices oficiales para ajustes contractuales y escalaciones de precio.
- Proyectos privados: Pueden utilizar índices personalizados desarrollados para ajustar los contratos según las especificidades del proyecto.

#### 4.5 Ejemplo de cálculo

Para ilustrar cómo calcular índices de inflación a partir de una serie de datos mensuales de inflación, vamos a seguir un ejemplo práctico.

Supongamos que tenemos los siguientes datos de inflación mensual:

Mes	Tasa de inflación
<b>dic</b>	
ene	1,00%
feb	0,50%
mar	1,20%
abr	0,80%
may	1,50%

##### 4.5.1 Paso 1: Convertir tasas de inflación a índices de inflación

Primero, convertimos las tasas de inflación en índices de inflación para cada mes.

Los índices de inflación se calculan sumando 1 al porcentaje de inflación expresado en tanto por uno:

Mes	Tasa de inflación en %	Tasa de inflación en tanto por uno	Paso 1
			Índices de inflación
<b>dic</b>			
ene	1,00%	0,0100	1,0100
feb	0,50%	0,0050	1,0050
mar	1,20%	0,0120	1,0120
abr	0,80%	0,0080	1,0080
may	1,50%	0,0150	1,0150

##### 4.5.2 Paso 2: Calcular el índice acumulado

Para calcular el índice de inflación acumulado para cada mes respecto al inicio del año, multiplicamos secuencialmente los índices de inflación:

Mes	Tasa de inflación en %	Tasa de inflación en tanto por uno	Paso 1	Paso 2
			Índices de inflación	Índices acumulados
<b>dic</b>				1,0000
ene	1,00%	0,0100	1,0100	1,0100
feb	0,50%	0,0050	1,0050	1,0151
mar	1,20%	0,0120	1,0120	1,0272
abr	0,80%	0,0080	1,0080	1,0354
may	1,50%	0,0150	1,0150	1,0510

#### 4.5.3 Paso 3: Calcular el índice de inflación mensual

Para obtener el índice de inflación de cada mes respecto al mes anterior, simplemente usamos los índices acumulados ya que estos representan el aumento del nivel de precios de un mes al siguiente:

Mes	Tasa de inflación en %	Tasa de inflación en tanto por uno	Paso 1	Paso 2	Paso 3
			Índices de inflación	Índices acumulados	Tasa de inflación en %
<b>dic</b>				1,0000	
ene	1,00%	0,0100	1,0100	1,0100	1,00%
feb	0,50%	0,0050	1,0050	1,0151	0,50%
mar	1,20%	0,0120	1,0120	1,0272	1,20%
abr	0,80%	0,0080	1,0080	1,0354	0,80%
may	1,50%	0,0150	1,0150	1,0510	1,50%

Si se quiere calcular la inflación de mayo se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor inicial}} = \frac{1,0510 - 1,0354}{1,0354} = 0,0150 = 1,5\%$$

o lo que es lo mismo:

$$\frac{\text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} - 1 = \frac{1,0510}{1,0354} - 1 = 0,0150 = 1,5\%$$

#### 4.5.4 Paso 4: Interpretación

- El índice acumulado muestra que, desde enero hasta mayo, ha habido un aumento acumulado del 5,1% en el nivel general de precios.

$$\frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor inicial}} = \frac{1,0510 - 1,0000}{1,0000} = 0,0510 = 5,1\%$$

- Los índices mensuales muestran el crecimiento relativo de un mes a otro y son útiles para entender la tendencia de la inflación a corto plazo.

#### Ejemplo práctico de aplicación en proyectos

Supongamos que un proyecto de construcción comenzó en diciembre con un presupuesto inicial de \$100.000.

Usando el índice acumulado, podemos ajustar el presupuesto para mayo:

$$\text{Presupuesto ajustado a mayo} = \$100.000 * 1,0510 = \$105.100$$

Este cálculo indica que, debido a la inflación, el costo del proyecto en mayo sería de \$105.100 para mantener el mismo poder adquisitivo que tenía en diciembre.

Este tipo de cálculo es esencial para la planificación financiera y el control de costos en proyectos de largo plazo, ayudando a asegurar que los presupuestos sigan siendo realistas y suficientes a medida que cambian las condiciones económicas.

#### 4.6 Conclusión

El uso correcto de índices de inflación en la construcción y arquitectura es crucial para la gestión financiera efectiva de los proyectos.

Permite a los profesionales mantener la rentabilidad y la viabilidad de los proyectos a pesar de la volatilidad de los costos de recursos críticos.

Por tanto, comprender cómo se determinan, calculan y aplican estos índices es fundamental para cualquier profesional involucrado en la planificación y ejecución de proyectos de construcción y arquitectura.

#### 4.7 Inflación, priorización y flujo de valor

En entornos económicos inestables, la inflación no solo afecta los costos del proyecto: también determina qué debe entregarse primero para proteger el valor.

La gestión ágil propone mantener flexibilidad para:

- adelantar actividades o entregables antes de aumentos previstos,

- reordenar el backlog para priorizar materiales o tareas sensibles a variaciones de precio,
- reducir exposición a costos futuros mediante decisiones tempranas,
- validar rápido con stakeholders para evitar retrabajos costosos.

## 5 Amortización / Depreciación de activos

La amortización y depreciación son conceptos clave en la contabilidad y gestión financiera de proyectos de construcción y arquitectura.

Ambos términos se refieren al proceso de asignar sistemáticamente el costo de un activo a lo largo de su vida útil.

En términos contables se reserva el concepto depreciación para los activos tangibles (como bienes de capital o equipos), mientras que el concepto amortización se reserva para los activos intangibles (software, marcas, etc.).

Ahora bien, ambos conceptos (depreciación y amortización contable) desde el punto de vista financiero de construcción de flujos de fondos se consideran “gastos no desembolsados”.

Por otro lado, el concepto de “depreciación contable” tiene que ver con la pérdida de valor que sufre el activo en los libros contables, mientras que la “depreciación económica” tiene que ver con la pérdida que sufre el activo en el mercado.

Aunque todos estos términos suelen usarse indistintamente, conocer claramente el alcance de cada uno es fundamental para el ejercicio correcto de la profesión.

### 5.1 Concepto de vida útil

La vida útil de un bien en un proyecto de construcción o arquitectura es el período durante el cual se espera que el bien sea utilizable, contribuyendo efectivamente al proceso de construcción.

La determinación de la vida útil depende de varios factores:

- **Uso esperado:** La frecuencia y la intensidad con la que se espera utilizar el equipo.
- **Desgaste natural:** El deterioro esperado debido a operaciones normales.
- **Avances tecnológicos:** Cambios en la tecnología que podrían hacer que el equipo sea obsoleto más rápidamente.
- **Normativas ambientales y de seguridad:** Cambios en las regulaciones que podrían requerir modificaciones o reemplazos prematuros.

Ejemplo: Una grúa utilizada en construcción podría tener una vida útil estimada de 10 años, durante los cuales se espera que opere eficientemente sin requerir reemplazos mayores.

## 5.2 Concepto de valor residual

El valor residual es el valor estimado que un activo tendrá al final de su vida útil.

Ejemplo: Si una grúa tiene un costo inicial de \$100.000 y se espera que tenga un valor residual de \$20.000 después de 10 años, la depreciación se calculará (por el método de la línea recta) sobre los \$80.000 restantes.

$$\text{Depreciación contable} = \frac{\text{Valor compra} - \text{Valor residual}}{\text{Vida útil contable}}$$

## 5.3 Concepto de obsolescencia

La obsolescencia se refiere a la pérdida de utilidad de un activo debido a factores externos, más allá del desgaste físico.

Existen dos tipos principales:

- Obsolescencia funcional: Ocurre cuando un bien ya no es capaz de cumplir con su función debido a cambios en las necesidades operativas, como una máquina que ya no cumple con los estándares de eficiencia actuales.
- Obsolescencia tecnológica: Se da cuando aparecen en el mercado tecnologías nuevas y más eficientes, haciendo que las antiguas se vuelvan menos deseables o útiles.

Ejemplo: Un software de diseño arquitectónico puede volverse obsoleto rápidamente si no se actualiza regularmente para incorporar nuevas características y estándares de la industria.

## 6 Formulación y evaluación de proyectos

Formular y evaluar un proyecto para determinar su viabilidad económica y financiera es un proceso crítico en la gestión de cualquier proyecto, especialmente en campos como la arquitectura y la construcción, donde las inversiones son significativas y los riesgos asociados pueden ser altos. Este proceso involucra varias fases y componentes clave que aseguran que un proyecto no solo es factible desde un punto de vista técnico y operativo, sino también rentable y sostenible desde una perspectiva económica y financiera.

## 6.1 Etapas del análisis de un proyecto.

Las etapas para analizar en el estudio de viabilidad de un proyecto se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Idea
- Preinversión
  - Perfil
  - Prefactibilidad
  - Factibilidad
- Operación

### 6.1.1 Idea.

En esta fase inicial se originan los "impulsores del proyecto", que incluyen las primeras concepciones sobre cómo ejecutar la estrategia corporativa. Esto podría implicar resolver un problema existente o evaluar cómo capitalizar una oportunidad de negocio. Las preguntas fundamentales que se deben abordar en este momento determinan si hay demanda para el producto o servicio propuesto, si hay soluciones viables al problema identificado, y si la idea propuesta se alinea con la estrategia global de la empresa.

### 6.1.2 Pre inversión.

Esta fase, conocida también como la etapa de estudio o planificación, evalúa la viabilidad de avanzar con el proyecto. Dicha evaluación se realiza de distintas maneras, dependiendo de la calidad y cantidad de información disponible y de las herramientas empleadas.

Inicialmente, los estudios se realizan a "nivel de perfil", donde se emplea información general del sector, como datos industriales promedio. Esta fase se caracteriza por una planificación preliminar con limitada calidad y cantidad de información, y típicamente no incorpora la dimensión temporal.

El siguiente nivel, denominado "prefactibilidad", utiliza estándares y promedios para mejorar la calidad y cantidad de la información recopilada, e introduce la consideración del tiempo.

En la fase final, conocida como "nivel de factibilidad", se elabora información específica para el proyecto. En este punto, ya no se utilizan estándares ni promedios generales y la variable temporal se convierte en esencial para emitir un juicio sobre el proyecto.

Las preguntas clave a responder en esta etapa incluyen: ¿Es el proyecto económicamente atractivo para todas las partes involucradas? ¿Es financieramente viable? ¿Cuáles son las variables críticas del proyecto? ¿Cuáles son las fuentes de riesgo y es posible mitigarlas?

Durante la etapa de perfil del estudio de un proyecto, se participa en una toma de decisiones inicial que, si bien implica un menor costo, conlleva un alto riesgo debido a la limitada calidad y cantidad de información disponible. Por otro lado, al alcanzar el nivel de factibilidad, el proceso decisional se vuelve más costoso, aunque el riesgo asociado se reduce significativamente.

Sin embargo, surgen problemas cuando, en las fases iniciales, el proyecto parece viable. A menudo, se tiende a omitir las etapas intermedias de estudio, avanzando directamente desde el perfil inicial o los estudios preliminares de prefactibilidad hacia la fase de inversión. Este salto precipitado puede aumentar considerablemente el riesgo de que el proyecto fracase en alcanzar su viabilidad económica y financiera.

### 6.1.3 Etapa de inversión.

Iniciar el proyecto ocurre después de que los estudios de factibilidad han determinado que es aconsejable seguir adelante. Esto implica la inversión en activos fijos y todos los recursos necesarios para poner en funcionamiento el negocio.

### 6.1.4 Etapa de operación.

Esta fase está directamente relacionada con el funcionamiento del proyecto, donde se producirán los beneficios netos, resultantes de la diferencia entre ingresos y egresos. Estos beneficios deben cubrir el costo de oportunidad, es decir, la rentabilidad esperada por los inversores de los fondos propios invertidos, y también deben servir para amortizar la inversión inicial. Antes de comenzar esta etapa operativa, es necesario asignar el capital necesario para financiar los desfases financieros que surjan durante el proceso productivo de la operación.

## 6.2 Evaluación privada y evaluación social.

La diferencia entre la evaluación privada y la evaluación social de proyectos radica en el alcance y los objetivos de cada análisis, centrando su atención en distintos beneficiarios y considerando diferentes tipos de costos y beneficios.

### 6.2.1 Evaluación privada de proyectos

La evaluación privada de proyectos se enfoca en el análisis de la viabilidad y rentabilidad de un proyecto desde la perspectiva de los inversores o la empresa que lo ejecuta. Este tipo de evaluación considera principalmente:

- **Beneficios y costos privados:** Analiza los ingresos directos que el proyecto generará para los inversores o propietarios y los costos directos asociados a la ejecución del proyecto.
- **Retorno sobre la inversión:** Se centra en calcular indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el período de recuperación de la inversión, basados exclusivamente en los flujos de caja que afectan directamente a la entidad que realiza la inversión.
- **Riesgos privados:** Considera los riesgos financieros, operacionales y de mercado que podrían afectar la rentabilidad del proyecto desde una perspectiva privada.

### 6.2.2 Evaluación social de proyectos

Por otro lado, la evaluación social de proyectos examina el impacto de un proyecto en la sociedad en general, más allá de los intereses financieros privados. Esta evaluación incluye:

- **Beneficios y costos sociales:** Incluye no solo los beneficios y costos directos, sino también los indirectos o externalidades que el proyecto puede generar sobre la comunidad y el medio ambiente. Esto puede incluir efectos sobre el empleo, la salud pública, el medio ambiente, y la infraestructura local.
- **Valor social:** Busca determinar el impacto del proyecto en el bienestar social y económico general. Utiliza herramientas como el análisis costo-beneficio, que ajusta los flujos de caja para reflejar el valor tiempo del dinero desde una perspectiva social.
- **Distribución de impactos:** Analiza cómo los efectos del proyecto se distribuyen entre diferentes grupos sociales, considerando la equidad y la inclusión en los beneficios y costos.

### 6.2.3 Puntos clave de diferenciación

- **Objetivo:** Mientras que la evaluación privada busca maximizar el retorno financiero para los inversores, la evaluación social se enfoca en maximizar el bienestar general.

- Alcance de análisis: La evaluación privada se limita a los efectos financieros directos sobre los inversores, mientras que la evaluación social considera un espectro más amplio de impactos, incluyendo efectos externos no monetizados inicialmente.
- Metodología: Los métodos de descuento y los factores de ajuste pueden variar, con la evaluación social utilizando tasas de descuento que reflejan el costo de oportunidad del capital social y no solo el privado.

Comprender estas diferencias es crucial para los responsables de la formulación y evaluación de proyectos, especialmente en contextos donde se requieren buenas decisiones sobre la asignación de recursos tanto privados como públicos.

El foco de este apunte de clase es netamente de evaluación privada de proyectos.

### 6.3 Evaluación ex ante y evaluación ex post.

La diferencia fundamental entre la formulación y evaluación ex ante de proyectos y la evaluación ex post de proyectos radica en el momento en que se realiza cada tipo de evaluación y los objetivos específicos que persiguen.

#### 6.3.1 Formulación y evaluación ex ante de proyectos

La formulación y evaluación ex ante se llevan a cabo antes de que el proyecto comience. Su objetivo principal es determinar la viabilidad y rentabilidad potencial de un proyecto antes de que se tomen decisiones de inversión y se asignen recursos. Incluye:

- Estudio de viabilidad: Analiza si el proyecto es técnicamente posible, financiable y sostenible a largo plazo.
- Análisis de costo-beneficio: Estima los costos iniciales y los beneficios esperados para evaluar la rentabilidad económica del proyecto.
- Identificación de riesgos: Evalúa los riesgos potenciales asociados con el proyecto y propone medidas para mitigarlos.
- Planificación: Define los objetivos del proyecto, las estrategias para alcanzarlos, y establece los recursos necesarios.

El propósito de la evaluación ex ante es asegurar que los recursos se utilicen de manera eficiente y que el proyecto tenga las mayores probabilidades de éxito, basándose en estimaciones y proyecciones.

### 6.3.2 Evaluación ex post de proyectos

Por otro lado, la evaluación ex post se realiza después de que el proyecto ha sido implementado. Su propósito es analizar el desempeño del proyecto y comparar los resultados reales con los objetivos y pronósticos iniciales. Incluye:

- **Medición de resultados:** Revisa los resultados finales del proyecto para determinar si se cumplieron los objetivos establecidos durante la fase de planificación.
- **Análisis de impacto:** Evalúa los efectos e impactos reales del proyecto en términos económicos, sociales y ambientales.
- **Identificación de lecciones aprendidas:** Detecta las fortalezas y debilidades en la ejecución del proyecto para mejorar la planificación y ejecución de futuros proyectos.
- **Rendición de cuentas:** Proporciona información sobre el uso de recursos y los resultados obtenidos a las partes interesadas y financiadores.

### 6.3.3 Puntos clave de diferenciación

- **Temporalidad:** La evaluación ex ante se realiza antes del inicio del proyecto, utilizando estimaciones y proyecciones, mientras que la evaluación ex post se realiza después de la conclusión del proyecto, basándose en datos reales y resultados obtenidos.
- **Objetivo:** La evaluación ex ante busca asegurar la viabilidad y preparar el proyecto para el éxito, mientras que la evaluación ex post se centra en medir ese éxito, evaluar el impacto y aprender de la experiencia.
- **Metodología:** La evaluación ex ante se basa en predicciones y análisis predictivo; la evaluación ex post utiliza datos reales para realizar análisis retrospectivo.

Ambos tipos de evaluación son cruciales en la gestión de proyectos, cada uno cumpliendo funciones complementarias que juntas contribuyen a una gestión más efectiva y a la mejora continua en la implementación de proyectos.

## 6.4 Proceso de formular y evaluar un proyecto.

El proceso para formular y evaluar un proyecto tiene cinco fases:

- Identificar
- Medir
- Valorar

- Ordenar
- Comparar

Como marco puede ser presentado de la siguiente manera:

Identificar	Proyecto versus alternativa	
	Separar los costos de inversión de los costos de operación	
Medir	Con proyecto – Sin proyecto = Marginal (incremental)	
Valorar		
A nivel de perfil $\Rightarrow CMg = \Delta C = CMgOp + Ck \Rightarrow IAM$ (Supuesto: Depreciación económica = 0)		
Ordenar	Definir el horizonte de evaluación en períodos	
	Transformar los períodos (flujos) en momentos (stock)	
	Asignar	Los costos de operación al final del período
		Los costos de inversión al inicio del período
Comparar	$BMg \text{ vs. } CMg \Rightarrow VP = \frac{VF}{(1+i)^n}$	
A nivel de pref. y factibilidad $\Rightarrow CMg = CMgOp. + Ck + CMgInv. - VD \Rightarrow IM$		

Donde:

- CMg = Costo marginal
- $\Delta C$  = Delta incremental de costos
- CMgOp. = Costo marginal de operación
- Ck = Costo del capital
- IAM = Ingreso Anual Mínimo
- BMg = Beneficio marginal
- CMgInv. = Costo marginal de la inversión
- VD = Valor de desecho
- IM = Ingreso Mínimo

A continuación, se analizará el alcance de este proceso.

#### 6.4.1 Identificar

Especificar claramente el proyecto es esencial para evaluar de manera cuantitativa y cualitativa los costos implicados tanto en su implementación como en su operación, así como los ingresos esperados.

Durante este proceso, es crucial detallar la alternativa dejada de lado, la cual servirá como fundamento para identificar los costos de oportunidad asociados al proyecto.

El costo de oportunidad se refiere a la mejor opción que se descarta al optar por la decisión tomada.

Una vez que el proyecto y su alternativa desechada (segunda mejor opción) están definidos y se han investigado los datos pertinentes a ambas opciones, es necesario distinguir entre los costos que son recurrentes (costos de operación) y aquellos que son por única vez (costos de inversión), todo ello en relación con el proyecto.

Los costos de operación y los costos de inversión son dos categorías fundamentales en la gestión financiera de cualquier proyecto, especialmente en industrias como la construcción y la arquitectura. Ambos tipos de costos son esenciales para la planificación y ejecución efectiva de proyectos, pero sirven para diferentes propósitos y se incurren en diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto.

- **Costos de Operación**

**Definición:** Los costos de operación, también conocidos como costos operativos o gastos operacionales, son aquellos costos recurrentes necesarios para el funcionamiento diario de un proyecto o empresa. Estos costos son necesarios para mantener la actividad básica del negocio y suelen repetirse a lo largo del tiempo.

**Ejemplos:**

- En construcción y arquitectura: Costos de mantenimiento de equipos, salarios del personal operativo, costos de energía, y gastos de administración.
- En un proyecto específico: Pueden incluir el costo de materiales consumibles utilizados regularmente, costos de mano de obra directa, y gastos generales asignados a la operación del proyecto.

- **Costos de Inversión**

**Definición:** Los costos de inversión, a menudo denominados gastos de capital son aquellos costos incurridos en la compra de activos fijos o en inversiones que tienen un beneficio a largo plazo. Estos costos son generalmente únicos o no recurrentes y están destinados a establecer la infraestructura básica o a expandir la capacidad existente.

**Ejemplos:**

- En construcción y arquitectura: Compra de terrenos, adquisición de maquinaria pesada, construcción de edificios, y desarrollo de planos.
- En un proyecto específico: Puede incluir la compra inicial de un equipo especializado, gastos de puesta en marcha del proyecto, y costos asociados a la implementación de nuevas tecnologías o sistemas.
- Diferencias Clave
  - Temporalidad: Los costos de operación son recurrentes y se esperan durante toda la vida operativa de la empresa o proyecto. En cambio, los costos de inversión son típicamente únicos o se incurren en el inicio de un nuevo proyecto o expansión.
  - Propósito: Los costos de operación están destinados a mantener y asegurar la continuidad de las operaciones existentes. Los costos de inversión están orientados a crear nuevas capacidades o a mejorar significativamente las estructuras o sistemas existentes.
  - Impacto financiero: Los costos de operación afectan el flujo de caja operativo y son parte de los cálculos de la rentabilidad operativa. Los costos de inversión requieren un desembolso de capital considerable y son evaluados bajo criterios de inversión, como el retorno esperado y el periodo de recuperación.
  - Conclusión

Comprender la diferencia entre costos de operación y costos de inversión es crucial para la gestión financiera efectiva, la planificación estratégica y la toma de decisiones en cualquier proyecto o empresa.

Distinguir correctamente entre estos tipos de costos ayuda a los administradores y arquitectos a optimizar recursos, planificar gastos futuros y evaluar la viabilidad económica de nuevas iniciativas o proyectos.

#### 6.4.2 Medir

Este proceso implica determinar la cantidad de costos (tanto de insumos como de activos) e ingresos que son directamente atribuibles al proyecto. Para esto, se establece un escenario inicial denominado "Situación sin proyecto" (S/P), que se compara con un escenario que incluye la inversión, llamado "situación con proyecto" (C/P). La diferencia entre ambos escenarios revelará la "situación marginal (incremental)" que puede ser atribuida al proyecto.

Se deben tomar en cuenta únicamente aquellos costos e ingresos que aumentan como resultado de la implementación del proyecto.

De esta evaluación se derivan los siguientes resultados:

- Costos marginales de inversión (CMgInv), que son los costos incrementales y únicos (relevantes) asociados al proyecto.
- Costos marginales de operación (CMgOp) y Beneficios marginales de operación (BMgOp), que representan los costos y beneficios incrementales recurrentes (relevantes) del proyecto.

Cualquier costo que no sea incremental o relevante tras la ejecución del proyecto se considera un costo hundido, también conocido como costos muertos, históricos o enterrados.

#### 6.4.3 Valorar

Es fundamental establecer el valor correcto para las cantidades identificadas en la fase de "medición". Los valores de las unidades marginales (incrementales) siempre deben calcularse, sin excepción, en base a su valor de mercado o costo de oportunidad. Esto implica descartar cualquier consideración de valores históricos, contables, o hundidos, asegurando que la evaluación refleje las condiciones económicas actuales y la verdadera contribución económica del proyecto.

#### 6.4.4 Ordenar.

Es crucial comprender en qué puntos específicos del ciclo de vida del proyecto se manifiestan los ítems identificados, cuantificados y valorados. Reconocer exactamente cuándo ocurren los movimientos financieros, tanto costos como ingresos, es esencial para su adecuada comparación y análisis en el flujo de fondos.

Para clarificar la temporalidad de estos movimientos, es importante diferenciar entre flujos, que se refieren a períodos extendidos, y stocks, que indican momentos específicos. Por ejemplo, un flujo puede ser el año 2011, mientras que un stock puede ser un momento puntual como el 1 de enero de ese año.

En la estructura del flujo de fondos de un proyecto, siempre habrá un momento adicional a los períodos contemplados. Por ejemplo, si un proyecto tiene una duración de cinco años, se representará en el flujo de fondos con seis momentos distintos, siendo el momento cero el tiempo presente en que se toma la decisión de iniciar el proyecto.

Cada período anual, o flujo, se delimita por dos momentos, o stocks. Así, el Año 1 comienza en el momento cero ( $m_0$ ), que corresponde al día de hoy, y concluye en

el momento uno ( $m_1$ ), que a su vez marca el comienzo del Año 2, y así sucesivamente. Por lo tanto, si un proyecto tiene una duración prevista de tres años, resultará en cuatro momentos claramente definidos, iniciando en el momento cero, que representa "hoy".

Este enfoque permite una representación precisa y clara del tiempo en la planificación y análisis financiero del proyecto, asegurando que cada fase y su impacto financiero se entiendan y gestionen de manera efectiva.

#### 6.4.5 Comparar

El objetivo de esta comparación es verificar si los beneficios generados por el proyecto serán suficientes para cubrir sus costos. Al comparar los beneficios y costos marginales de cada período, se derivan beneficios netos.

Estos beneficios netos deben no solo recuperar las inversiones marginales realizadas, sino también superar la rentabilidad que podría haberse obtenido mediante la mejor alternativa no seleccionada, conocida como el costo de oportunidad del capital invertido.

##### 6.4.5.1 Valor del Dinero en el Tiempo

Es esencial reconocer que el valor del dinero varía con el tiempo; un peso hoy no es equivalente a un peso en el futuro. El valor presente de una cantidad es siempre mayor que su valor futuro debido al costo de oportunidad de utilizar el capital propio.

Este costo se expresa a través de la tasa de interés, que representa el costo porcentual del capital utilizado durante un periodo específico.

Para realizar los cálculos financieros, se deben especificar varios factores:

- Duración total del período: El lapso total durante el cual se proyectan los flujos financieros.
- Frecuencia de capitalización: Cuántas veces se capitaliza el interés en ese periodo.
- Tasa de interés: Debe ser compatible con el periodo de capitalización.

Las operaciones financieras relacionadas con estos cálculos son conocidas como "capitalización" para el paso del presente al futuro, y "actualización" para el paso del futuro al presente.

Ejemplos

- Valor futuro (VF) de un Valor actual (VA):

- Si se invierten \$150 por tres meses a una tasa de interés del 2% mensual, el valor futuro sería:

$$VF = VA * (1 + i)^n$$

$$VF = 150 * (1 + 0,02)^3 = 159,18$$

- Si la tasa de interés es del 2% durante dos meses y del 5% en el tercer mes, el valor futuro ajustado sería:

$$VF = 150 * (1 + 0,02)^2 * (1 + 0,05)^1 = 163,86$$

- Valor actual (VA) o presente de un Valor futuro (VF):

- Si se espera recibir \$150 en tres meses a una tasa de interés del 2% mensual, el valor actual sería:

$$VP = \frac{150}{(1 + 0,02)^3} = 141,35$$

- Si la tasa de interés es del 2% durante dos meses y del 5% en el tercer mes, el valor actual ajustado sería:

$$VP = \frac{150}{[(1 + 0,02)^2 * (1 + 0,05)]} = 137,31$$

Este enfoque estructurado ayuda a entender cómo se deben evaluar financieramente las proyecciones de un proyecto, considerando la variabilidad de las tasas de interés y la importancia de la precisión en la capitalización y actualización.

## 6.5 Indicadores económicos.

Estos indicadores son herramientas esenciales para evaluar la creación de valor económico que el proyecto aporta. A través de ellos, se puede medir de manera efectiva la riqueza generada.

Se utilizarán los siguientes indicadores económicos para analizar y entender el desempeño financiero del proyecto:

- VAN (Valor Actual Neto): Este indicador mide el excedente o déficit de efectivo generados por el proyecto, después de recuperar la inversión y considerar el valor del dinero a lo largo del tiempo.

- TIR (Tasa Interna de Retorno): Es el retorno de los fondos propios invertidos en el proyecto.
- IVAN (Índice del Valor Actual Neto): Es una medida relativa que compara el valor presente de los flujos netos de efectivo del proyecto con la inversión inicial, ofreciendo una perspectiva de la eficiencia del uso de los recursos.
- B/C (Relación Beneficio-Costo): Este ratio compara los beneficios totales esperados del proyecto con los costos asociados, evaluando la relación entre el valor generado y los recursos empleados.
- PRI (Período de Recuperación de la Inversión): Indica el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial del proyecto, tanto en términos nominales como descontados, proporcionando una estimación del riesgo y la liquidez del proyecto.

Estos indicadores son fundamentales para los análisis financieros, ayudando a tomar decisiones informadas sobre la viabilidad y rentabilidad de las iniciativas de inversión.

### 6.5.1 Valor actual neto (VAN)

El VAN (Valor Actual Neto) es un indicador económico ampliamente utilizado para evaluar la rentabilidad de proyectos de inversión.

Calcula la diferencia entre el valor presente de los flujos de efectivo entrantes y salientes a lo largo de la vida de un proyecto, descontados a una tasa que refleja el costo de capital o la tasa de rendimiento requerida.

Es esencial para determinar si un proyecto contribuirá positivamente al valor de una empresa o entidad.

Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$VAN = -I_0 + \frac{FN_1}{(1+i)^1} + \frac{FN_2}{(1+i)^2} + \frac{FN_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FN_n}{(1+i)^n}$$

donde:

- ✓ VAN = Valor actual neto
- ✓  $FN_n$  = Flujos netos (diferencias entre beneficios y costos) de cada período
- ✓  $i$  = tasa de descuento

- Criterio de decisión

El criterio de decisión para el VAN es bastante directo:

- Positivo (+): Si el VAN de un proyecto es positivo, indica que los ingresos generados superarán los costos, ajustados por el valor del tiempo y el riesgo, lo que significa que el proyecto debería ser aceptado.
- Negativo (-): Un VAN negativo sugiere que los costos del proyecto superan los beneficios esperados, después de tener en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y el riesgo, por lo tanto, el proyecto debería ser rechazado.
- Cero (0): Un VAN de cero indica que los ingresos esperados del proyecto son exactamente suficientes para cubrir los costos y proporcionar un retorno igual a la tasa de descuento. El proyecto está en equilibrio financiero
- Ventajas
  - Perspectiva de valor del dinero en el tiempo: El VAN tiene en cuenta el principio de que un peso hoy vale más que un peso en el futuro debido a su potencial de inversión, asegurando que los flujos de efectivo futuros se ajusten adecuadamente.
  - Comparabilidad: Permite comparar proyectos de diferentes tamaños al reducir todos los flujos de efectivo a un valor equivalente en el presente, facilitando la toma de decisiones de inversión.
  - Objetividad: Proporciona una medida objetiva de la rentabilidad esperada de un proyecto, ayudando a eliminar sesgos en la evaluación de inversión.
- Desventajas
  - Dependencia de la tasa de descuento: La precisión del VAN depende críticamente de la tasa de descuento utilizada, que puede ser difícil de determinar exactamente y puede variar con las condiciones del mercado y los cambios en la política monetaria.
  - Sensibilidad a las estimaciones de flujos de efectivo: El VAN es altamente sensible a las estimaciones de flujos de efectivo futuros, que pueden ser inciertas, especialmente para nuevos mercados o tecnologías emergentes.
  - No mide la magnitud absoluta de una inversión: Mientras que un proyecto puede tener un VAN positivo, no necesariamente indica la escala del retorno en términos absolutos, que podría ser crítica para decisiones de inversión a gran escala.

### Ejemplo

Supongamos que una empresa está considerando una inversión en una nueva planta que requiere un desembolso inicial de \$100. Los flujos de efectivo netos esperados durante los próximos tres años son \$50 por año.

Suponiendo una tasa de descuento del 10%, calculamos el VAN:

$$VAN = -100 + \frac{50}{(1 + 0,01)^1} + \frac{50}{(1 + 0,01)^2} + \frac{50}{(1 + 0,01)^3} = 24,34$$

Dado que el VAN es positivo, se recomendaría proceder con la inversión bajo el criterio de que generará más valor del que costará, ajustado por el tiempo y el riesgo.

Este indicador, por lo tanto, ofrece una evaluación robusta y comprensible de la viabilidad financiera de los proyectos, fundamental para la toma de decisiones en ambientes empresariales y económicos.

### 6.5.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR (Tasa Interna de Retorno) es un indicador económico ampliamente utilizado en la evaluación financiera de proyectos de inversión.

Representa la tasa de descuento que iguala la suma de los flujos de caja descontados del proyecto a cero:

$$VAN = -I_0 + \frac{FN_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FN_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{FN_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

donde:

- VAN = Valor actual neto
- $FN_n$  = Flujos netos (diferencias entre beneficios y costos) de cada período
- TIR = tasa de descuento que hace cero el VAN

- Criterio de Decisión

El criterio de decisión para la TIR es compararla con el costo de capital o la tasa de descuento requerida del proyecto:

- Si  $TIR >$  tasa de descuento requerida: el proyecto es financieramente viable porque ofrece un retorno superior al mínimo aceptable.  $VAN > 0$
- Si  $TIR <$  tasa de descuento requerida: el proyecto no se considera viable ya que no alcanza la rentabilidad mínima exigida.  $VAN < 0$
- Si  $TIR =$  tasa de descuento requerida: el proyecto apenas logra cubrir el costo de capital, por lo que su aceptación dependerá de otros factores de riesgo o estratégicos.  $VAN = 0$ . El proyecto está en equilibrio financiero.
- Ventajas
  - Fácil comprensión y comunicación: La TIR es fácil de entender y comunicar a los stakeholders, ya que proporciona una tasa porcentual de retorno.
  - Independencia del costo de capital: No necesita un costo de capital para su cálculo, lo que es útil cuando el costo de capital es difícil de estimar.
  - Enfoque en la rentabilidad: Directamente relacionada con la eficiencia del capital invertido, proporcionando una medida intuitiva de la rentabilidad.
- Desventajas
  - Proyectos con flujos de caja no convencionales: Puede dar múltiples valores o ser difícil de determinar si los flujos de caja cambian de signo más de una vez a lo largo de la vida del proyecto.
  - Ignora la magnitud del proyecto: La TIR no considera el tamaño del proyecto; un proyecto con una alta TIR, pero con un tamaño muy pequeño puede ser menos deseable que un proyecto más grande con una TIR ligeramente menor.
  - Reinversión de flujos de caja: La TIR asume que los flujos de caja intermedios se reinvierten a la misma tasa de la TIR, lo cual puede no ser realista.

### Ejemplo

Supongamos que una empresa está considerando una inversión en una nueva planta que requiere un desembolso inicial de \$100. Los flujos de efectivo netos esperados durante los próximos tres años son \$50 por año.

Suponiendo una tasa de descuento del 10%, su van es igual a 24,34:

$$VAN = -100 + \frac{50}{(1 + 0,01)^1} + \frac{50}{(1 + 0,01)^2} + \frac{50}{(1 + 0,03)^3} = 24,34$$

La TIR de este proyecto se calcula encontrando el valor de la “tasa de descuento” que hace que la suma de los valores presentes de estos flujos de caja sea igual a la inversión inicial, en otras palabras,  $VAN = 0$ .

$$VAN = -100 + \frac{50}{(1 + TIR)^1} + \frac{50}{(1 + TIR)^2} + \frac{50}{(1 + TIR)^3} = 0$$

TIR igual a 23,38%

Si la TIR calculada es del 23,38% y el costo de capital es del 10%, el proyecto es atractivo ya que la TIR supera el costo de capital ( $VAN = 24,34$ ). Sin embargo, si la TIR fuera del 8%, el proyecto no sería aceptable financieramente porque no alcanza el rendimiento mínimo requerido y el VAN sería negativo).

La TIR es una herramienta valiosa para la evaluación de la viabilidad de un proyecto, pero debe usarse en combinación con otros indicadores para obtener una imagen completa de la rentabilidad y los riesgos de un proyecto.

### 6.5.3 Relación de beneficios a costos (B/C)

El indicador económico B/C, conocido como la Relación de Beneficios a Costos, es una herramienta financiera fundamental para evaluar la viabilidad de un proyecto.

Este ratio compara el valor presente de los beneficios esperados del proyecto con el valor presente de sus costos totales. Si los beneficios superan a los costos, el proyecto puede considerarse económicamente justificable.

La relación de beneficios a costos se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{B}{C} = \frac{VAB}{VAC}$$

donde:

- ✓ B = Beneficios
- ✓ C = Costos
- ✓ VAB = Valor actual de los beneficios. Es la suma de los flujos de beneficios futuros traídos al valor presente usando una tasa de descuento apropiada.

✓ VAC = Valor actual de los costos. Es la suma de todos los costos asociados con el proyecto, también descontados al presente

- Criterio de decisión
  - Si  $B/C > 1$ : El proyecto es económicamente viable ya que los beneficios esperados superan los costos, entonces  $VAN > 0$ .
  - Si  $B/C < 1$ : Los costos superan los beneficios, y el proyecto no se considera económicamente viable, entonces.
  - Si  $B/C = 1$ : Los beneficios son iguales a los costos, indicando un punto de equilibrio sin ganancia ni pérdida netas.
- Ventajas
  - Integralidad: El ratio  $B/C$  considera todos los beneficios y costos del proyecto, proporcionando una evaluación completa de su impacto económico.
  - Facilidad de interpretación: Este indicador es fácil de entender y comunicar, facilitando la toma de decisiones basadas en criterios económicos claros.
  - Flexibilidad: Puede ser utilizado en una amplia variedad de proyectos, independientemente de su tamaño o sector.
- Desventajas
  - Calidad de la estimación: La precisión del ratio depende de la calidad de las estimaciones de beneficios y costos, que pueden ser inciertas o sujetas a cambios.
  - Sensibilidad a la tasa de descuento: La elección de la tasa de descuento puede influir significativamente en los resultados del análisis, pudiendo alterar la decisión sobre la viabilidad del proyecto.
  - No considera la distribución temporal de beneficios y costos: Aunque el ratio proporciona un resumen global, no refleja cuándo ocurren los beneficios y costos a lo largo del tiempo del proyecto.

### Ejemplo

Supongamos que un municipio está considerando la construcción de un nuevo parque.

- ✓ Los costos totales proyectados, incluyendo construcción, mantenimiento y operaciones, se valoran en \$500.000 (valor presente).
- ✓ Los beneficios estimados, incluyendo mejoras en la calidad de vida, aumento del valor de las propiedades y atracción turística, se valoran en \$600.000 (valor presente).

Usando la fórmula:

$$\frac{B}{C} = \frac{VAB}{VAC} = \frac{600.000}{500.000} = 1,2$$

El ratio de 1,2 indica que por cada peso gastado (de inversión y operación), el proyecto generará \$1,20 en beneficios, lo que sugiere que la construcción del parque es una inversión económicamente rentable y el VAN positivo.

En conclusión, el ratio B/C es una herramienta valiosa para evaluar si los beneficios de un proyecto justifican sus costos, ofreciendo una base cuantitativa para la toma de decisiones estratégicas.

#### 6.5.4 Índice del VAN (IVAN)

El IVAN (Índice del Valor Actual Neto) es un indicador económico utilizado para evaluar la eficiencia de los proyectos de inversión. Proporciona una medida relativa del valor que un proyecto crea por cada unidad monetaria de inversión. A diferencia del VAN puro, que ofrece un valor absoluto, el IVAN permite una comparación más directa entre proyectos de diferentes escalas.

El IVAN se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$IVAN = \frac{VAN}{Inversión}$$

donde:

- VAN = es el Valor Actual Neto del proyecto, calculado como la diferencia entre el valor presente de los flujos de entrada y los flujos de salida de efectivo.
- Inversión inicial = es el desembolso inicial requerido para poner en marcha el proyecto.
- Criterio de decisión
  - Si  $IVAN > 1$ : El proyecto genera un valor neto que excede el costo de la inversión inicial, indicando una inversión eficiente y recomendable.

- Si  $IVAN < 1$ : El proyecto no produce suficiente valor para justificar el costo de la inversión inicial, sugiriendo que no es una buena opción de inversión.
- Si  $IVAN = 1$ : El proyecto apenas recupera la inversión inicial, sin generar beneficios adicionales.
- Ventajas
  - Comparabilidad: Facilita la comparación entre proyectos de diferentes tamaños al normalizar el VAN por la inversión inicial.
  - Enfoque en la eficiencia de la inversión: El IVAN mide cuánto valor se crea por cada unidad de inversión, proporcionando una perspectiva clara sobre la eficiencia del uso de los recursos.
  - Simplicidad: Es un indicador fácil de calcular y entender, lo que facilita su uso en la evaluación y comparación de proyectos.
- Desventajas
  - Dependencia del VAN: Como el IVAN se basa en el VAN, hereda todas sus limitaciones, incluyendo la sensibilidad a las estimaciones de flujos de caja y a la elección de la tasa de descuento.
  - No mide el retorno total: Al centrarse en la eficiencia de la inversión inicial, el IVAN puede no reflejar adecuadamente el retorno total o el impacto absoluto de un proyecto grande.
  - Ignora el Tiempo: Al igual que el VAN, el IVAN no proporciona información sobre cuándo se producirán los flujos de caja, lo que puede ser crucial en la planificación financiera.

### Ejemplo

Consideremos dos proyectos de inversión:

- Proyecto A: Inversión inicial de \$100.000 con un VAN de \$20.000.
- Proyecto B: Inversión inicial de \$500.000 con un VAN de \$80.000.

Calculando el IVAN para ambos:

- $IVAN \text{ del Proyecto A} = \$20.000 / \$100.000 = 0.2$
- $IVAN \text{ del Proyecto B} = \$80.000 / \$500.000 = 0.16$

Aunque el Proyecto B tiene un VAN mayor en términos absolutos, el IVAN indica que el Proyecto A es más eficiente en términos de la rentabilidad por cada peso invertido.

Esto demuestra cómo el IVAN puede ayudar a identificar cuál proyecto maximiza el retorno por unidad de inversión, proporcionando una base sólida para decisiones de inversión cuando los recursos son limitados.

#### 6.5.5 Periodo de recupero de la inversión (PRI)

El PRI (Período de recuperación de la inversión) es un indicador económico utilizado para determinar el tiempo que tarda un proyecto en recuperar la inversión inicial a través de sus flujos de caja.

Se presenta en dos formas: no descontado y descontado.

##### 6.5.5.1 PRI No Descontado

El PRI no descontado simplemente suma los flujos de caja anuales hasta que el total alcanza la inversión inicial.

$$PRI \text{ no descontado} = \text{el menor "n" tal que } \sum_{t=1}^n FN_t \geq I_0$$

Donde:

- $FN_t$  = son los flujos netos de caja anuales
- $I_0$  = es la inversión inicial.

##### 6.5.5.2 PRI Descontado

El PRI descontado considera el valor del dinero en el tiempo, aplicando una tasa de descuento a los flujos de caja antes de sumarlos para alcanzar la inversión inicial.

$$PRI \text{ descontado} = \text{el menor "n" tal que } \sum_{t=1}^n \frac{FN_t}{(1+i)^t} \geq I_0$$

Donde:

- $i$  = es la tasa de descuento.
- Criterio de decisión
  - Criterio general: Un proyecto es más atractivo cuanto menor sea el PRI, ya que esto indica que la inversión inicial se recupera más rápidamente.

- Comparación con la vida útil del proyecto: El PRI debe ser significativamente menor que la vida útil estimada del proyecto para ser considerado viable.
- Ventajas
  - Simplicidad: Tanto el PRI no descontado como el descontado son fáciles de entender y calcular.
  - Liquidez: El PRI proporciona una indicación clara del tiempo que tarda el proyecto en generar suficiente efectivo para cubrir su inversión inicial, lo cual es crucial para la planificación de la liquidez.
- Desventajas
  - Ignora los flujos posteriores al período de recuperación: Tanto el PRI no descontado como el descontado no tienen en cuenta los flujos de caja que ocurren después del punto de recuperación.
  - No considera el valor del dinero en el tiempo (PRI no descontado): Esto puede llevar a decisiones subóptimas en ambientes de alta inflación o cuando los flujos de caja futuros son inciertos o muy variables.
  - Sensibilidad a la tasa de descuento (PRI descontado): La elección de la tasa de descuento puede cambiar significativamente el PRI calculado, afectando la aparente viabilidad del proyecto.

### Ejemplo

Supongamos que una empresa está considerando una inversión en una nueva planta que requiere un desembolso inicial de \$100. Los flujos de efectivo netos esperados durante los próximos tres años son \$50 por año.

Suponiendo una tasa de descuento del 10%, calculamos el PRI no descontado y descontado:

$$\text{Flujos netos del proyecto} = -100 + 50 + 50 + 50$$

PRI no descontado = 2 (en dos períodos recupera la inversión)

$$\text{Flujos netos del proyecto} = -100 + \frac{50}{(1 + 0,01)^1} + \frac{50}{(1 + 0,01)^2} + \frac{50}{(1 + 0,03)^3}$$

$$\text{Flujos netos del proyecto} = -100 + 45,45 + 41,32 + 37,57$$

PRI descontado = 3 (en tres períodos recupera la inversión)

## 6.6 Análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad es una herramienta crucial en la formulación y evaluación de proyectos de inversión. Permite a los gestores y analistas explorar cómo los cambios en las variables clave afectan los resultados financieros y operativos de un proyecto, mejorando la toma de decisiones y la gestión de riesgos. Este análisis se puede realizar mediante dos enfoques principales: estático y dinámico.

### 6.6.1 Análisis de sensibilidad estático

El análisis de sensibilidad estático evalúa el impacto de variaciones en una o más variables de entrada sobre los indicadores de rendimiento del proyecto, como el Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR). Este tipo de análisis no tiene en cuenta la interacción entre variables ni cómo estas podrían cambiar con el tiempo. Entre las herramientas más comunes de análisis estático se incluyen:

- **Análisis Unidimensional:** Se cambia una sola variable mientras se mantienen constantes las demás para ver su impacto en el resultado del proyecto.
- **Análisis Bidimensional:** Se varían dos variables simultáneamente para evaluar los efectos combinados en los resultados del proyecto.
- **Análisis de Escenarios:** Se evalúan diferentes combinaciones de variables para ver cómo cada escenario afecta los resultados del proyecto.
- **Punto de Equilibrio:** Determina el nivel en el que los ingresos del proyecto cubren exactamente los costos, sin generar ni pérdida ni ganancia.
- **Elasticidad del VAN:** Mide la sensibilidad del VAN a cambios en una variable específica, proporcionando una medida de cuánto cambiaría el VAN en respuesta a un cambio porcentual en esa variable.

Estas herramientas de análisis estático se pueden implementar fácilmente utilizando funciones disponibles en Microsoft Excel, bajo la pestaña "/datos/previsión/análisis de hipótesis".

### 6.6.2 Análisis de Sensibilidad Dinámico

A diferencia del enfoque estático, el análisis de sensibilidad dinámico considera la interacción entre variables y cómo estas pueden cambiar a lo largo del tiempo. Este enfoque es especialmente útil en entornos inciertos donde las variables no son independientes y pueden estar correlacionadas. La técnica más común en el análisis dinámico es:

- Simulación Monte Carlo: Utiliza la generación aleatoria de valores para las variables de entrada, basándose en distribuciones de probabilidad asignadas, para crear múltiples escenarios y calcular la distribución de resultados posibles. Esto permite una evaluación más robusta de la incertidumbre y el riesgo del proyecto.

Software como Crystal Ball o @RISK son herramientas especializadas que facilitan la realización de simulaciones Monte Carlo, ofreciendo una gama amplia de funcionalidades para el análisis de riesgo y decisión bajo incertidumbre.

### 6.6.3 Conclusión

La integración de análisis de sensibilidad estático y dinámico proporciona una comprensión profunda de la sensibilidad de un proyecto ante diversas condiciones y escenarios.

Esto no solo mejora la calidad de la toma de decisiones, sino que también fortalece la gestión de riesgos, asegurando que los proyectos puedan adaptarse y ser resilientes frente a cambios inesperados en sus entornos operativos y financieros.

Al emplear estas técnicas, los gestores pueden identificar puntos críticos y optimizar los recursos para maximizar los retornos de inversión mientras minimizan los riesgos.

## 6.7 Evaluación económica ágil: valor incremental y decisiones adaptativas

Mientras la evaluación económica tradicional analiza el proyecto completo, los enfoques ágiles evalúan incrementos de valor, permitiendo decisiones adaptativas a medida que avanza el proyecto.

Principios de evaluación ágil aplicados a arquitectura:

- VAN incremental por entregable: cada hito se evalúa según el valor que genera, no solo respecto al proyecto total.
- TIR en ciclos cortos: se monitorea si el retorno esperado cambia según validaciones o restricciones nuevas.
- Cancelación temprana de componentes no rentables: si un incremento no agrega valor o implica costos excesivos, se modifica o elimina.
- Curva de aprendizaje del cliente: cada entrega parcial permite validar, ajustar y evitar costos de reproceso.

Ejemplo:

Un conjunto habitacional puede analizar cada etapa —lotes, viviendas prototipo, áreas comunes— como incrementos con VAN propio, lo que permite adaptar el proyecto a la demanda real y optimizar la inversión.

## 7 Economía de la entrega de valor en gestión ágil

La integración entre economía y gestión ágil permite diseñar proyectos más resilientes, más rentables y centrados en el usuario. El análisis financiero deja de ser una declaración estática para convertirse en un sistema dinámico que apoya la toma de decisiones en cada etapa del proyecto.

Elementos clave:

- El valor guía las decisiones económicas.
- Los incrementos permiten minimizar riesgos y costos hundidos.
- La priorización económica se ajusta en función de validaciones reales del cliente.
- Los indicadores financieros pueden utilizarse para evaluar componentes, no solo el proyecto total.
- La flexibilidad para adaptarse a cambios del entorno económico es una ventaja competitiva crítica.

En proyectos de arquitectura y construcción, este enfoque permite entregar soluciones de mayor impacto, reducir desperdicios, adaptarse a escenarios inflacionarios y generar confianza en los stakeholders mediante una gestión transparente, iterativa y basada en valor.

Bibliografía:

- Pérez, C. A., & Martínez, J. A. (2021). *Economía y gestión financiera para arquitectos*. Editorial Reverté.
- Fernández, P. (2022). *Valoración de empresas y sensibilidad financiera*. Editorial Profit.
- Roca, M. (2020). *Fundamentos de matemática financiera aplicada a la arquitectura*. McGraw-Hill Education.
- Garrido, J., & Molina, S. (2019). *Amortización de deudas en proyectos arquitectónicos*. Editorial Thomson Reuters Aranzadi.
- Ruiz, M. L. (2023). *Inflación y construcción: Impactos y estrategias*. Editorial Paraninfo.