Ingeniería Financiera

Módulo 4.8

SWAPS

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas

Dr. Víctor G. Alfaro-García

Objetivo

El estudiante comprenderá el concepto, tipos, funcionamiento y aplicaciones de los swaps financieros, especialmente los interest rate swaps y currency swaps, como instrumentos para gestionar riesgos en contextos reales.

¿Y si pudieras intercambiar tus condiciones con alguien más?

- Don Elías tiene un crédito con tasa variable.
- Su amigo tiene uno con tasa fija.
- Ambos quieren intercambiar condiciones para mejorar su situación financiera.
- Surge el SWAP.

Definición:

- Contrato OTC para intercambiar flujos de pago futuros.
- No se intercambian activos, sino condiciones.
- Ejemplo: Tasa fija vs variable, divisas vs divisas.

LIBOR

LIBOR significa London Interbank Offered Rate:

Es la tasa promedio a la que los bancos más grandes del mundo se prestaban dinero entre ellos en Londres a corto plazo

- Se usaba como referencia mundial para:
  - Créditos grandes (como los de empresas multinacionales).
  - Hipotecas internacionales.
  - Swaps y derivados financieros.
  - Bonos flotantes.

- Ejemplo en Hull: Cemex pide un préstamo a tasa **LIBOR + 2%**, eso significa: lo que cueste pedir dinero entre bancos en Londres + 2% extra.

- Desde 2021–2023, LIBOR ha sido reemplazado por nuevas tasas, porque hubo escándalos de manipulación. Ahora se usa, por ejemplo:
  - **SOFR** (en dólares, EE.UU.)
  - **ESTR** (en euros)
  - **SONIA** (en libras, Reino Unido)

- LIBOR fue durante décadas el termómetro global del costo del dinero. Aunque hoy lo están reemplazando, los contratos antiguos y muchos libros todavía lo usan

Tipos de swaps

Por su naturaleza

- **Interest rate swap:** Acuerdo entre dos partes para intercambiar pagos de intereses: una paga tasa fija y la otra tasa variable, sobre un monto nocional. Se usa para gestionar riesgo de tasas.
- **Currency swap:** Intercambio de pagos en dos monedas diferentes, incluyendo intereses y, a veces, principal. Permite cubrir riesgo cambiario en contratos internacionales.
- **Commodity swap:** Contrato para fijar el precio de un commodity (como petróleo, café, trigo) a futuro, liquidando solo la diferencia contra el precio de mercado, sin entregar el bien físico.
- **Credit default swap:** Contrato tipo seguro donde una parte paga una prima periódica y, si ocurre un evento de crédito (como default), la contraparte paga una compensación.

Por su complejidad

- **Plain Vanilla swap:** Un swap estándar donde se intercambian pagos fijo ↔ variable, sin condiciones adicionales.
- **Swap Estructurado:** Un swap personalizado que incorpora límites, escalonamientos o fórmulas complejas según necesidades específicas.

Valor presente de un flujo

- Don Elías tiene que pagar $30,000 dentro de 6 meses.
- La tasa de descuento anual es 5%.
- ¿Cuánto vale ese pago hoy?

Fórmula del valor presente:

$$PV = C \cdot e^{-rt}$$

Variables:

- PV: valor presente del flujo
- $C = 30{,}000$: monto del pago futuro
- $r = 0.05$: tasa de descuento anual (5
- $t = 0.5$: tiempo en años (6 meses)

Cálculo paso a paso:

$$PV = 30{,}000 \cdot e^{-0.05 \cdot 0.5}$$

$$PV = 30{,}000 \cdot e^{-0.025}$$

$$PV \approx 30{,}000 \cdot 0.97531 = 29{,}259.30$$

Valor presente swap vs no swap

- Don Elías debe pagar en 6 meses una tasa variable estimada de **$31,000**. Usamos tasa de descuento 5% anual → 2.5% semestral:

Cálculo sin swap (tasa variable):
Fórmula:

$$PV = C \cdot e^{-rt}$$

Variables:

- $C = 31{,}000$
- $r = 0.05$ anual $\rightarrow 0.025$ semestral
- $t = 0.5$ años

Sustitución:

$$PV = 31{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 0.5}$$

Paso a paso:

$$PV = 31{,}000 \cdot e^{-0.0125}$$

$$PV = 31{,}000 \cdot 0.98758$$

$$PV = 30{,}614.98$$

- Don Elías tiene pactado pagar fijo **$30,000** en 6 meses. Misma tasa de descuento.

Cálculo con swap (tasa fija):
Fórmula:

$$PV = C \cdot e^{-rt}$$

Variables:

- $C = 30{,}000$
- $r = 0.05$ anual $\rightarrow 0.025$ semestral
- $t = 0.5$ años

Sustitución:

$$PV = 30{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 0.5}$$

Paso a paso:

$$PV = 30{,}000 \cdot e^{-0.0125}$$

$$PV = 30{,}000 \cdot 0.98758$$

$$PV = 29{,}627.47$$

• Sin swap: Don Elías tiene riesgo de pagar más si la tasa sube. Con swap: asegura un pago fijo menor en valor presente.
Diferencia hoy: $30,614.98 - $29,627.47 ≈ $987.51.

Interest Rate Swap

- Don Elías quiere convertir su préstamo de tasa variable a tasa fija. El banco le ofrece un **swap de tasas de interés**.
- El swap cubre pagos semestrales por 1 año sobre un nocional de $1,000,000 MXN.
- La tasa fija ofrecida es 6% anual.
- La tasa variable esperada es 5.5% el primer semestre y 6.2% el segundo.
- La tasa libre de riesgo es 5% anual.

Fórmula general del valor de un Interest Rate Swap (IRS):

$$V_{\text{swap}} = PV_{\text{variable}} - PV_{\text{fijo}}$$

Desglose por componentes:

$$PV_{\text{fijo}} = C_f \cdot e^{-rt_1} + C_f \cdot e^{-rt_2}$$

$$PV_{\text{variable}} = C_v^{(1)} \cdot e^{-rt_1} + C_v^{(2)} \cdot e^{-rt_2}$$

Variables del ejercicio (Don Elías):

- Nocional: $\$1{,}000{,}000$
- Tasa fija anual: $6\% \rightarrow$ semestral: $3\% \rightarrow C_f = 30{,}000$
- Tasa variable estimada:
  - Primer semestre: 5.5% anual $\rightarrow 2.75\%$ semestral $\rightarrow C_v^{(1)} = 27{,}500$
  - Segundo semestre: 6.2% anual $\rightarrow 3.1\%$ semestral $\rightarrow C_v^{(2)} = 31{,}000$
- Tasa de descuento: 5% anual $\rightarrow$ semestral $r = 0.025$
- Tiempos: $t_1 = 0.5$, $t_2 = 1$

Interest Rate Swap

- Don Elías quiere convertir su préstamo de tasa variable a tasa fija. El banco le ofrece un **swap de tasas de interés**.
- El swap cubre pagos semestrales por 1 año sobre un nocional de $1,000,000 MXN.
- La tasa fija ofrecida es 6% anual.
- La tasa variable esperada es 5.5% el primer semestre y 6.2% el segundo.
- La tasa libre de riesgo es 5% anual.

Paso 2 – Valor presente de los flujos fijos:

$$PV_{\text{fijo}} = C_f \cdot e^{-rt_1} + C_f \cdot e^{-rt_2}$$

Sustituyendo los valores del ejemplo:

$$PV_{\text{fijo}} = 30{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 0.5} + 30{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 1}$$

Paso a paso:

$$PV_{\text{fijo}} = 30{,}000 \cdot e^{-0.0125} + 30{,}000 \cdot e^{-0.025}$$

$$PV_{\text{fijo}} = 30{,}000 \cdot 0.98758 + 30{,}000 \cdot 0.97531$$

$$PV_{\text{fijo}} = 29{,}630.68 + 28{,}522.38 = 58{,}153.06$$

Interest Rate Swap

- Don Elías quiere convertir su préstamo de tasa variable a tasa fija. El banco le ofrece un **swap de tasas de interés**.
- El swap cubre pagos semestrales por 1 año sobre un nocional de $1,000,000 MXN.
- La tasa fija ofrecida es 6% anual.
- La tasa variable esperada es 5.5% el primer semestre y 6.2% el segundo.
- La tasa libre de riesgo es 5% anual.

Paso 3 – Valor presente de los flujos variables:

$$PV_{\text{variable}} = C_v^{(1)} \cdot e^{-rt_1} + C_v^{(2)} \cdot e^{-rt_2}$$

Sustituyendo los valores del ejemplo:

$$PV_{\text{variable}} = 27{,}500 \cdot e^{-0.025 \cdot 0.5} + 31{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 1}$$

Paso a paso:

$$PV_{\text{variable}} = 27{,}500 \cdot e^{-0.0125} + 31{,}000 \cdot e^{-0.025}$$

$$PV_{\text{variable}} = 27{,}500 \cdot 0.98758 + 31{,}000 \cdot 0.97531$$

$$PV_{\text{variable}} = 27{,}178.20 + 30{,}248.74 = 57{,}426.94$$

Interest Rate Swap

- Don Elías quiere convertir su préstamo de tasa variable a tasa fija. El banco le ofrece un **swap de tasas de interés**.
- El swap cubre pagos semestrales por 1 año sobre un nocional de $1,000,000 MXN.
- La tasa fija ofrecida es 6% anual.
- La tasa variable esperada es 5.5% el primer semestre y 6.2% el segundo.
- La tasa libre de riesgo es 5% anual.

Paso 4 – Resultado final del swap:

$$V_{\text{swap}} = PV_{\text{variable}} - PV_{\text{fijo}}$$

$$V_{\text{swap}} = 57{,}426.94 - 58{,}153.06$$

$$V_{\text{swap}} = -726.12$$

Interpretación: Don Elías tendría que pagar $726.12 para entrar a este swap hoy. El valor presente de lo que recibirá es menor al valor presente de lo que pagará.

Intercambio neto de flujos en Interest Rate Swap



Semestre 1
Don Elías paga fijo: $30,000 → al banco.
Banco paga variable: $27,500 → a Don Elías.
Neto: Don Elías paga $2,500.

Semestre 2
Don Elías paga fijo: $30,000 → al banco.
Banco paga variable: $31,000 → a Don Elías.
Neto: Banco paga $1,000 a Don Elías.

El millón de pesos solo es referencia, no se transfiere ni cambia de manos.

- En un Interest Rate Swap, como el de Don Elías, no se mueve el monto total del préstamo (nocional), solo se intercambian los pagos de intereses.
- Cada semestre, Don Elías paga una cantidad fija al banco (por ejemplo, $30,000), mientras que el banco le paga una cantidad variable (por ejemplo, $27,500).
- En lugar de hacer dos pagos separados, solo se liquida la diferencia:
- Si el pago fijo es mayor, Don Elías paga la diferencia al banco.
- Así, quien debe más intereses paga la diferencia al otro al final de cada periodo.
- Si el pago variable es mayor, el banco paga la diferencia a Don Elías.
- Este mecanismo simplifica las operaciones, reduce costos y permite que ambas partes cubran su riesgo sin mover el capital principal.

¿Por qué un banco realizaría esta operación?

- Diversifica riesgos: maneja muchas operaciones y puede balancearlas entre tasa fija y variable.
- Obtiene ganancia por diferencial: confía en que, en promedio, ganará con los cambios de tasas gracias a sus modelos y coberturas.
- Usa cobertura natural: tiene clientes o activos que generan pagos opuestos, así que el swap le ayuda a balancear posiciones.
- Mejora su servicio: ofrece swaps como herramienta para empresas, fortaleciendo relaciones y generando ingresos por comisiones.
- Accede a mercados secundarios: puede revender o gestionar swaps como instrumentos financieros negociables.

Currency Swap

- Don Elías exportará café a EE.UU. por USD 60,000 en 6 meses y USD 62,000 en 1 año.
- Para protegerse contra la volatilidad del tipo de cambio, firma un currency swap:
- Él recibirá pesos mexicanos (MXN) en lugar de los USD.
- Se acuerda un tipo de cambio fijo de 18.50 MXN/USD.
- La tasa de descuento en dólares es 4% anual.
- Quiere saber cuánto vale hoy ese swap si tuviera que venderlo.

Fórmula del valor de un Currency Swap:

$$V_{\text{swap}} = PV_{\text{divisa}} \times TC$$

Variables:

- V_{swap}: valor del swap expresado en MXN
- PV_{divisa}: valor presente de los flujos futuros en USD
- $TC = 18.50$: tipo de cambio pactado (MXN/USD)
- Tasa de descuento en USD: 4% anual $\rightarrow$ $r = 0.02$ semestral
- Flujos esperados:
  - En 6 meses: USD 60,000
  - En 1 año: USD 62,000

Currency Swap

- Don Elías exportará café a EE.UU. por USD 60,000 en 6 meses y USD 62,000 en 1 año.
- Para protegerse contra la volatilidad del tipo de cambio, firma un currency swap:
- Él recibirá pesos mexicanos (MXN) en lugar de los USD.
- Se acuerda un tipo de cambio fijo de 18.50 MXN/USD.
- La tasa de descuento en dólares es 4% anual.
- Quiere saber cuánto vale hoy ese swap si tuviera que venderlo.

Paso 2 – Valor presente de los flujos en dólares:

$$PV_{\text{divisa}} = F_1 \cdot e^{-rt_1} + F_2 \cdot e^{-rt_2}$$

Sustituyendo los datos del ejercicio:

$$PV_{\text{divisa}} = 60{,}000 \cdot e^{-0.02 \cdot 0.5} + 62{,}000 \cdot e^{-0.02 \cdot 1}$$

Paso a paso:

$$PV_{\text{divisa}} = 60{,}000 \cdot e^{-0.01} + 62{,}000 \cdot e^{-0.02}$$

$$PV_{\text{divisa}} = 60{,}000 \cdot 0.99005 + 62{,}000 \cdot 0.98020$$

$$PV_{\text{divisa}} = 59{,}403.21 + 60{,}772.26 = 120{,}175.47$$

Currency Swap

- Don Elías exportará café a EE.UU. por USD 60,000 en 6 meses y USD 62,000 en 1 año.
- Para protegerse contra la volatilidad del tipo de cambio, firma un currency swap:
- Él recibirá pesos mexicanos (MXN) en lugar de los USD.
- Se acuerda un tipo de cambio fijo de 18.50 MXN/USD.
- La tasa de descuento en dólares es 4% anual.
- Quiere saber cuánto vale hoy ese swap si tuviera que venderlo.

Paso 3 – Conversión a pesos mexicanos:

$$V_{\text{swap}} = PV_{\text{divisa}} \times TC$$

Sustituyendo:

$$V_{\text{swap}} = 120{,}175.47 \cdot 18.50$$

Resultado final:

$$V_{\text{swap}} = 2{,}223{,}243.20$$

Interpretación: El valor del swap para Don Elías hoy es de **$2,223,243.20 pesos mexicanos**. Este sería el monto equivalente que recibiría si vendiera hoy sus flujos futuros en USD convertidos al tipo de cambio pactado.

Commodity Swap

- Don Elías pactó vender 10 toneladas de café a **$4,500 por tonelada**
- El mercado espera que en un año esté en **$4,200**.
- ¿Cuánto vale hoy ese acuerdo si la tasa de descuento es 5% anual?

Fórmula del valor del swap:

$$V_{\text{swap}} = (P_{\text{fijo}} - P_{\text{esperado}}) \cdot Q \cdot e^{-rt}$$

Variables:

- $P_{\text{fijo}} = 4{,}500$: precio pactado por tonelada (MXN)
- $P_{\text{esperado}} = 4{,}200$: precio de mercado esperado (MXN)
- $Q = 10$: cantidad de toneladas
- $r = 0.05$: tasa de descuento anual
- $t = 1$: tiempo en años

Sustitución:

$$V_{\text{swap}} = (4{,}500 - 4{,}200) \cdot 10 \cdot e^{-0.05 \cdot 1}$$

Paso a paso:

$$V_{\text{swap}} = 300 \cdot 10 \cdot e^{-0.05}$$

$$V_{\text{swap}} = 3{,}000 \cdot 0.95123$$

$$V_{\text{swap}} = 2{,}853.69$$

Don Elías y la deuda de su primo

- Un CDS es un seguro contra el impago de una deuda.
- Tú pagas una prima periódica.
- Si el deudor no paga, el vendedor del CDS te compensa.
- Ejemplo: Don Elías le prestó $100,000 a su primo para expandir su negocio.
- Pero como su primo es medio informal, **compra un CDS con un banco**.
- A cambio de pagar **$2,000 anuales**, si su primo no paga, el banco **le devuelve el monto prestado**.

Fórmula del valor del CDS:

$$V_{\text{CDS}} = \text{Probabilidad de default} \cdot \text{Pérdida esperada} - \text{Valor de las primas}$$

Variables:

- $\text{Probabilidad de default} = 0.08$
- $\text{Pérdida esperada} = \$100{,}000$
- $\text{Prima} = \$2{,}000$

Sustitución:

$$V_{\text{CDS}} = 0.08 \cdot 100{,}000 - 2{,}000$$

$$V_{\text{CDS}} = 8{,}000 - 2{,}000 = 6{,}000$$

El CDS tiene un valor neto positivo de **$6,000**, por lo que es una cobertura valiosa para Don Elías si teme que su primo no le pague.

Principio de No Arbitraje aplicado a swaps

- El valor de un swap surge al comparar el valor presente de los flujos fijos y variables pactados.
- Según el principio de no arbitraje, no debe existir oportunidad de ganancia sin riesgo: el contrato debe estar balanceado al inicio para que ninguna de las dos partes tenga ventaja asegurada.
- Cualquier valor positivo o negativo que tome el swap con el tiempo proviene de cambios en tasas, precios o riesgos de mercado, no de un error en su diseño.

Cemex usando swaps para cubrir deuda en USD

Cemex tiene una deuda de USD 100 millones a tasa variable (LIBOR + 2%) por 5 años. Quiere protegerse del riesgo de que suba la tasa LIBOR y de que el peso se deprecie frente al dólar. Firma un swap para pagar tasa fija en MXN (10%) y recibir LIBOR + 2% en USD, durante 5 años.

- Principal (nocional): USD 100,000,000
- LIBOR actual: 3% anual
- Tasa fija pactada en MXN: 10% anual
- Tipo de cambio actual: 18.50 MXN/USD
- Tipo de cambio esperado a 5 años: 20.00 MXN/USD
- Tasa de descuento en MXN: 8% anual

- Se pide:
  - Calcular el flujo anual esperado sin swap (LIBOR + 2%, convertido a MXN al tipo esperado).
  - Calcular el flujo anual fijo con swap en MXN.
  - Explicar qué riesgo elimina Cemex al usar el swap.
  - Reflexionar: ¿qué pasaría si el dólar se deprecia en lugar de apreciarse?
  - Calcular el valor presente de los flujos con y sin swap usando la tasa de descuento en MXN.

Glosario final

- Swap: Acuerdo entre dos empresas para intercambiar flujos de efectivo en el futuro.
- Interest Rate Swap (Swap de tasas de interés): Acuerdo donde una parte paga intereses a tasa fija y recibe intereses a tasa variable (generalmente LIBOR) sobre un principal nocional, durante un periodo definido.
- Plain Vanilla Swap (Swap plain vanilla): Versión estándar y más común de swap de tasas de interés, sin condiciones adicionales; una parte paga tasa fija y la otra paga LIBOR.
- Structured Swap (Swap estructurado): Swap con modificaciones especiales, como principal variable, escalonamientos (step-up, amortizable), caps o floors.
- Currency Swap (Swap de divisas): Permite intercambiar exposición a tasas de interés y monedas diferentes; típicamente se intercambian principales e intereses al inicio y al final del contrato.
- Commodity Swap (Swap de commodities): Permite intercambiar flujos de efectivo basados en precios de commodities, sin entrega física del producto.
- Credit Default Swap (CDS; Swap de incumplimiento de crédito): Contrato de seguro donde el comprador paga una prima periódica y el vendedor paga si ocurre un evento de crédito en un activo de referencia.
- Nocional (Principal nocional): Monto referencial sobre el cual se calculan los pagos, pero que no se intercambia físicamente.
- LIBOR (London Interbank Offered Rate): Tasa interbancaria a la que bancos de Londres están dispuestos a prestarse en el mercado de eurodivisas; común en swaps de tasas de interés.
- Spread (Diferencial): Margen agregado a la tasa variable, como “LIBOR + 2%”.
- Mark-to-Market: Valoración diaria o periódica del swap según las condiciones actuales de mercado.
- Netting (Compensación neta): Práctica de compensar pagos brutos para reducir el monto efectivo intercambiado.
- Swap Dealer (Creador de mercado de swaps): Institución financiera que facilita swaps actuando como contraparte.
- Swaption (Opción sobre swap): Derecho, pero no obligación, de entrar en un swap en el futuro bajo términos acordados.
- Basis Swap (Swap de base): Intercambio entre dos tasas flotantes referenciadas a índices distintos (ej., LIBOR vs tasa de papel comercial).
- Step-up Swap (Swap escalonado): Swap donde el principal nocional aumenta con el tiempo.
- Amortizing Swap (Swap amortizable): Swap donde el principal nocional disminuye con el tiempo.
- Valuación (Valuación de swaps): Procedimiento para calcular el valor del swap, considerando bonos equivalentes de tasa fija y variable, o usando contratos a plazo (forwards).

Ejercicio 4.8.1 – Concepto y tipos de swaps

Consulta el capítulo 7 de Hull que introduce los swaps. Define en qué consiste un swap financiero y menciona las diferencias entre interest rate swaps, currency swaps, commodity swaps y credit default swaps.
Explica por qué los swaps suelen negociarse en el mercado OTC y qué riesgos de contraparte existen en estos contratos.

Ejercicio 4.8.2 – Valuación de un interest rate swap

Lee el apartado 7.4 de Hull sobre la valoración de swaps de tasas de interés.
Considera un swap en el que una empresa paga tasa fija del 4 % anual y recibe tasa variable de LIBOR sobre un notional de 10 millones de pesos con pagos semestrales a un año. La tasa fija semestral es 2 %, las tasas LIBOR esperadas son 2,5 % y 3 % en los dos periodos y la tasa libre de riesgo es 2 % anual. Calcula el valor presente de los flujos fijos y variables y determina el valor del swap para la empresa que paga fijo.
Interpreta el signo del valor: ¿qué significa para la empresa si el valor es positivo o negativo?

Ejercicio 4.8.3 – Swaps de divisas

Revisa la sección 7.8 de Hull acerca de los currency swaps.
Supón que una compañía mexicana necesita recibir 2 millones de dólares dentro de un año y pagar 36 millones de pesos al mismo tiempo. El tipo de cambio spot es 18 MXN/USD y las tasas libres de riesgo son 3 % en dólares y 7 % en pesos (capitalizadas anualmente). Calcula los montos de intercambio iniciales y los flujos finales de un swap de divisas que permita cubrir el riesgo cambiario.
Analiza qué ventajas ofrece un swap de divisas frente a cubrirse con dos contratos forward separados.

Ejercicio 4.8.4 – Aplicaciones y riesgos de los swaps

De acuerdo con Hull (capítulo 7), los swaps se utilizan para transformar estructuras de financiamiento y gestionar riesgo.
Investiga un ejemplo real donde una empresa mexicana o internacional haya utilizado un swap para mejorar su estructura de deuda (por ejemplo, el caso de IBM con el Banco Mundial citado por Hull).
Resume los beneficios obtenidos y discute los riesgos potenciales del swap, incluyendo riesgo de contraparte, riesgo de tasa y liquidez.
Reflexiona sobre cómo una regulación adecuada y el uso de cámaras de compensación podrían mitigar estos riesgos.