

IN779



Identificando Riesgos

Primavera 2005

J. Miguel Cruz

Agenda

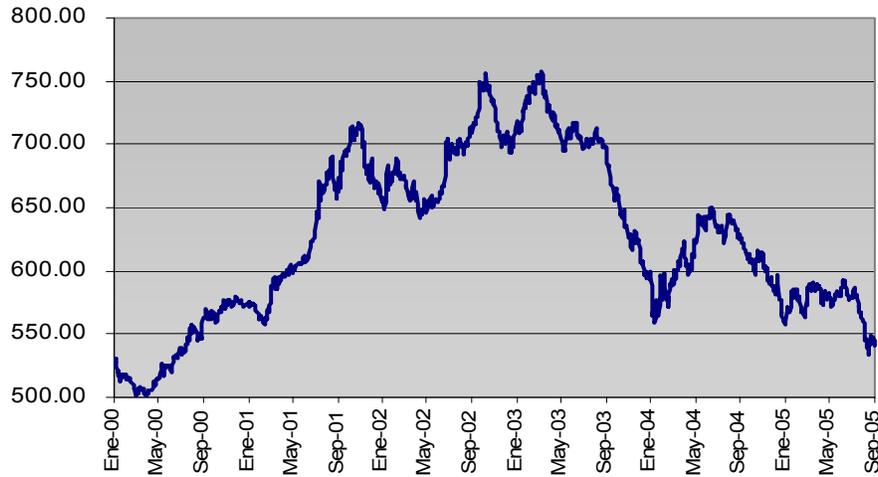
- 1 . Volatilidad de variables financieras
- 2. Riesgo y Factores de riesgo
- 3. Diversificación de riesgos
- 4. Impacto financiero y contable de la volatilidad de tasas de interés
- 5. Ejercicios: Identificando riesgos



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

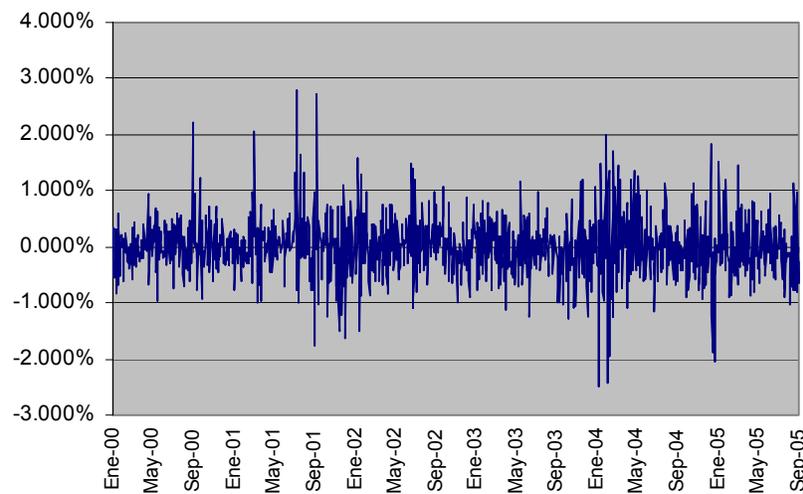
1. Historia reciente del tipo de cambio



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

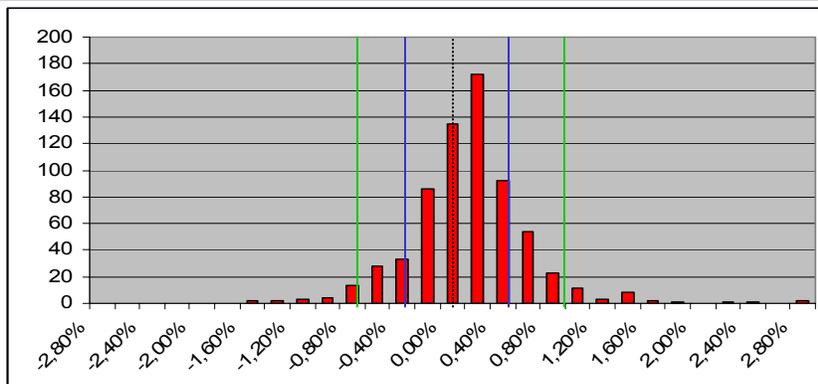
La misma serie ... desde otra perspectiva (Cambios diarios en el dólar observado)



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Histograma para los cambios porcentuales diarios del dólar



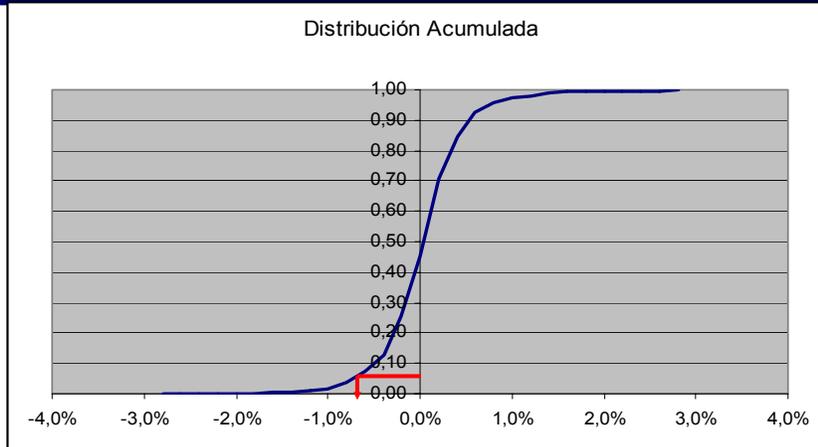
- El histograma clasifica los datos de acuerdo al número de observaciones cuyos valores se encuentran en un determinado intervalo.
- Valor medio: 0,016%
- Desviación estándar o Volatilidad*: 0,499%

* Se define volatilidad como la desviación estándar de los retornos porcentuales de una serie

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Calculando la frecuencia acumulada

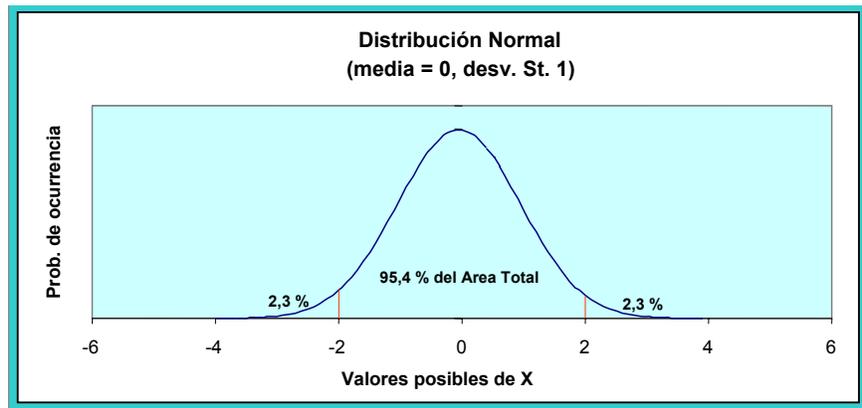


- Un 50% de las observaciones presentan un cambio en el dólar inferior a 0,05%
- Un 5% de las observaciones presentan un cambio de -0,81% o menos
- El punto de corte para que un 95% de las observaciones sean mayores que dicho valor: -0,8%

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Distribución normal



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

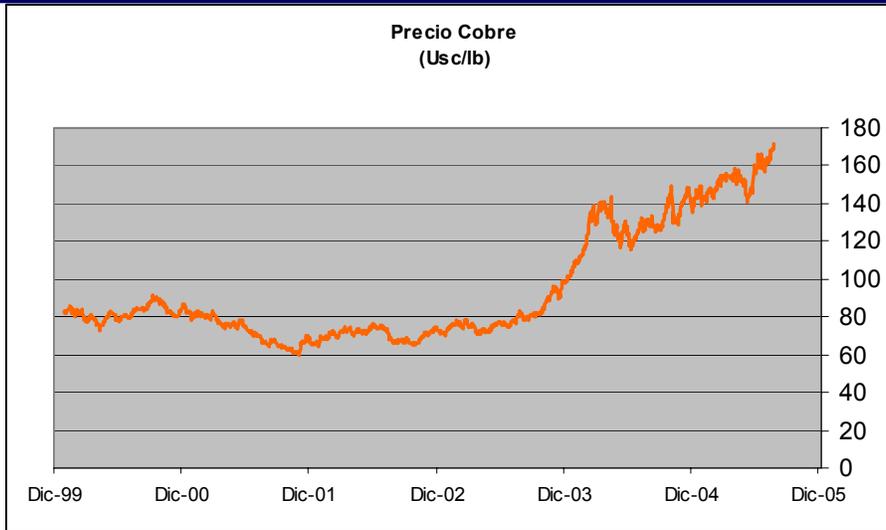
La distribución normal

- **Simétrica:** Probabilidad de subir es igual a la de bajar
- **Movimientos en las cercanías del valor medio son mucho más probables:** Un 68,3% de las posibles realizaciones se encuentran entre el valor medio \pm una desviación estándar. Este porcentaje se eleva a 95,4% para dos desviaciones estándares.
- **Su fórmula es conocida, y es de fácil manejo analítico.**
- **“Aparece en la naturaleza” (Suma de variables aleatorias iid tiende a una distribución normal)**

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Volatilidad en series de precios



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Caso del IPSA

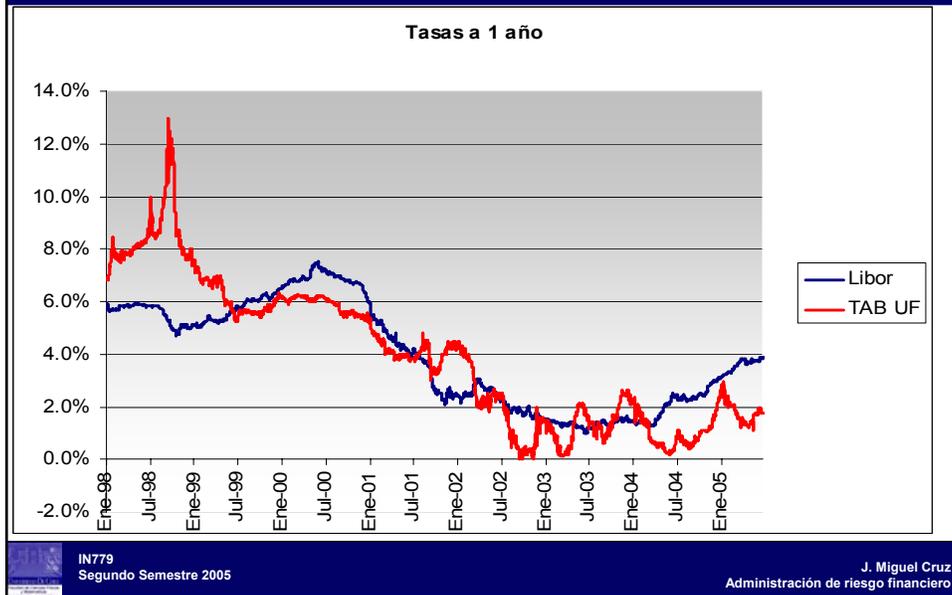
(30-12-98=100)



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Tasas de Interés (1 año)



Caso del Petróleo



¿Cuál de estas variables es más volátil?

■ Concepto de volatilidad:

- mide las desviaciones pasadas respecto de la media o tendencia
- Se calcula como la desviación estándar de los cambios porcentuales de las tasas
- Tiene asociado un período (diaria, mensual, anual)
- Generalmente se calcula con ponderador mayor para la historia reciente

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Estimación de la volatilidad

- Disponer de serie de tiempo
- Cálculo del retorno porcentual (log)
- Estimar volatilidad inicial
- Calcular estadística histórica:
 - Estimación recurrente con ponderación histórica
 - Directamente
 - Medias móviles

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Fórmulas de la volatilidad

■ Fórmula propuesta:

- Recursiva:

$$\sigma_{t+1} = \sqrt{\lambda\sigma_t^2 + (1-\lambda)r_t^2}$$

σ_{t+1} : Es la predicción de volatilidad del factor de riesgo, para el período t+1, considerando la información conocida hasta el período t.

λ : Es el factor de decaimiento que pondera los valores históricamente más recientes. El valor recomendado por riskmetrics es de 0,94.

r_t : Es el retorno del factor de riesgo en el período t

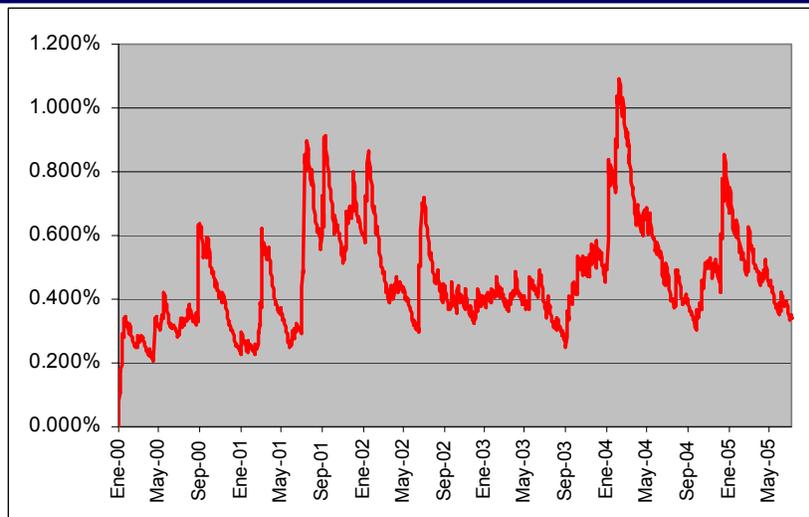
■ Ecuación tradicional:

– Requiere fijar t observaciones

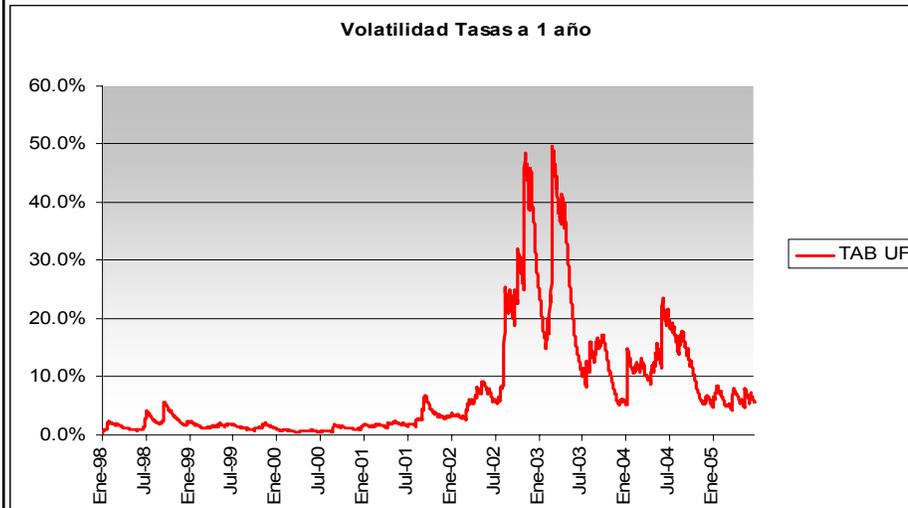
$$\sigma_{t+1} = \sqrt{\frac{1}{t-1} \sum_{i=1}^t (r_i)^2}$$

La Volatilidad: Concepto Clave

(Desviación estándar de los cambios porcentuales diarios dólar obs.)



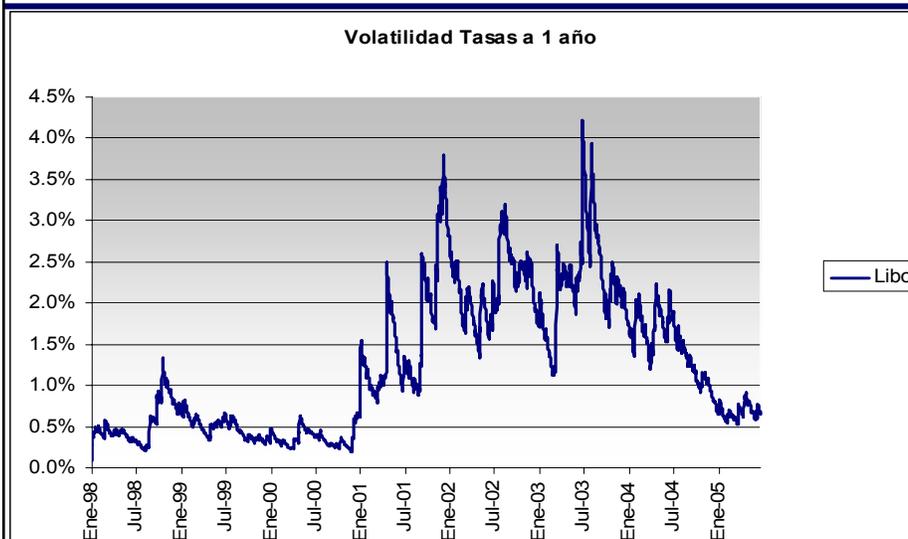
Volatilidad diaria tasa TAB en UF



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

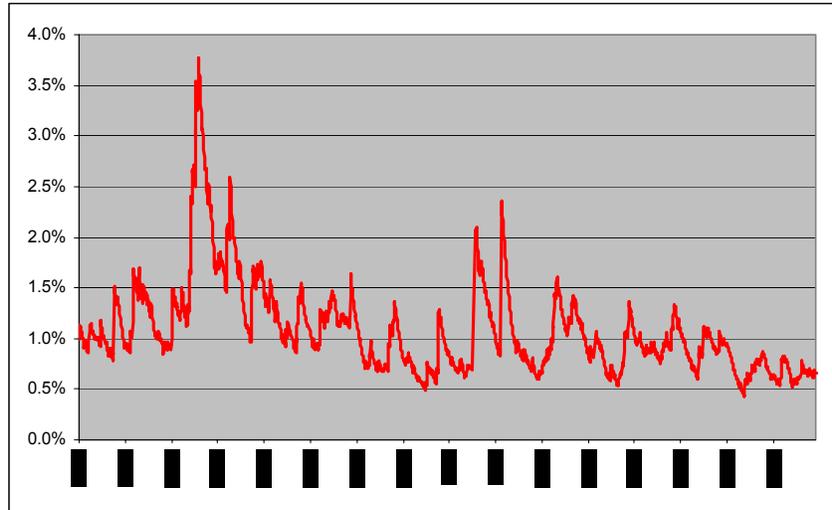
Volatilidad diaria tasa Libor



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

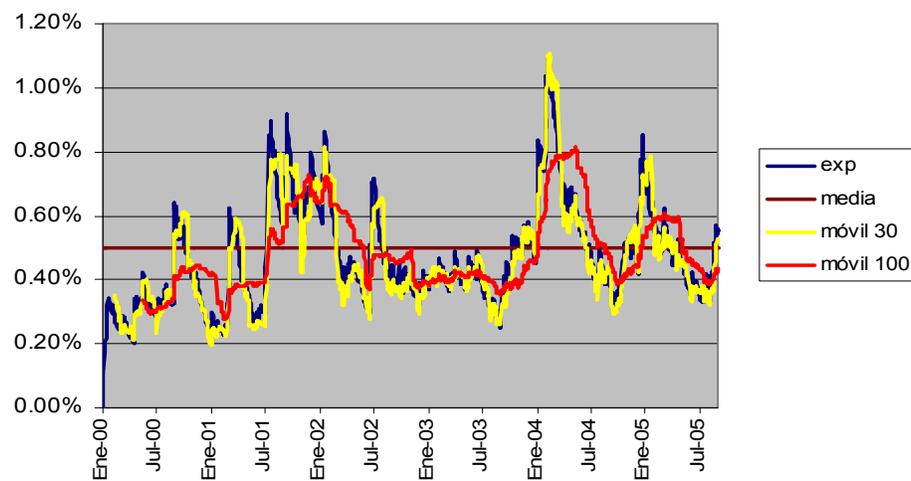
Volatilidad del IPSA



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

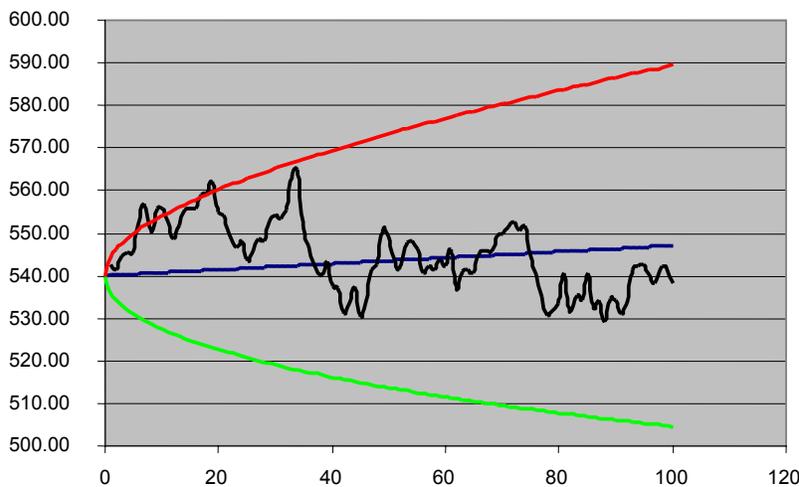
Diferentes maneras de calcular la volatilidad



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Qué uso le podemos dar: Concepto de Proyectar el riesgo



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Cálculo del retorno

■ Retorno Relativo:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

■ Retorno logarítmico del cambio de precio:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Es preferible el uso de retornos log.

- Retornos logarítmicos tiene la siguiente propiedad:

$$r_t(k) = r_t + r_{t-1} + r_{t-2} \dots + r_{t-k+1}$$

Es decir, el retorno de un mes es la suma de los retornos diarios

- Además el retorno de una cartera se puede calcular como suma ponderada de los retornos de cada componente:

$$R_p = r_1 \times w_1 + r_2 \times w_2 + r_3 \times w_3 + \dots$$

Volatilidad y el horizonte de tiempo

- Estimación y análisis pueden diferir en el horizonte de tiempo:

- Estimaciones de variables de trading:
 - volatilidad diaria o incluso por horas
- Decisiones de estrategia financiera:
 - volatilidad diaria, semanal o mensual
 - el tiempo necesario para cerrar una posición
- Decisiones de evaluación de negocios e inversiones de largo plazo
 - volatilidad mensual o anual

- Conversión del horizonte de la volatilidad:

$$\sigma_T = \sigma_t \sqrt{T}$$

¿Por Qué?

- Supuesto es que la variable de riesgo tiene una distribución simple (sin autocorrelación) de varianza instantánea constante. Luego la varianza de t períodos es proporcional a t, y la volatilidad (desviación estándar) es entonces proporcional a la raíz de t.

Si $r(k)$ es el retorno k períodos hacia adelante

$$r_t(k) = r_t + r_{t+1} + r_{t+2} \dots + r_{t+k-1}$$

entonces la varianza de $r(k)$ es k veces la varianza de r.

Precios: Distribución Log-Normal

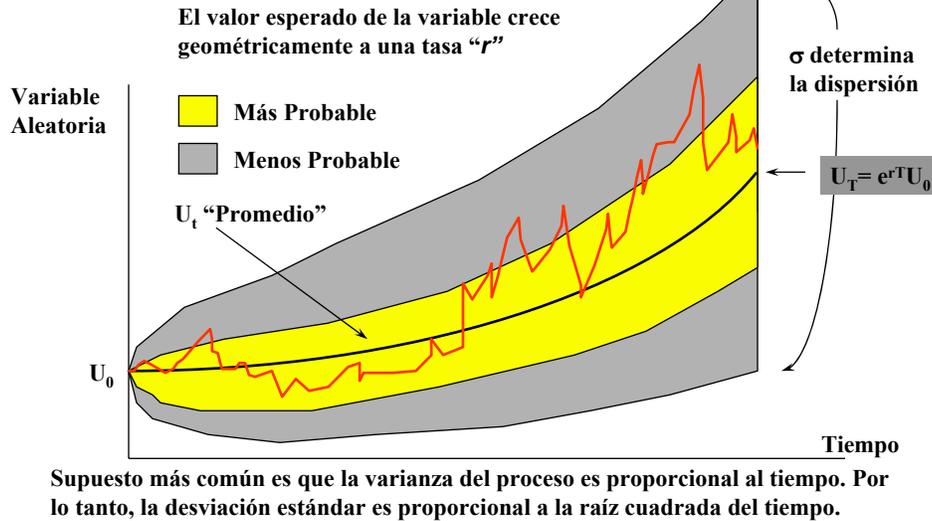
Es decir podemos escribir:

$$\tilde{P}_{t+1} = P_t e^{\tilde{\varepsilon}_t}$$

$$\varepsilon_t \rightarrow N(0, \sigma^2)$$

Error se distribuye en forma Normal:

Proceso de difusión



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Movimiento Browniano Geométrico

■ Ecuación de difusión

$$dP = \mu \cdot P \cdot dt + \sigma \cdot P \cdot dz$$
$$dz = \varepsilon \sqrt{dt}$$

■ donde

$$\varepsilon \rightarrow N(0, 1)$$

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Efecto de Itô

- Podemos escribir que

$$\frac{dP}{P} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz$$

- pero si realizamos un cambio de variable,
 $p = \text{Ln}(P)$

$$dp = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot dt + \sigma \cdot dz$$
$$dp = \mu' \cdot dt + \sigma \cdot dz$$

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Estimación de Parámetros

- Objetos de análisis
Siguen distribución Normal

$$r_t = \text{Ln}\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

- Volatilidad

$$\sigma = \text{DesvEst}\left\{\text{Ln}\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)\right\}$$

- Tendencia
(Menos usada)

$$\mu' = E\left\{\text{Ln}\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)\right\} = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$$

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

La variable de nivel tiene una distribución Log-Normal

- Valor esperado de P_t

$$E(P_t|t) = P_0 \cdot e^{\mu \cdot t} = P_0 \cdot e^{(\mu' + \frac{\sigma^2}{2}) \cdot t}$$

- Desviación Estándar de P_t

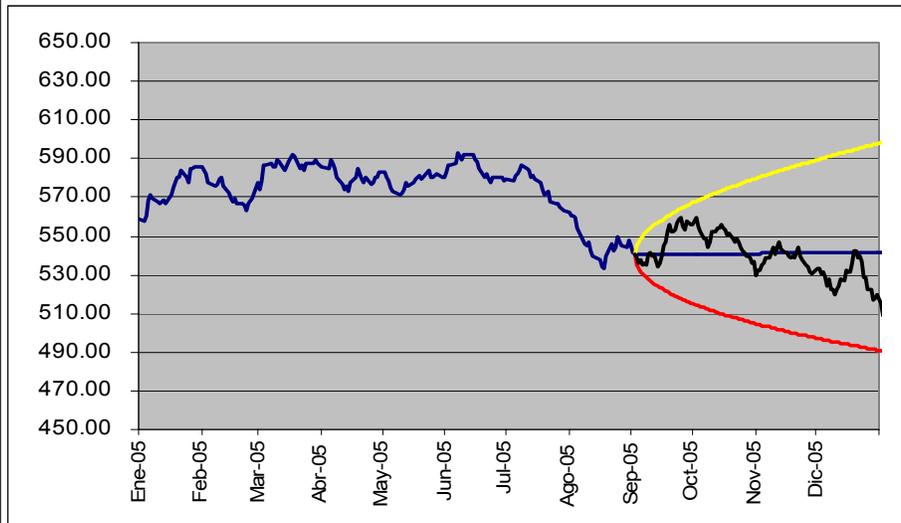
$$\sigma(P_t|t) = P_0 \cdot e^{\mu \cdot t} \cdot (e^{\sigma^2 \cdot t} - 1)^{1/2}$$

Simulando un proceso de difusión

- En forma secuencial,

$$\ln(P_{t+1}) = \ln(P_t) + (\mu') \cdot \Delta t + \sigma \cdot \sqrt{\Delta t} \cdot N(0,1)$$

Ejemplo: Tipo de Cambio



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Modelos alternativos: Tendencia a la media

- Modificando GBM

$$dP = \eta \cdot P \cdot (M - P) \cdot dt + \sigma \cdot P \cdot dz$$

- Si $p = \ln(P)$, entonces

$$dp = \eta \cdot (m - p) \cdot dt + \sigma \cdot dz$$

- Por lo que:

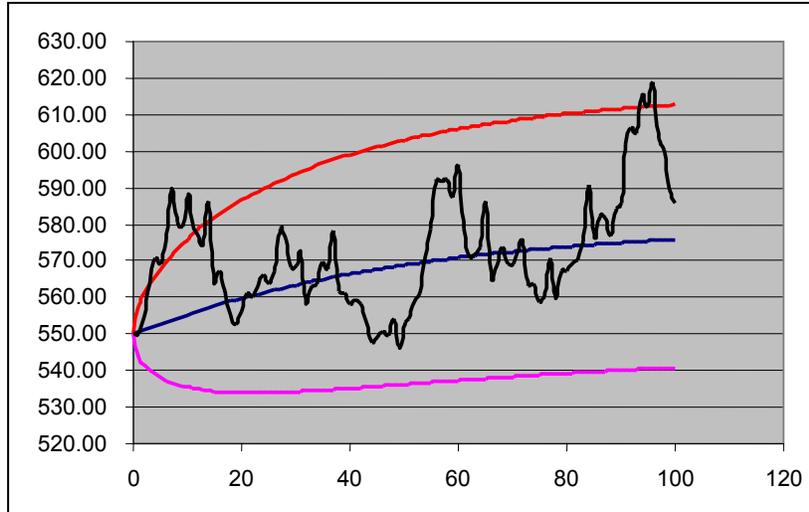
$$E(p_t) = m + (p_0 - m) \cdot e^{-\eta \cdot t}$$

$$\sigma(p_t) = \frac{\sigma}{\sqrt{2 \cdot \eta}} \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta \cdot t})^{1/2}$$

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Ejemplo: Tipo de cambio y tendencia a la media



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Relación entre variables normales y log-normales

- Si r es normal $N(\mu, \sigma^2)$ entonces el valor medio de $R = \exp(r)$

$$E(R) = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$$

- y la varianza:

$$\sigma^2(R) = e^{2\mu + 2\sigma^2} \cdot (e^{\sigma^2} - 1)$$

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Se invierte bastante en estimación de volatilidades

- Estimación histórica...no necesariamente mejor proyección
- Métodos más sofisticados para determinar la volatilidad
 - Garch
 - Volatilidades estocásticas
 - Volatilidades implícitas

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Cómo determinar la Volatilidad

■ Ecuaciones alternativas:

- La ecuación tradicional:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T (x_i - \mu)^2}$$

-La ecuación recursiva que pondera la historia reciente más que la historia pasada:

$$\sigma_{t+1} = \sqrt{\lambda \sigma_t^2 + (1 - \lambda) r_t^2}$$

σ_{t+1} : Es la predicción de volatilidad del factor de riesgo, para el período t+1, considerando la información conocida hasta el período t.

λ : Es el factor de decaimiento. El valor recomendado en forma estándar es de 0,94 para datos diarios, 0,97 para datos mensuales.

r_t : Es el retorno del factor de riesgo en el período t

IN779
Segundo Semestre 2005

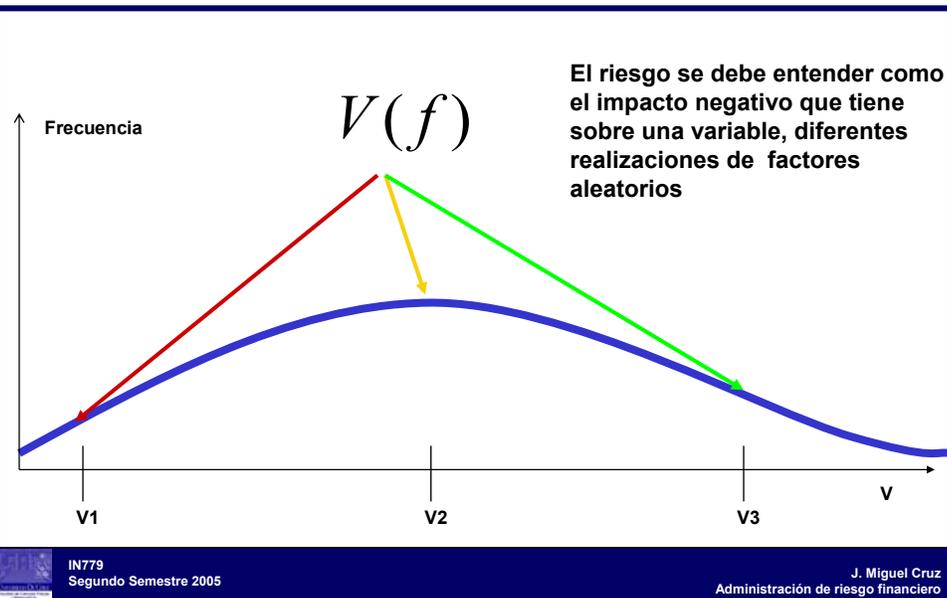
J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

¿Cuál es entonces la inversión más riesgosa?

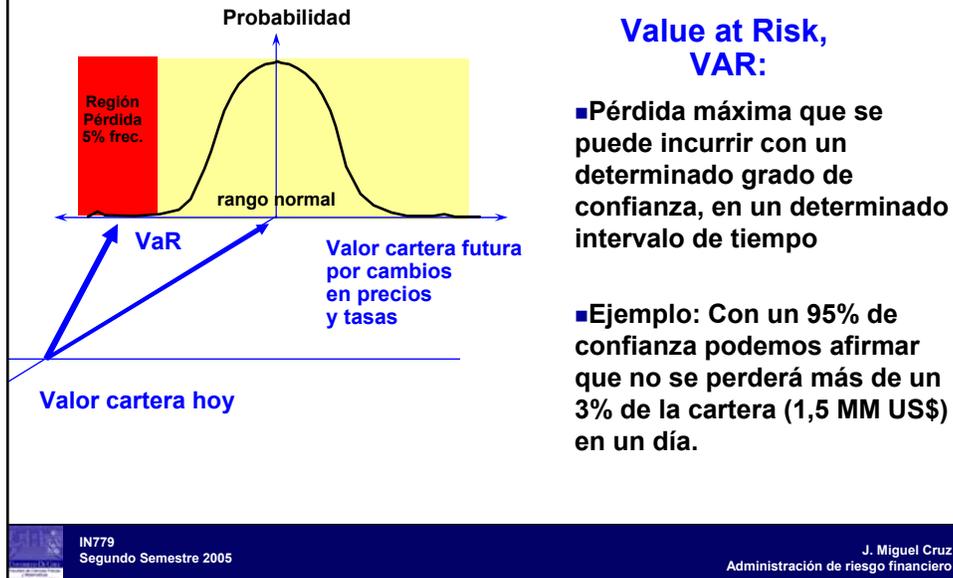
■ Riesgo tiene dos componentes:

- Volatilidad, asociada a la probabilidad que la variable de riesgo cambie un cierto porcentaje
- La sensibilidad o exposición que se tiene a dicha variable de riesgo

2. Riesgo



Riesgo de mercado



Factores de riesgos típicos

- **Precios Acciones**
 - Indices
- **Precios Monedas**
- **Tasas de Interés**
 - Estructura de tasas
 - Spreads
- **Precios de Commodities**
 - Cobre
 - Petróleo

Caso de un factor de riesgo

- Conocer una aproximación a la distribución de probabilidad del factor de riesgo
- Conocer el impacto que la variable tiene sobre nuestra función de valor

Ejemplo: Margen operacional en empresa de transporte y precio del petróleo

Caso de varios factores de riesgo

- Conocer una aproximación a la distribución de probabilidad *conjunta* de los distintos factores de riesgo
- Conocer el impacto que las variables tienen en *conjunto* sobre nuestra función de valor

Ejemplo: Márgen operacional en empresa de transporte y precio del petróleo y tipo de cambio

¿Cuál es la función de valor?

- **Generalmente, Valor Presente...pero**
- **Retorno de una inversión**
- **Márgen Operacional (EBIT)**
- **Retorno del capital**
- **Utilidades a fines del período**
- ...

Riesgo de tasas: Movimientos en toda la estructura de tasas

- **Estructura de tasas:**
 - representa, para un instante dado, las tasas de mercado vigentes para instrumentos similares (en riesgo y liquidez) a diferentes plazos.
- **Necesario tomar en cuenta la variabilidad de toda la estructura de tasas**

Estructura de tasas: conjunto de variables correlacionadas

- Variables tienen distribución conjunta
- Combinación de dos o más variables aleatorias tiene su propia distribución de probabilidad

- Aparece la covarianza entre variables:

$$\text{Cov}(X,Y) = E(XY) - E(X)E(Y)$$

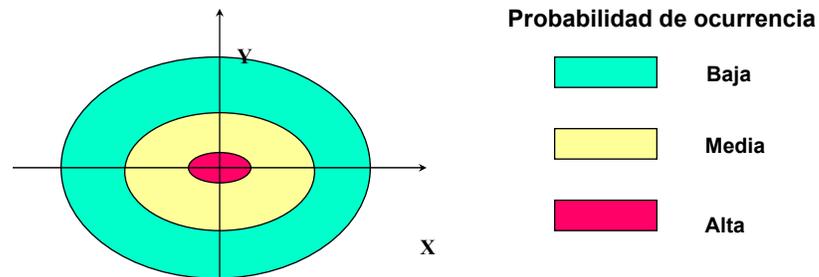
$$\text{Corr}(X,Y) = \text{Cov}(X,Y) / \sigma(X)\sigma(Y) = \rho_{XY}$$

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

3. Correlación baja: independientes

- Tasas X e Y presentan correlación cercana a 0:



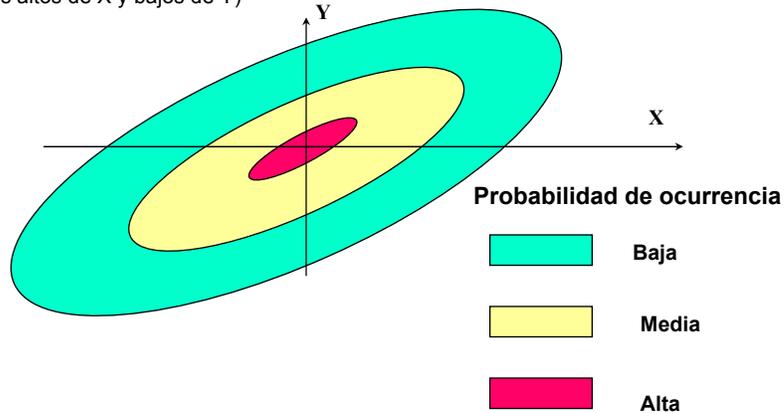
IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Alta correlación

Caso de correlación positiva entre tasa X y tasa Y

(Valores altos de X e Y en conjunto ocurren con mayor frecuencia que valores altos de X y bajos de Y)



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Ejemplo: Caso Libor

	Libor 30	Libor 180	Libor 360
Libor 30	100.0%	3.7%	2.1%
Libor 180	3.7%	100.0%	17.5%
Libor 360	2.1%	17.5%	100.0%

Coefficientes de correlación, muestran una correlación positiva entre las diferentes tasas.

La correlación más importante la muestra la tasa de 180 días con la de 360 días.

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Caso de factores de riesgos relevantes en Chile

Correlaciones mar-03	TC Real	PRC 1-4	PRC4-8	PRC8-12	PRC12-16	PRC16	HIPOT1-5	HIPOT5-10	HIPOT10	IPSA	SP500
TC Real	100,0%	6,1%	18,5%	16,3%	17,6%	18,0%	3,6%	20,3%	9,7%	-25,5%	-47,5%
PRC 1-4	6,1%	100,0%	65,8%	38,9%	46,2%	60,4%	17,6%	-8,3%	10,9%	-1,7%	-25,7%
PRC4-8	18,5%	65,8%	100,0%	93,2%	91,5%	85,4%	26,3%	6,3%	18,2%	13,7%	-26,5%
PRC8-12	16,3%	38,9%	93,2%	100,0%	97,3%	85,6%	22,6%	10,6%	18,8%	19,3%	-17,7%
PRC12-16	17,6%	46,2%	91,5%	97,3%	100,0%	94,9%	19,1%	9,3%	21,2%	18,1%	-18,1%
PRC16	18,0%	60,4%	85,4%	85,6%	94,9%	100,0%	14,5%	5,8%	22,0%	12,8%	-18,7%
HIPOT1-5	3,6%	17,6%	26,3%	22,6%	19,1%	14,5%	100,0%	72,0%	76,3%	-3,0%	9,0%
HIPOT5-10	20,3%	-8,3%	6,3%	10,6%	9,3%	5,8%	72,0%	100,0%	81,2%	-7,0%	3,7%
HIPOT10	9,7%	10,9%	18,2%	18,8%	21,2%	22,0%	76,3%	81,2%	100,0%	-4,0%	4,3%
IPSA	-25,5%	-1,7%	13,7%	19,3%	18,1%	12,8%	-3,0%	-7,0%	-4,0%	100,0%	17,8%
SP500	-47,5%	-25,7%	-26,5%	-17,7%	-18,1%	-18,7%	9,0%	3,7%	4,3%	17,8%	100,0%

¿Qué implicancias tiene esto para la administración de riesgos?

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Diversificación de riesgos: correlaciones elemento clave

- Matriz de correlaciones establece cuán similares son los movimientos de las tasas.
- La volatilidad de una cartera se calcula como:

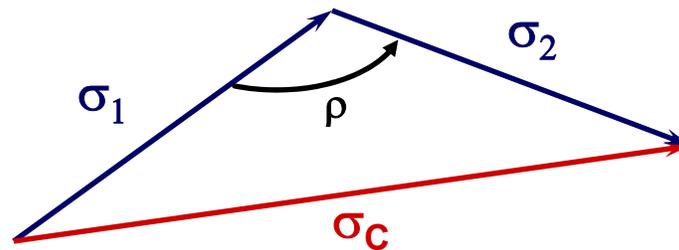
$$\sigma_C^2 = w_x^2 \cdot \sigma_x^2 + w_y^2 \cdot \sigma_y^2 + 2 \cdot \rho \cdot w_x \cdot w_y \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y$$

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Graficando el efecto diversificación

- El riesgo de una cartera es siempre menor que la suma de los riesgos de sus componentes individuales



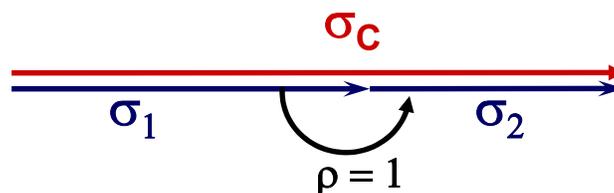
IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Diversificación de riesgos

- Si el coeficiente de correlación es 1

Correlación Perfecta, no hay diversificación de riesgo



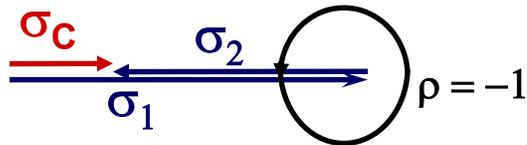
IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Diversificación de riesgos

- Si el coeficiente de correlación es -1

Diversificación Total



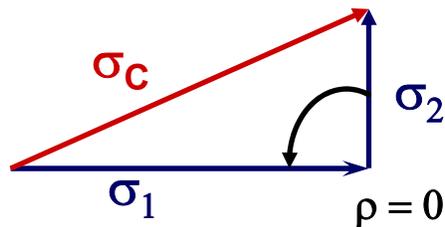
IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Diversificación de riesgos

- Si el coeficiente de correlación es 0

Diversificación parcial,
variables aleatorias no correlacionadas



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

4. Impacto de tasas de interés en inversiones financieras

■ Cambio de tasas de interés afecta:

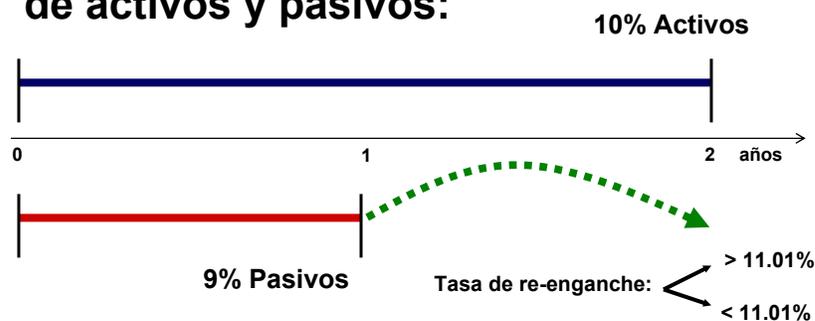
- Ingresos y Costos financieros (márgenes) de aquellos activos y pasivos que no se transan en el mercado secundario
- Valor de mercado de las inversiones que tienen un precio en el mercado secundario

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Descalces de Activos y Pasivos

- ### ■ Riesgo de re-financiamiento: Supongamos una institución financiera con la siguiente estructura de activos y pasivos:

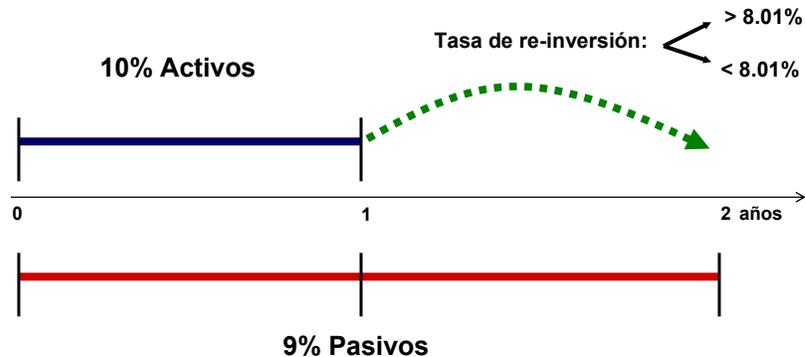


IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Inversamente,

- **Riesgo de re-inversión: Si la estructura de activos y pasivos es:**



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Por otro lado descalce genera riesgo de mercado

- **Caso 1 : Valor Presente Neto =**

$$\frac{0.10}{(1+r)} + \frac{1.10}{(1+r)^2} - \frac{1.09}{(1+r)} = -\frac{0.99}{(1+r)} + \frac{1.10}{(1+r)^2}$$

Si r sube (hasta valores razonables) el valor de los activos cae más que el incremento de los pasivos

- **Caso 2: Valor Presente Neto =**

$$\frac{1.10}{(1+r)} - \frac{0.09}{(1+r)} - \frac{1.09}{(1+r)^2} = \frac{1.01}{(1+r)} - \frac{1.09}{(1+r)^2}$$

Si r baja, (desde valores razonables) el valor de los activos sube menos que la caída de los pasivos

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

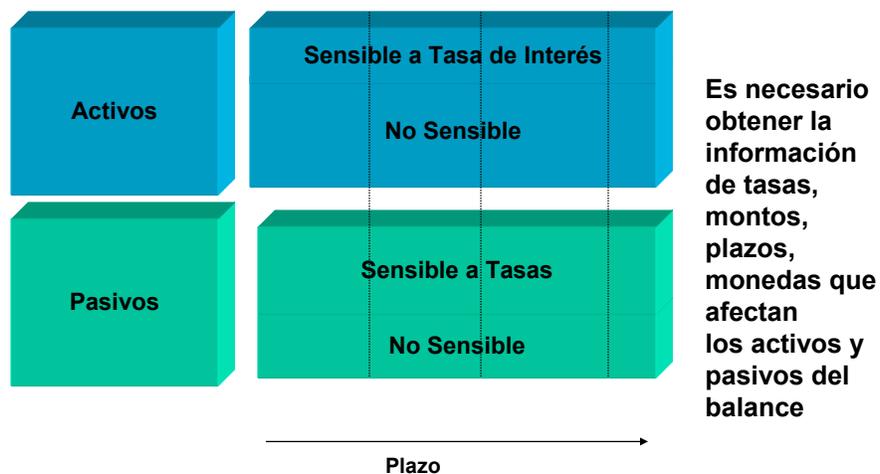
En resumen,

- **Activos de largo plazo financiados con pasivos de menor plazo enfrentan riesgos al alza en las tasas de interés**
- **Activos de corto plazo financiados con pasivos de largo plazo enfrentan riesgos a bajas en las tasas de interés**

IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Identificando riesgos en el balance

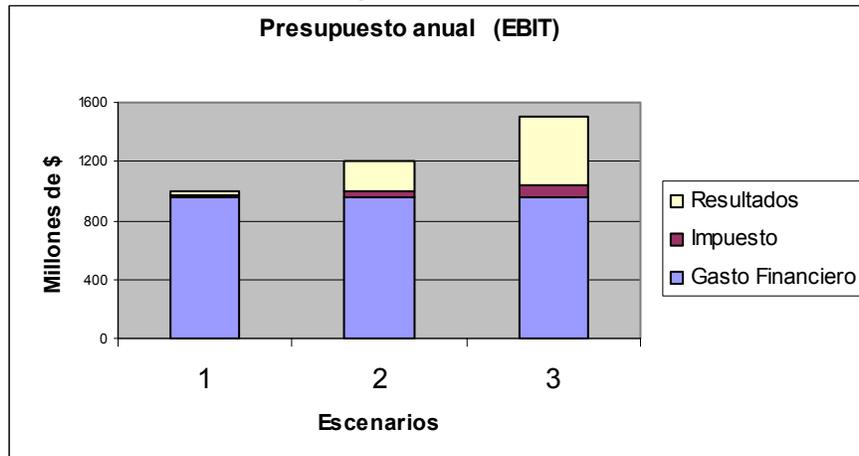


IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Identificando riesgos en el presupuesto

- Entendiendo la variabilidad del negocio, y su relación con el ciclo económico: Resultado esperado: 232.3M\$ tasa 8%.

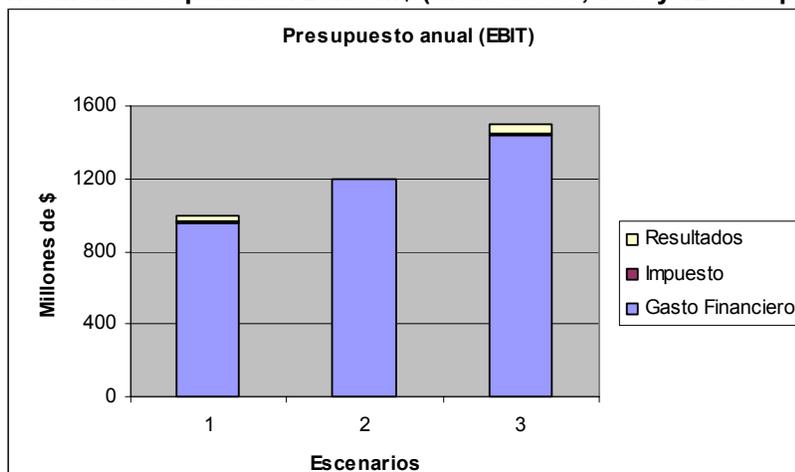


IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

En un escenario de tasas variables

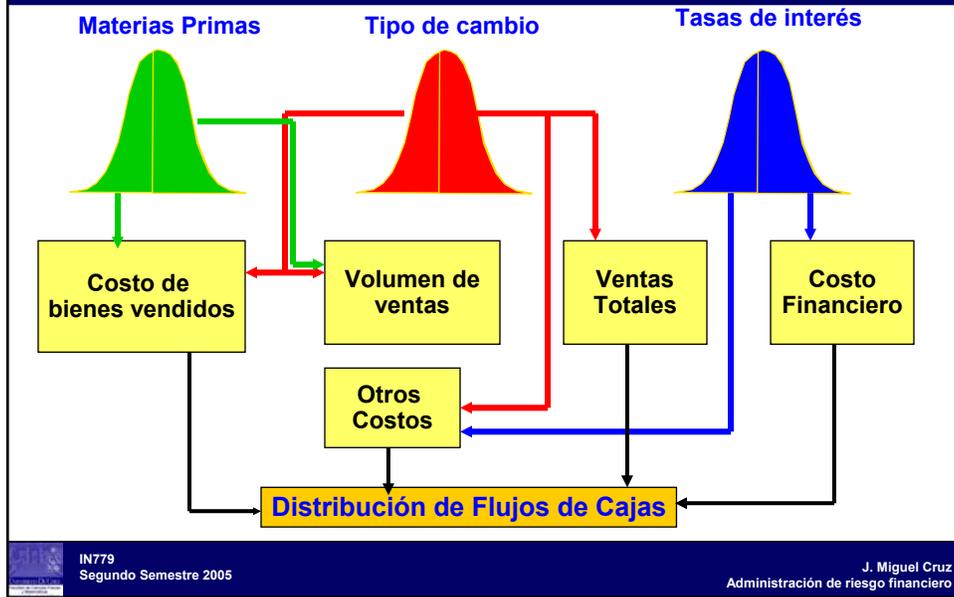
- Resultados esperados: 28.33 M\$ (tasas de 8%, 10% y 12% resp.)



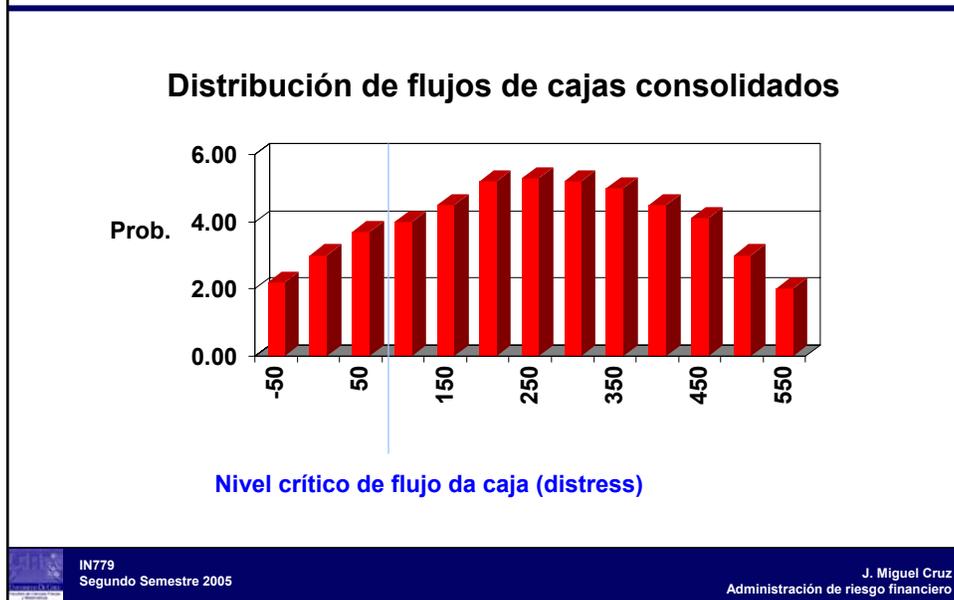
IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Exposición al riesgo en corporaciones

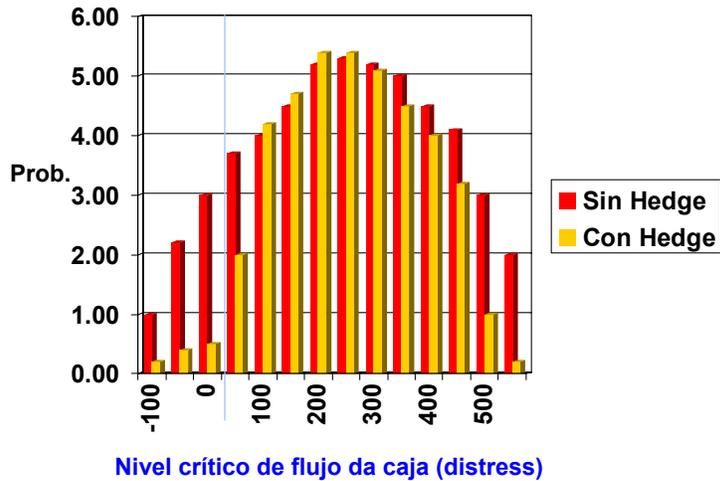


Concepto de Cash Flow at Risk



Concepto de Cash Flow at Risk

Hedging permite reducir la probabilidad de tensión financiera



Ejercicio 1

Balance Simple
(cifras en millones de US\$)

Activos		Pasivos	
Crédito Consumo Corto Plazo (menos de 1 año)	50	1 Patrimonio (Equity)	20
Crédito Consumo Largo Plazo (plazo de 2 años)	25	2 Cuentas Corrientes	40
3 Papeles Gobierno 3 meses	30	3 Cuentas de Ahorro	30
4 Papeles Gobierno 6 meses	35	4 Depósitos a tres meses	40
5 Bonos Gobierno 3 años	70	5 Otras Obligaciones a tres meses	20
6 Bonos Hipotecarios tasa fija 10 años	20	6 CP a 6 meses	60
FRN a 30 años (tasa ajustada cada 9 meses)	40	7 Depósitos a 1 año	20
		8 Depósitos a 2 años	40
	270		270

Ejercicio 2

- Supongamos que una línea aérea que transa en bolsa acaba de renovar su flota de aviones, por lo que contrató un leasing. El costo financiero asociado es de Libor(3M) +1.5%, con 6 meses de gracia, por lo que el próximo pago es en 9 meses más.
- Los ejecutivos de la empresa creen que la recuperación económica tardará aún un trimestre, por lo que estiman que su margen operativo estará igual a o levemente bajo lo presupuestado. Se acercan a Ud. y solicitan asesoría financiera para identificar el riesgo que enfrenta sus resultados anuales.



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero

Ejercicio 3

- Supongamos que una gran pesquera en Chile está negociando con Corfo un crédito por 300.000 UF a 10 años a PRC más 2%.
- El sector ha vivido 2 años de descapitalización producto del escaso recurso marino y debe enfrentar importantes amortizaciones de un crédito sindicado anterior. Los expertos estiman que las próximas temporadas el recurso volverá a las costas chilenas.
- Corfo incluye entre sus cláusulas la necesidad de manejar el riesgo financiero. La pesquera lo contrata a Ud. para identificar los riesgos que enfrenta su negocio.



IN779
Segundo Semestre 2005

J. Miguel Cruz
Administración de riesgo financiero