

IEAF | FEF  
INSTITUTO ESPAÑOL DE  
ANALISTAS FINANCIEROS  
FUNDACIÓN DE  
ESTUDIOS FINANCIEROS

# Formulae book



Escuela FEF  
FUNDACIÓN DE  
ESTUDIOS FINANCIEROS

Edición especial

**Bankia**



Dirigido por:

Jesús M. López Zaballos

Director Gerente de la Escuela FEF

Presidente de European Federation of Financial Analyst Societies, EFFAS

**Editado por:**

FUNDACIÓN DE ESTUDIOS FINANCIEROS (FEF), 2017

Basílica, 17-Oficinas-1ª Planta. 28020 Madrid, España

**ISBN:** 978-84-695-7525-3

# Índice

<b>1.CONCEPTOS MATEMÁTICOS BÁSICOS .....</b>	<b>5</b>
1.1. Capitalización .....	5
1.1.1. Simple .....	5
1.1.2. Compuesta.....	5
1.2. Descuento .....	7
1.2.1. Simple .....	7
1.2.2. Compuesto.....	8
1.2.3. Tipos de interés spot y forward .....	8
1.2.4. Rentabilidad .....	9
1.2.5. Simple .....	10
<b>2.CONCEPTOS ESTADÍSTICOS BÁSICOS CORRELACIÓN Y REGRESIÓN.....</b>	<b>11</b>
2.1. Medidas de posición .....	11
2.1.1. Expost .....	11
2.1.2. A priori .....	11
2.2. Medidas de Dispersión .....	11
2.2.1. Expost .....	11
2.2.2. A priori .....	12
2.3. Covarianza .....	12
2.4. Correlación y regresión.....	12
2.4.1. Coeficiente de correlación.....	12
2.4.2. Modelo de regresión lineal simple:.....	13
<b>3.MERCADOS DE RENTA FIJA.....</b>	<b>14</b>
3.1. Precio de un instrumento cupón cero .....	14
3.1.1. A plazos inferiores a un año .....	14
3.1.2. A plazos superiores a un año .....	14
3.2. Bonos y obligaciones del Estado .....	14
3.2.1. Precio de cotización de un bono u obligación.....	14
3.3. Medición y gestión del riesgo de tipo de interés.....	15
3.3.1. Duración y duración corregida.....	15
3.3.2. Sensibilidad .....	16
<b>4.MERCADOS DE RENTA VARIABLE .....</b>	<b>16</b>
4.1. Índices bursátiles .....	16
4.1.1. Cálculo del IBEX .....	16
4.2. Ratios bursátiles .....	17
4.2.1. Ratios bursátiles clásicos.....	17



4.2.2.	Valor de la acción.....	17
4.2.3.	Earning Yield Gap (EYG).....	18
4.2.4.	Ratio precio/ Cash flow (PCF).....	18
4.2.5.	Ratio precio / Valor contable (P/VC).....	18
4.2.6.	Rentabilidad económica (ROA) y financiera (ROE).....	18
<b>5.</b>	<b>MERCADOS DE PRODUCTOS DERIVADOS .....</b>	<b>19</b>
5.1.	Forward rate agreement.....	19
5.1.1.	Cálculo del tipo de interés teórico a plazo .....	19
5.1.2.	Liquidación del contrato fra .....	19
<b>6.</b>	<b>RIESGO Y MARCO DE RENDIMIENTO .....</b>	<b>20</b>
6.1.	Rendimiento de un activo .....	20
6.1.1.	Rentabilidad “ex post” de un activo: rentabilidad simple .....	20
6.1.2.	Rentabilidad anualizada .....	20
6.2.	Rentabilidad de una cartera .....	20
6.2.1.	Rentabilidad “a posteriori de una cartera .....	20
6.2.2.	Rentabilidad “a priori” de una cartera: rentabilidad esperada .....	21
6.3.	Riesgo de un activo .....	21
6.3.1.	Volatilidad histórica y esperada de un activo.....	21
6.3.2.	Volatilidad esperada.....	21
<b>7.</b>	<b>OPERATIVA DE LOS MERCADOS DE DIVISAS .....</b>	<b>22</b>
7.1.1.	Cálculo del tipo de cambio a plazo (Forward o TCfwd).....	22
7.1.2.	Cálculo de los puntos Swap.....	22
<b>8.</b>	<b>MODELO DE MERCADO DE SHARPE .....</b>	<b>23</b>
8.1.1.	Línea característica de un título. Rendimiento del título i .....	23
8.1.2.	Coefficiente Beta .....	23
8.1.3.	Coefficiente alfa de un activo .....	23
8.2.	Riesgo sistemático y no sistemático de un título .....	23
8.3.	Línea característica de una cartera .....	24
8.3.1.	El coeficiente Beta de una cartera .....	24
8.3.2.	El coeficiente Alfa de una cartera .....	24
8.3.3.	Rentabilidad esperada de una cartera a partir de su línea característica.....	24
8.4.	Riesgo sistemático y no sistemático de una cartera .....	25
<b>9.</b>	<b>MEDIDAS DE RENTABILIDAD AJUSTADA AL RIESGO .....</b>	<b>25</b>
9.1.1.	Ratio de Sharpe .....	25
9.1.2.	Ratio de Treynor .....	25
9.1.3.	Tracking Error .....	26
9.1.4.	Value at Risk .....	26



# 1. CONCEPTOS MATEMÁTICOS BÁSICOS

## 1.1. Capitalización

### 1.1.1. Simple

#### Interés simple

$$I = C_0 \times r \times \frac{t}{base}$$

Donde:

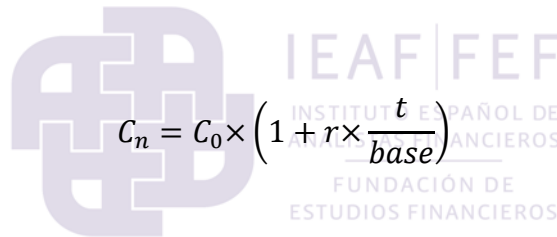
$C_0$  = capital inicial

$r$  = rentabilidad anual

$t$  = tiempo

$b$  = base

#### Capitalización simple


$$C_n = C_0 \times \left( 1 + r \times \frac{t}{base} \right)$$

Donde:

$C_0$  = capital inicial

$r$  = rentabilidad anual

$t$  = tiempo

$b$  = base

### 1.1.2. Compuesta

#### Interés compuesto

$$I_m = C_{m-1} \times i_m \times t$$

Donde:

$C_{m-1}$  = capital inicial del periodo, corresponde al capital final del periodo anterior

$i_m$  = tipo de interés efectivo del periodo

$t$  = tiempo, en periodos

### Tipo de interés efectivo del periodo

$$i_m = \frac{TIN}{m}$$

Donde:

TIN = Tipo de Interés Nominal anual

m = frecuencia de capitalización

### Capitalización compuesta

$$C_n = C_0 \times (1 + i_m)^{m \times n}$$

Donde:

$C_0$  = capital inicial

$i_m$  = rentabilidad efectiva del periodo

m = frecuencia de capitalización

n = número de años



### Tantos equivalentes en operaciones financieras de capitalización compuesta

$$(1 + i_n)^n = (1 + i_m)^m$$

En el caso particular n = 1:

$$(1 + TAE) = (1 + i_m)^m$$

Donde:

TAE = Tasa Anual Equivalente

m = Frecuencia de capitalización



## 1.2. Descuento

### 1.2.1. Simple

#### Descuento simple

$$C_0 = \frac{C_n}{\left(1 + r \times \frac{t}{base}\right)}$$

Donde:

$C_n$  = capital a vencimiento

$r$  = rentabilidad anual

$t$  = tiempo

$b$  = base

#### Descuento comercial simple

$$C_0 = C_n \times \left(1 - t_d \frac{t}{b}\right)$$

Donde:

$t_d$  = tasa de descuento comercial simple



IEAF | FEF  
INSTITUTO ESPAÑOL DE  
ANALISTAS FINANCIEROS  
FUNDACIÓN DE  
ESTUDIOS FINANCIEROS

#### Tipos de interés simple vencido y tipo de descuento

$$i = \frac{t_d b}{b - t_d d}$$

$$t_d = \frac{ib}{b + id}$$

Donde:

$t_d$  = tasa de descuento comercial

$i$  = tipo de interés simple vencido

$b$  = base

$d$  = días

### 1.2.2. Compuesto

#### Descuento compuesto

$$C_0 = \frac{C_n}{(1 + i_m)^{m \times n}}$$

Donde:

$C_n$  = capital a vencimiento

$i_m$  = rentabilidad efectiva del periodo

m = frecuencia de capitalización

n = número de años

### 1.2.3. Tipos de interés spot y forward

#### Simple

$$\left(1 + t_{cl} \times \frac{d_l}{b}\right) = \left(1 + t_{cc} \times \frac{d_c}{b}\right) \times \left(1 + t_f \times \frac{d}{b}\right)$$

Donde:

$t_{cc}$  = tipo de contado desde cero hasta el comienzo del plazo

$t_{cl}$  = tipo de contado de toda la operación

$d_c$  = días del primer período

$d_l$  = días de toda la operación

$d$  = días del segundo período

#### Compuesto

$$(1 + t_{0l})^{\frac{d_l}{b}} = (1 + t_{0c})^{\frac{d_c}{b}} \times (1 + t_{cl})^{\frac{d}{b}}$$

Donde:

$t_{0c}$  = tipo de contado desde cero hasta el comienzo del plazo

$t_{0l}$  = tipo de contado de toda la operación

$d_c$  = días del primer período

$d_l$  = días de toda la operación

$d$  = días del segundo período

## 1.2.4. Rentabilidad

### Nominal y Real

$$(1 + i_r) = \frac{(1 + i_n)}{(1 + g)}$$

Donde:

$i_r$  = Interés real

$i_n$  = Interés nominal

$g$  = inflación

### Rentabilidad Simple

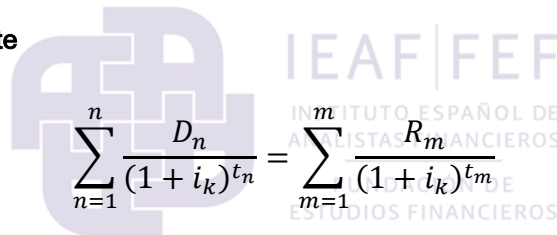
$$R_t = \frac{C_F - C_0}{C_0}$$

Donde:

$C_F$  = Capital al final del período

$C_0$  = Capital al inicio del período

### Tasa Anual Equivalente


$$\sum_{n=1}^n \frac{D_n}{(1 + i_k)^{t_n}} = \sum_{m=1}^m \frac{R_m}{(1 + i_k)^{t_m}}$$

Donde:

D = Disposiciones

R = Reembolsos: amortización, intereses u otros gastos incluidos en el coste o rendimiento efectivo de la operación

n = número de entregas

m = número de reembolsos

$t_n$  = tiempo transcurrido desde la fecha de equivalencia hasta la disposición n

$t_m$  = tiempo desde la fecha de equivalencia hasta la de reembolso m

$i_k$  = tanto por uno efectivo referido al período de tiempo elegido para expresar las  $t_m$  y los  $t_n$  en números enteros

### Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

$$0 = -P + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1 + TIR)^j}$$

Donde:

$FC_j$  = Flujos de caja del Proyecto

P = Precio del proyecto

### Tasa de Rentabilidad Efectiva (TRE)

$$C_0 = \frac{C_1 \times (1 + I_{(1:t)})^{(t-1)} + C_2 \times (1 + I_{(2:t)})^{(t-2)} + \dots + C_t}{(1 + TRE)^t}$$

Donde:

$C_0$  = Capital Inicial

$C_i$  = Flujos de caja

$I_{(i:t)}$  = Tipo de interés de reinversión de los cupones



#### 1.2.5. Simple

$$TGR = [(1 + R_1) \times (1 + R_2) \times \dots \times (1 + R_N)]^{\frac{1}{N}} - 1$$

Donde:

$R_i$  = Rentabilidad del período i

## 2. CONCEPTOS ESTADÍSTICOS BÁSICOS CORRELACIÓN Y REGRESIÓN

### 2.1. Medidas de posición

#### 2.1.1. Expost

Media Aritmética Simple

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N}$$

Media Aritmética Ponderada

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_1 n_1 + x_2 n_2 + \dots + x_n n_n}{N}$$

#### 2.1.2. A priori

Esperanza Matemática

$$E(X) = x_1 \times pr(x_1) + x_2 \times pr(x_2) + \dots + x_n \times pr(x_n)$$

$$\sum pr(x_i) = 1$$



### 2.2. Medidas de Dispersión

#### 2.2.1. Expost

Varianza y Desviación Simple

$$\sigma^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{N}$$

## Varianza y Desviación Ponderada

$$\sigma^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 n_1 + (X_2 - \bar{X})^2 n_2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2 n_n}{N}$$

## Desviación Estadística

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 n_1 + (X_2 - \bar{X})^2 n_2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2 n_n}{N}}$$

### 2.2.2. A priori

#### Varianza y Desviación Típica de una Serie de Datos Futuros

$$\sigma^2(X) = (X_1 - E(X))^2 \times p_1 + (X_2 - E(X))^2 \times p_2 + \dots + (X_n - E(X))^2 \times p_n$$

Donde:

$E(X)$  = Esperanza matemática

$p_i$  = probabilidades asociadas a la serie de datos esperados



## 2.3. Covarianza

$$\sigma_{xy} = \frac{(X_1 - \bar{X})(Y_1 - \bar{Y})n_1 + (X_2 - \bar{X})(Y_2 - \bar{Y})n_2 + \dots + (X_n - \bar{X})(Y_n - \bar{Y})n_n}{N}$$

## 2.4. Correlación y regresión

### 2.4.1. Coeficiente de correlación

$$\rho_{xy} = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

Donde:

$\sigma_{xy}$  = covarianza

$\sigma_x$  = desviación de x

$\sigma_y$  = desviación de y

## 2.4.2. Modelo de regresión lineal simple:

### La Recta de Regresión

$$Y = a + bX + \varepsilon$$

Donde:

Y = variable endógena o dependiente

X = variable exógena o independiente

a, b = regresores o estimadores

$\varepsilon$  = término de error

### Regresores

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$b = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X^2}$$

Donde:

$\sigma_{XY}$  = covarianza entre variable dependiente e independiente

$\sigma_M^2$  = varianza de la variable independiente

### Coefficientes de Determinación

$$STC = SCE + SCR$$

Donde:

STC = Variación total de Y

SCE = Variación residual de Y

SCR = Variación explicada de Y

$$R^2 = \frac{SCR}{STC}$$

$$r^2 = \frac{(\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}))^2}{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{\sigma_{XY}^2}{\sigma_X^2 \sigma_Y^2}$$

### 3. MERCADOS DE RENTA FIJA

#### 3.1. Precio de un instrumento cupón cero

##### 3.1.1. A plazos inferiores a un año

$$Precio = \frac{Valor\ Nominal}{\left(1 + i \times \frac{d}{b}\right)}$$

Donde:

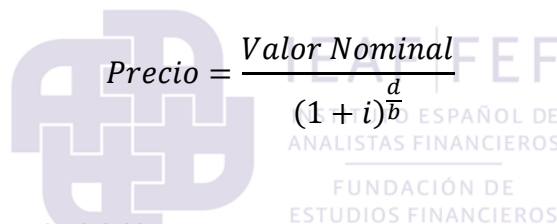
Valor nominal = valor nominal del instrumento

i = tasa de interés exigida o negociada por el cliente

d = plazo de la operación expresado en días reales

b = base 360

##### 3.1.2. A plazos superiores a un año


$$Precio = \frac{Valor\ Nominal}{(1 + i)^{\frac{d}{b}}}$$

Donde:

Valor nominal = valor nominal del instrumento

i = tasa de interés exigida o negociada por el cliente

d = plazo de la operación expresado en días reales

b = base 360

#### 3.2. Bonos y obligaciones del Estado

##### 3.2.1. Precio de cotización de un bono u obligación

$$Precio = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1 + R)^{t_i}} - CC$$

Donde:

Precio = Precio ex cupón (precio limpio)

$F_i$  = Flujos periódicos que paga el bono: cupones anuales y en el momento de amortización el último cupón más el nominal

R = Tasa de rendimiento interno

$t_i$  = años desde la fecha valor hasta el momento del pago del flujo  $F_i$



$$P = \frac{\text{cupón}}{(1 + TIR)^{t_1}} + \frac{\text{cupón}}{(1 + TIR)^{t_2}} + \dots + \frac{\text{cupón} + \text{Nominal}}{(1 + TIR)^{t_n}} - CC$$

Cupón corrido

$$CC = \text{cupón} \times \frac{f_v - f_{ucp}}{f_{pc} - f_{ucp}}$$

Donde:

Cupón = Flujos periódicos que paga el bono

$f_v$  = fecha de valor de compra

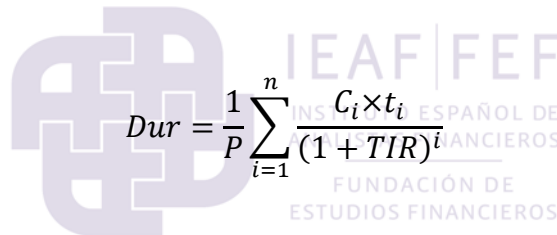
$f_{ucp}$  = fecha del último cupón pagado

$f_{pc}$  = fecha del próximo cupón a pagar

### 3.3. Medición y gestión del riesgo de tipo de interés

#### 3.3.1. Duración y duración corregida

Duración de un bono


$$Dur = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n \frac{C_i \times t_i}{(1 + TIR)^i}$$

Donde:

P = Precio total (sucio) del bono en la actualidad

$C_i$  = Flujo del periodo i (Cupón)

TIR = Rendimiento del bono

$t_i$  = Plazo en años hasta el vencimiento de cada flujo

**Duración** (elasticidad que relaciona movimientos relativos en la TIR con movimientos relativos en el Precio)

$$\frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} = -D \frac{TIR_{t+1} - TIR_t}{1 + TIR_t}$$

### Duración corregida o modificada

$$DC = \frac{D}{1 + TIR_t}$$

Donde:

D = Duración del bono

$$\frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} = -DC \times (TIR_{t+1} - TIR_t)$$

### 3.3.2. Sensibilidad

$$Sensibilidad = \frac{D \times P}{(1 + TIR_t) 100}$$

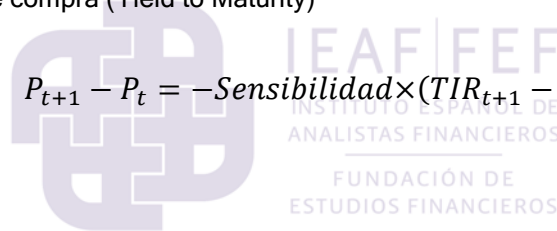
Donde:

D = Duración del bono

P = Precio del bono

$TIR_t$  = Rentabilidad de compra (Yield to Maturity)

$$P_{t+1} - P_t = -Sensibilidad \times (TIR_{t+1} - TIR_t)$$



## 4. MERCADOS DE RENTA VARIABLE

### 4.1. Índices bursátiles

#### 4.1.1. Cálculo del IBEX

$$IBEX35_t = IBEX35_{t-1} \times \frac{\sum_{i=1}^{35} Capitalización_{i,t}}{\sum_{i=1}^{35} Capitalización_{i,t-1} + J}$$

Donde:

t = momento del cálculo del índice

capitalización = producto de multiplicar el precio de la acción  $i$ ésima por el número de acciones incluidas en el índice

J = coeficiente de ajuste del valor del Índice por operaciones financieras

## 4.2. Ratios bursátiles

### 4.2.1. Ratios bursátiles clásicos

Price learning ratio, Ratio precio beneficio (PER)

$$PER = \frac{\text{Capitalización}}{B^{\circ} \text{ Neto}} = \frac{\text{Cotización} \times N^{\circ} \text{ acciones}}{BPA \times N^{\circ} \text{ acciones}} = \frac{\text{Cotización}}{BPA}$$

Rentabilidad bruta por dividendo

$$\text{Rentabilidad bruta por dividendo} = \frac{\text{Dividendo}}{\text{Cotización}}$$

Rentabilidad neta por dividendo

$$\text{Rent neta por dividendo} = R \text{ bruta por dividendo} \times (1 - \text{Retención})$$

### 4.2.2. Valor de la acción

Precio de la acción a partir de la rentabilidad por dividendo

$$\text{Precio} = \frac{\text{Dividendos por acción}}{\text{Rentabilidad \%}}$$

Precio a partir de dividendos constantes

$$\text{Valor de la acción} = \frac{\text{Dividendos por acción}}{K}$$

Donde:

K = rentabilidad exigida por el inversor

Precio a partir de dividendos crecientes

$$P_0 = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{D_j}{(1 + k_e)^j}$$

Donde:

$D_j$  = Dividendos

$k_e$  = rentabilidad exigida por el inversor

#### Precio a partir de tasa de crecimiento constante (g) de los dividendos (GORDON SAPHIRO)

$$\text{Valor de la acción} = \frac{DPA_1}{k_e - g}$$

#### 4.2.3. Earning Yield Gap (EYG)

$$EYG = \frac{1}{PER} - \text{Rentabilidad Bono a 10 años}$$

#### 4.2.4. Ratio precio/ Cash flow (PCF)

$$PCF = \frac{\text{capitalización bursatil/Cash Flow Operativo}}{\text{ó}} \\ PCF = \frac{\text{Precios por acción/Cash Flow Operativo}}{\text{ó}}$$

#### 4.2.5. Ratio precio / Valor contable (PVC)

$$P/VC = \frac{\text{capitalización bursátil/Valor Contable}}{\text{ó}} \\ P/VC = \frac{\text{precio por acción/Valor Contable por acción}}{\text{ó}}$$

#### 4.2.6. Rentabilidad económica (ROA) y financiera (ROE)

##### Rentabilidad económica (ROA)

$$ROA = \text{Rentabilidad económica} = \frac{BAIT}{\text{Activo Total Medio}}$$

$$ROA = \frac{BAIT}{Ventas} \times \frac{Ventas}{\text{Activo Total Medio}} = \text{Margen} \times \text{Rotación}$$

Donde:

BAIT = Beneficios antes de Intereses e Impuestos (EBIT)

## Rentabilidad financiera (ROE)

$$ROE = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Fondos Propios}}$$

## 5. MERCADOS DE PRODUCTOS DERIVADOS

### 5.1. Forward rate agreement

#### 5.1.1. Cálculo del tipo de interés teórico a plazo

$$\left(1 + r_l \times \frac{d_l}{b}\right) = \left(1 + r_c \times \frac{d_c}{b}\right) \times \left(1 + r_{FRA} \times \frac{d}{b}\right)$$

$$r_{FRA} = \left[ \frac{1 + r_l \times \frac{d_l}{b}}{1 + r_c \times \frac{d_c}{b}} - 1 \right] \times \frac{b}{d}$$

Donde:

$r_c$  = tipo de interés del período corto

$r_l$  = tipo de interés del período largo

$r_{FRA}$  = tipo teórico del FRA

$d_c$  = días del primer período

$d_l$  = días de toda la operación

$d$  = días del segundo período

#### 5.1.2. Liquidación del contrato fra

$$C = \frac{(r_L - r_{FRA}) \times N \times t}{1 + r_L \times t}$$

Donde:

$r_L$  = tipo de liquidación del FRA

$r_{FRA}$  = tipo pactado en el FRA

$N$  = nominal o importe nominal del depósito subyacente del FRA

$t = d/b$  = período de vigencia del contrato en fracción de año

## 6. RIESGO Y MARCO DE RENDIMIENTO

### 6.1. Rendimiento de un activo

#### 6.1.1. Rentabilidad "ex post" de un activo: rentabilidad simple

$$R_i = \frac{P_{t+1} - P_t + C}{P_t}$$

Donde:

$P_{t+1}$  = Precio de venta del título i al final del período considerado

$P_t$  = Precio de compra del título i

C = Flujo de caja intermedio

#### 6.1.2. Rentabilidad anualizada

$$R_a = \left(1 + \frac{r_m}{m}\right)^{m \times n} - 1$$

Donde:

$R_a$  = rentabilidad en términos equivalentes anualizados

$r_m$  = rentabilidad expresada en términos nominales

m = período de aplicación

n = número de años de la operación

### 6.2. Rentabilidad de una cartera

#### 6.2.1. Rentabilidad "a posteriori de una cartera

$$r_C = X_{1p}R_1 + X_{2p}R_2 + \dots + X_{np}R_n$$

Donde:

$X_{ip}$  = distribución presupuestaria de la Cartera C

$R_i$  = rendimiento obtenido cierto de cada título i de la cartera C

### 6.2.2. Rentabilidad "a priori" de una cartera: rentabilidad esperada

$$E(R_C) = x_1E(R_1) + x_2E(R_2) + \dots + x_nE(R_n)$$

Donde:

$x_i$  = porcentaje en el valor de la cartera del título  $i$

$E(R_i)$  = rentabilidad esperada del título  $i$

## 6.3. Riesgo de un activo

### 6.3.1. Volatilidad histórica y esperada de un activo

**Varianza histórica**

$$\sigma^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2n_1 + (X_2 - \bar{X})^2n_2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2n_n}{N}$$

**Desviación histórica**

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2n_1 + (X_2 - \bar{X})^2n_2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2n_n}{N}}$$

### 6.3.2. Volatilidad esperada

**Varianza esperada**

$$\sigma^2(X) = (X_1 - E(X))^2 \times p_1 + (X_2 - E(X))^2 \times p_2 + \dots + (X_n - E(X))^2 \times p_n$$

Donde:

$E(X)$  = Esperanza matemática

$p_i$  = probabilidades asociadas a la serie de datos esperados

## Desviación Esperada

$$\sigma(X) = \sqrt{(X_1 - E(X))^2 \times p_1 + (X_2 - E(X))^2 \times p_2 + \dots + (X_n - E(X))^2 \times p_n}$$

Donde:

$E(X)$  = Esperanza matemática

$p_i$  = probabilidades asociadas a la serie de datos esperados

## 7. OPERATIVA DE LOS MERCADOS DE DIVISAS

### 7.1.1. Cálculo del tipo de cambio a plazo (Forward o TCfwd)

$$F = S \times \frac{1 + i_a \times \frac{T}{360}}{1 + i_b \times \frac{T}{360}}$$

Donde:

F = Tipo de cambio Forward

S = Tipo de cambio spot

$i_a$  = Tipo de interés libre de riesgo de la moneda cotizada

$i_b$  = Tipo de interés libre de riesgo de la moneda base

T = Periodo en días de la operación

### 7.1.2. Cálculo de los puntos Swap

Precio a plazo = Precio Spot + Puntos Swap

Formulación directa para el cálculo de los puntos swap

$$PS = \frac{S \times (i_a - i_b) \times T}{360 + i_b \times T}$$

Donde:

PS = Puntos Swap

S = Tipo de cambio spot

$i_a$  = Tipo de interés de la moneda cotizada

$i_b$  = Tipo de interés de la moneda base

T = Periodo en días



## 8. MODELO DE MERCADO DE SHARPE

### 8.1.1. Línea característica de un título. Rendimiento del título i

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{Mt} + U_{it}$$

Donde:

$\alpha_i$  = parte de la rentabilidad del título independiente de la rentabilidad del mercado

$\beta_i$  = coeficiente de volatilidad del título sobre el mercado

$R_{Mt}$  = rendimiento de la cartera del mercado en el que cotiza el título i

### 8.1.2. Coeficiente Beta

$$\beta_k = \frac{\sigma(R_k, R_I)}{\sigma^2(R_I)}$$

Donde:

$\sigma(R_k, R_I)$  = covarianza entre activo e índice

$\sigma^2(R_I)$  = varianza del índice

### 8.1.3. Coeficiente alfa de un activo

$$\alpha_i = R_{it} - \beta R_{Mt}$$

Donde:

$R_{it}$  = rendimiento del título i, durante un periodo de tiempo t

$R_{Mt}$  = rendimiento de la cartera del mercado en el que cotiza el título i

## 8.2. Riesgo sistemático y no sistemático de un título

$$\text{Riesgo Total}_k = \text{Riesgo Sistemático}_k + \text{Riesgo no Sistemático}_k$$

$$\sigma_k^2 = \beta_k^2 \times \sigma_I^2 + \sigma_{Uk}^2$$

Donde:

$\beta_k^2 \times \sigma_I^2$  = riesgo sistemático

$\sigma_{Uk}^2$  = riesgo no sistemático, varianza del error o perturbación aleatoria

$\sigma_I^2$  = riesgo del mercado medido por la varianza del índice

$\sigma_k^2$  = riesgo total del título k medido por su varianza

$\beta_k$  = coeficiente de volatilidad del título k sobre el mercado

### 8.3. Línea característica de una cartera

$$R_{ct} = \alpha_c + \beta_c \times R_{Mt} + U_{ct}$$

Donde:

$\alpha_c$  = parte de la rentabilidad de la cartera independiente de la rentabilidad del mercado

$\beta_c$  = coeficiente de volatilidad de la cartera sobre el mercado

$R_{Mt}$  = rendimiento de la cartera del mercado en el que cotiza el título i

$U_{ct}$  = error o perturbación aleatoria

#### 8.3.1. El coeficiente Beta de una cartera

$$\beta_c = x_{1p}\beta_1 + x_{2p}\beta_2 + \dots + x_{np}\beta_n$$

Donde:

$x_{ip}$  = parte o proporción presupuestaria que destinamos a comprar el título i

$\beta_i$  = coeficiente de volatilidad del título i

#### 8.3.2. El coeficiente Alfa de una cartera

$$\alpha_c = x_{1p}\alpha_1 + x_{2p}\alpha_2 + \dots + x_{np}\alpha_n$$

Donde:

$x_{ip}$  = parte o proporción presupuestaria que destinamos a comprar el título i

$\alpha_i$  = rentabilidad del título i independiente de la rentabilidad del mercado

#### 8.3.3. Rentabilidad esperada de una cartera a partir de su línea característica

$$E_{ct} = \alpha_c + \beta_c \times E_{Mt} + U_{ct}$$

Donde:

$\alpha_c$  = parte de la rentabilidad de la cartera independiente de la rentabilidad del mercado

$\beta_c$  = coeficiente de volatilidad de la cartera sobre el mercado

$E_{Mt}$  = rendimiento esperado del mercado en el período t

$U_{ct}$  = error o perturbación aleatoria

## 8.4. Riesgo sistemático y no sistemático de una cartera

$$\text{Riesgo Total}_C = \text{Riesgo Sistemático}_C + \text{Riesgo no Sistemático}_C$$

$$\sigma_C^2 = \beta_C^2 \times \sigma_I^2 + \sigma_{UC}^2$$

$$\sigma_{UC}^2 = x_{1p}^2 \times \sigma_{U1}^2 + x_{2p}^2 \times \sigma_{U2}^2 + \dots + x_{np}^2 \times \sigma_{Un}^2$$

Donde:

$\beta_C^2 \times \sigma_I^2$  = riesgo sistemático de la cartera o no diversificable

$\sigma_{UC}^2$  = riesgo no sistemático, varianza del error o perturbación aleatoria

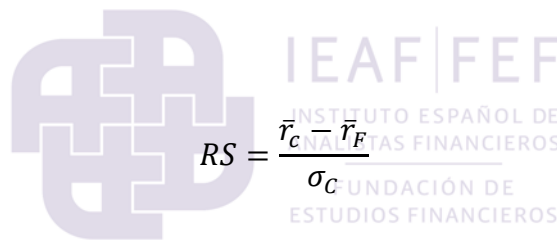
$\sigma_I^2$  = riesgo del mercado medido por la varianza del índice

$\sigma_C^2$  = riesgo de la cartera medido por su varianza

$\beta_k$  = coeficiente de volatilidad del título k sobre el mercado

## 9. MEDIDAS DE RENTABILIDAD AJUSTADA AL RIESGO

### 9.1.1. Ratio de Sharpe


$$RS = \frac{\bar{r}_C - \bar{r}_F}{\sigma_C}$$

Donde:

$\bar{r}_C$  = Rentabilidad anualizada de la cartera

$\bar{r}_F$  = Rentabilidad anualizada de la Renta Fija

$\sigma_C$  = volatilidad de la cartera

### 9.1.2. Ratio de Treynor

$$RT = \frac{\bar{r}_C - \bar{r}_F}{\beta}$$

Donde:

$\bar{r}_C$  = Rentabilidad anualizada de la cartera

$\bar{r}_F$  = Rentabilidad anualizada de la Renta Fija

$\beta$  = Riesgo de la cartera

### 9.1.3. Tracking Error

$$TE = STD(dif(R_C - R_B)) /$$
$$TE = \sqrt{\sigma_C^2 - \beta^2 \times \sigma_M^2}$$

Donde:

STD = desviación típica

$R_B$  = rendimiento del benchmark

$\sigma_C^2$  = Varianza de la cartera

$\beta$  = Riesgo sistemático

$\sigma_M^2$  = Varianza del mercado

### 9.1.4. Value at Risk

$$Z = \frac{X - E(R_C)}{\sigma(R_C)}$$

Donde:

Z = valor a consultar en la tabla de la normal que nos dará la cantidad de probabilidad

X = valor de la rentabilidad sobre la que deseamos calcular

