TEORÍA DE PORTFOLIO

Universidad de
SanAndrés

TEMAS

- Ejemplos: Retorno y riesgo de activos individuales
- Ejemplos: Retorno esperado de activos individuales. Formulas propias y formulas de excel
- Ejemplos: Retorno y riesgo de carteras. Formulas tradicionales y portfolio sintético
- Importancia de la covarianza, coef. de correlación, y betas
- Combinación de dos activos riesgosos
- Combinación un activo libre de riesgo y un activo riesgoso
- Criterio de media varianza
- Matriz de Varianzas y Covarianzas
- Diversificación

Varianza de una cartera de 2 activos

$$VAR(R_C) = \sigma_C^2 = E\{\omega_1 R_1 + \omega_2 R_2 - [\omega_1 E(R_1) + \omega_2 E(R_2)]\}^2$$

$$VAR(R_C) = \sigma_C^2 = E\{\omega_1[R_1 - E(R_1)] + \omega_2[R_2 - E(R_2)]\}^2$$

$$= E\{{\omega_1}^2[R_1 - E(R_1)]^2 + 2\omega_1\omega_2[R_1 - E(R_1)][R_2 - E(R_2)] + {\omega_2}^2[R_2 - E(R_2)]^2\}$$

$$= {\omega_1}^2\sigma_1^2 + {\omega_2}^2\sigma_2^2 + 2\omega_1\omega_2 \underbrace{E[R_1 - E(R_1)][R_2 - E(R_2)]}_{\sigma_{12}}$$

Retorno esperado, varianzas covarianzas de Activos Individuales - Fórmulas propias

Retorno esperado, varianzas covarianzas de Activos Individuales - Fórmulas propias

$E(R_i) =$	5,84%	$\sigma_i =$	16,435%
$E(R_j) =$	4,37%	$\sigma_j =$	14,643%
		$\sigma_{ij} =$	0,0087
		$\rho_{ij} =$	0,3605

Updated at 05:59:56

Activos:

APBR.BA

LED.BA

Timestamp	Trade Close	Trade Close	R_i	R_j	$(R_i - E(R_i))^2$	$(R_j - E(R_j))^2$	$(R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j))$
30/9/2015	29,25	6,51					
31/10/2015	33,30	9,49	14%	46%	0,01	0,17	0,03
30/11/2015	35,35	12,10	6%	27%	0,00	0,05	0,00
31/12/2015	29,80	12,55	-16%	4%	0,05	0,00	0,00
31/1/2016	24,35	10,91	-18%	-13%	0,06	0,03	0,04
29/2/2016	29,15	13,29	20%	22%	0,02	0,03	0,02

Retorno esperado, varianzas covarianzas de Activos Individuales - Fórmulas excel

Retorno esperado, varianzas covarianzas de Activos Individuales - Fórmulas propias

$E(R_i) =$	30,31%	$\sigma_i =$	57,097%
$E(R_j) =$	30,80%	$\sigma_j =$	86,525%
		$\sigma_{ij} =$	0,1141
		$\rho_{ij} =$	0,2310

Updated at 08:32:42
Activos:
YPFD.BA
LEDE.BA

Timestamp	Trade Close	Trade Close	R_i	R_j	$(R_i - E(R_i))^2$	$(R_j - E(R_j))^2$	$(R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j))$
31/12/1995	6,42	0,28					
31/12/1996	7,82	0,28	22%	1%	0,01	0,09	0,03
31/12/1997	10,74	0,25	37%	-14%	0,00	0,20	-0,03
31/12/1998	9,18	0,16	-14%	-35%	0,20	0,44	0,30
31/12/1999	12,29	0,18	34%	15%	0,00	0,02	-0,01
31/12/2000	10,16	0,17	-17%	-7%	0,23	0,15	0,18
31/12/2001	9,96	0,22	-2%	30%	0,10	0,00	0,00
31/12/2002	20,53	1,12	106%	405%	0,57	14,04	2,84
31/12/2003	57,82	1,27	182%	14%	2,29	0,03	-0,25
31/12/2004	71,62	1,24	24%	-2%	0,00	0,11	0,02

Retorno esperado, varianzas covarianzas de portfolios - Fórmulas excel

Retorno esperado, varianzas covarianzas de portfolios - Fórmulas excel

Updated at 08:32:43

YPFD.BA
LEDE.BA

$E(R_i) =$	30,31%	$\sigma_i =$	57,097%
$E(R_j) =$	30,80%	$\sigma_j =$	86,525%
		$\sigma_{ij} =$	0,1141
		$\rho_{ij} =$	0,2310

Portfolio: 50% YPFD.BA
50% LEDE.BA

$E(R_c) =$	30,55%
$\sigma_c =$	57,073%

Timestamp	Trade Close	Trade Close	R_i	R_j	$(R_i - E(R_i))^2$	$(R_j - E(R_j))^2$	$(R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j))$
31/12/1995	6,42	0,28					
31/12/1996	7,82	0,28	22%	1%	0,01	0,09	0,03
31/12/1997	10,74	0,25	37%	-14%	0,00	0,20	-0,03
31/12/1998	9,18	0,16	-14%	-35%	0,20	0,44	0,30
31/12/1999	12,29	0,18	34%	15%	0,00	0,02	-0,01
31/12/2000	10,16	0,17	-17%	-7%	0,23	0,15	0,18
31/12/2001	9,96	0,22	-2%	30%	0,10	0,00	0,00
31/12/2002	20,53	1,12	106%	405%	0,57	14,04	2,84
31/12/2003	57,82	1,27	182%	14%	2,29	0,03	-0,25
31/12/2004	71,62	1,24	24%	-2%	0,00	0,11	0,02
31/12/2005	95,70	1,33	34%	7%	0,00	0,06	-0,01
31/12/2006	86,19	1,42	-10%	7%	0,16	0,06	0,09

Retorno esperado, varianzas covarianzas de portfolios en portfolio sintético - Fórmulas excel

Retorno esperado, varianzas covarianzas de portfolios en portfolio sintético - Fórmulas excel

Portfolio: 50% YPFD.BA
50% LEDE.BA

$E(R_c) =$ 30,55% $\sigma_c =$ 57,073%

Updated at 08:32:44

	Timestamp	Trade Close	Trade Close	R_i	R_j	R_c	$(R_c - E(R_c))^2$
YPFD.BA							
LEDE.BA	31/12/1995	6,42	0,28				
	31/12/1996	7,82	0,28	22%	1%	11%	0,04
	31/12/1997	10,74	0,25	37%	-14%	12%	0,03
	31/12/1998	9,18	0,16	-14%	-35%	-25%	0,31
	31/12/1999	12,29	0,18	34%	15%	25%	0,00
	31/12/2000	10,16	0,17	-17%	-7%	-12%	0,18
	31/12/2001	9,96	0,22	-2%	30%	14%	0,03
	31/12/2002	20,53	1,12	106%	405%	256%	5,07
	31/12/2003	57,82	1,27	182%	14%	98%	0,45
	31/12/2004	71,62	1,24	24%	-2%	11%	0,04
	31/12/2005	95,70	1,33	34%	7%	20%	0,01
	31/12/2006	86,19	1,42	-10%	7%	-1%	0,10

Retorno esperado, varianzas covarianzas de portfolios en portfolio de tres activos

Retorno esperado, varianzas covarianzas de portfolios en portfolio de tres activos

Activos Individuales

$E(R_i) =$	30,31%	$\sigma_{ii} =$	57,097%	$\sigma_{ij} =$	11,414%
$E(R_j) =$	30,80%	$\sigma_{jj} =$	86,525%	$\sigma_{ih} =$	10,903%
$E(R_h) =$	27,97%	$\sigma_{hh} =$	59,781%	$\sigma_{jh} =$	8,906%
				$\rho_{ij} =$	23,105%
				$\rho_{ih} =$	31,942%
				$\rho_{jh} =$	17,219%

Portfolio:

30,0%	YPFD.BA
30,0%	LEDE.BA
40,0%	BBAR.BA

$E(R_c) =$	29,52%
$\sigma_c =$	47,116%

Verificación en Portfolio Sintético:

$E(R_c) =$	29,52%
$\sigma_c =$	47,116%

Timestamp	Trade Close	Trade Close	Trade Close	R_i	R_j	R_h	R_c	$(R_c - E(R_c))^2$
31/12/1995	6,42	0,28	3,69					
31/12/1996	7,82	0,28	4,59	22%	1%	24%	0,16	0,02
31/12/1997	10,74	0,25	4,65	37%	-14%	1%	0,08	0,05
31/12/1998	9,18	0,16	3,65	-14%	-35%	-22%	-0,24	0,28
31/12/1999	12,29	0,18	4,13	34%	15%	13%	0,20	0,01
31/12/2000	10,16	0,17	3,70	-17%	-7%	-11%	-0,12	0,17
31/12/2001	9,96	0,22	1,66	-2%	30%	-55%	-0,14	0,19
31/12/2002	20,53	1,12	2,13	106%	405%	29%	1,65	1,84
31/12/2003	57,82	1,27	4,77	182%	14%	124%	1,08	0,62
31/12/2004	71,62	1,24	4,32	24%	-2%	-9%	0,03	0,07
31/12/2005	95,70	1,33	4,48	34%	7%	4%	0,14	0,03
31/12/2006	86,19	1,42	5,94	-10%	7%	33%	0,12	0,03

Criterio de Media Varianza

Si el inversor es racional presuponemos que prefiere mas rendimiento esperado a menos, es decir que a igual riesgo prefiere la inversión de mayor rendimiento esperado, y a igual rendimiento esperado prefiere la de menor riesgo. En conclusión el Criterio de la Media Varianza (CMV) establece que una alternativa A domina a otra B sí y sólo sí

$$E(r_A) \geq E(r_B) \text{ y } \sigma^2(r_A) < \sigma^2(r_B)$$

o

$$E(r_A) > E(r_B) \text{ y } \sigma^2(r_A) \leq \sigma^2(r_B)$$

Ejemplo

		Año normal para Azucar		Año anormal para Azucar		
		Mercado Bursátil alcista	Mercado Bursátil Bajista	Crisis de Azucar	Retorno Esperado	Desvío Estandar
	Probabilidad	0,5	0,3	0,2		
Best	**Rentabilidad**	25%	10%	-25%	10,50%	18,90%
T Bills	**Rentabilidad**	5%	5%	5%	5,00%	0,00%
0,5 Best+0,5 Tbills	**Rentabilidad**	15%	8%	-10%	7,75%	9,45%
Sugar	**Rentabilidad**	1%	-5%	35%	6,00%	14,73%
0,5 Best+0,5 Sugar	**Rentabilidad**	13%	3%	5%	8,25%	4,83%

$$E\left(r_{Best+sugar}\right) \geq E\left(r_{sugar}\right) \text{ y } \sigma^2\left(r_{Best+sugar}\right) < \sigma^2\left(r_{sugar}\right)$$

Combinación de dos activos riesgosos

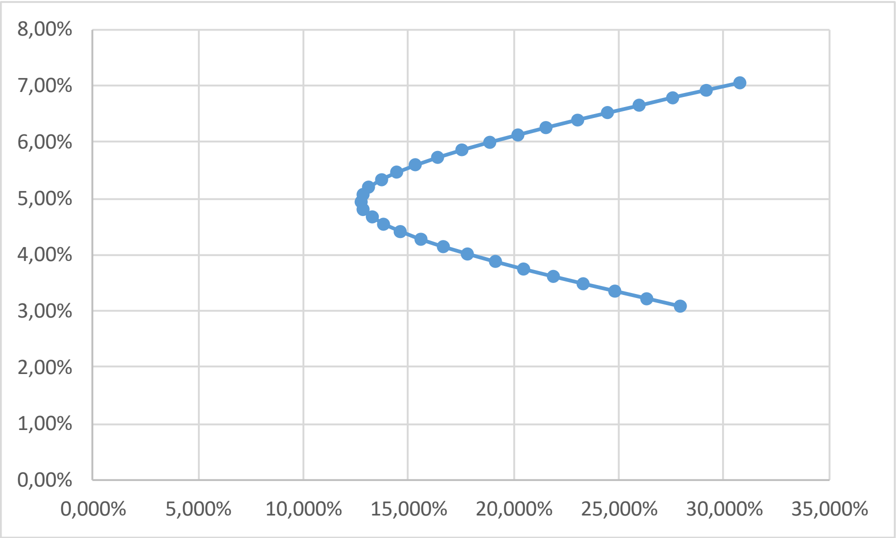
Combinación de dos activos riesgosos

$E(R_i) =$	5,73%	$\sigma_i =$	0,1642
$E(R_j) =$	4,42%	$\sigma_j =$	0,1464
		$\sigma_{ij} =$	0,0087
		$\rho_{ij} =$	0,3624

Portfolio: 50% APBR.BA
50% LED.BA

$E(R_c) =$ 5,08%
$\sigma_c =$ 12,825%

x_i	$1 - x_i$	$E(R_c) =$	$\sigma_c =$
-1,00	2,00	3,10%	27,897%
-0,90	1,90	3,23%	26,344%
-0,80	1,80	3,37%	24,818%
-0,70	1,70	3,50%	23,325%
-0,60	1,60	3,63%	21,872%
-0,50	1,50	3,76%	20,466%
-0,40	1,40	3,89%	19,120%
-0,30	1,30	4,02%	17,845%
-0,20	1,20	4,15%	16,659%
-0,10	1,10	4,29%	15,582%

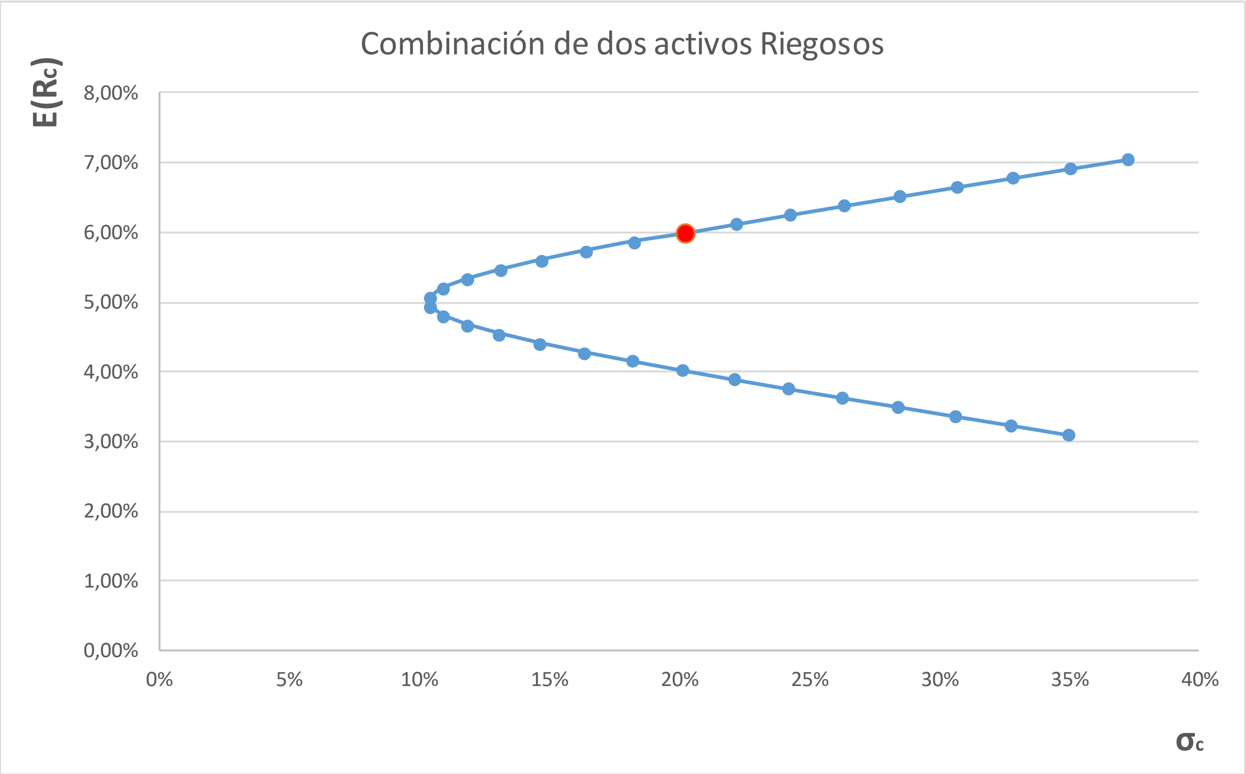


Riesgo / Retorno

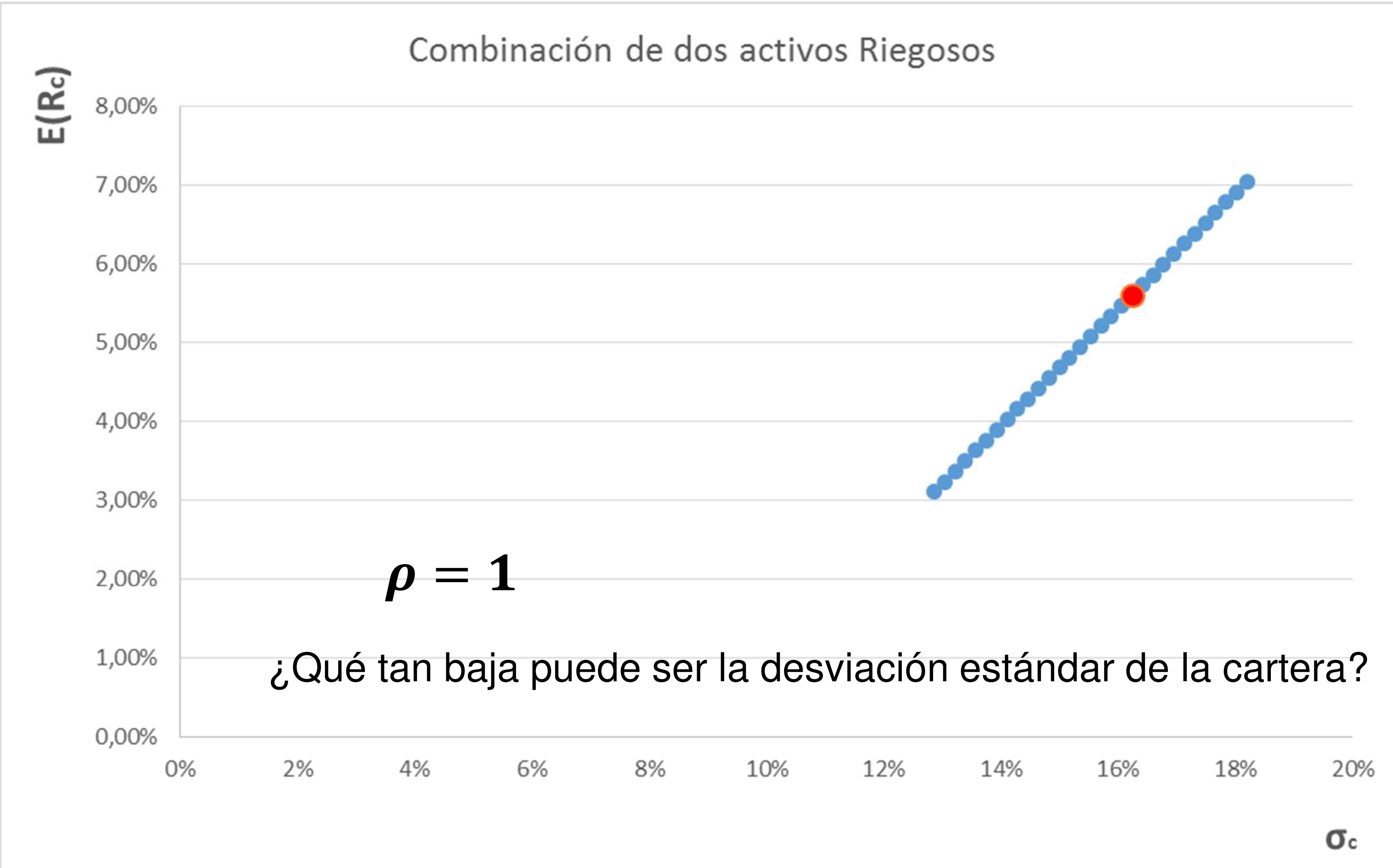
	Retorno Esperado	Riesgo
Activos	$E(r_i) = \sum_{s} \Pr(s)\, r_i\,(s)$	$\sigma_i^2 = \sum_{s} \Pr(s)[r_i(s) - E(r_i)]^2$
Portfolios	$E(r_c) = \sum_{n=1}^{N} \omega_i\, E(r_i)$	$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^{N} \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} \omega_i \omega_j \sigma_{ij}$ Si dos activos, $\sigma_c^2 = \omega_i^2 \sigma_i^2 + \omega_j^2 \sigma_j^2 + 2\omega_i \omega_j \sigma_{ij}$

Asignación de capital entre activos riesgosos

x_i	$1 - x_i$	$E(R_c) =$	$\sigma_c =$
-1,00	2,00	3,10%	34,967%
-0,90	1,90	3,23%	32,772%
-0,80	1,80	3,37%	30,593%
-0,70	1,70	3,50%	28,434%
-0,60	1,60	3,63%	26,300%
-0,50	1,50	3,76%	24,198%
-0,40	1,40	3,89%	22,136%
-0,30	1,30	4,02%	20,128%
-0,20	1,20	4,15%	18,190%
-0,10	1,10	4,29%	16,348%
0,00	1,00	4,42%	14,638%
0,10	0,90	4,55%	13,112%
0,20	0,80	4,68%	11,842%
0,30	0,70	4,81%	10,916%
0,40	0,60	4,94%	10,427%
0,50	0,50	5,08%	10,436%
0,60	0,40	5,21%	10,943%
0,70	0,30	5,34%	11,884%
0,80	0,20	5,47%	13,166%
0,90	0,10	5,60%	14,700%
1,00	0,00	5,73%	16,415%



CASO 1: correlacion perfecta y positiva



$$\rho = 1$$

¿Qué tan baja puede ser la desviación estándar de la cartera?

Asignación de capital entre activos riesgosos

Correlación perfecta y positiva de rendimientos

$Si\ \rho_{12} = 1\ entonces,$

$$\sigma_c^2 = \omega_1^2\sigma_1^2 + \omega_2^2\sigma_2^2 + 2\omega_1\omega_2\sigma_1\sigma_2$$

$Recordar\ que\ \rho_{12} = \dfrac{\sigma_{12}}{\sigma_1\sigma_2}$

$$\sigma_c = \{(\omega_1\sigma_1 + \omega_2\sigma_2)^2\}^{1/2}$$

$$\sigma_c = \omega_1\sigma_1 + \omega_2\sigma_2$$

Por tanto, el rendimiento esperado como la desviación estándar son combinaciones lineales de los rendimientos y las volatilidades de los componentes de la cartera.

Asignación de capital entre activos riesgosos

Correlación perfecta y positiva de rendimientos

Ejemplo: Supongamos los siguientes retornos esperado y volatilidades

Activos	Rendimiento Esperado	Volatilidad
1	16%	10%
2	10%	4%

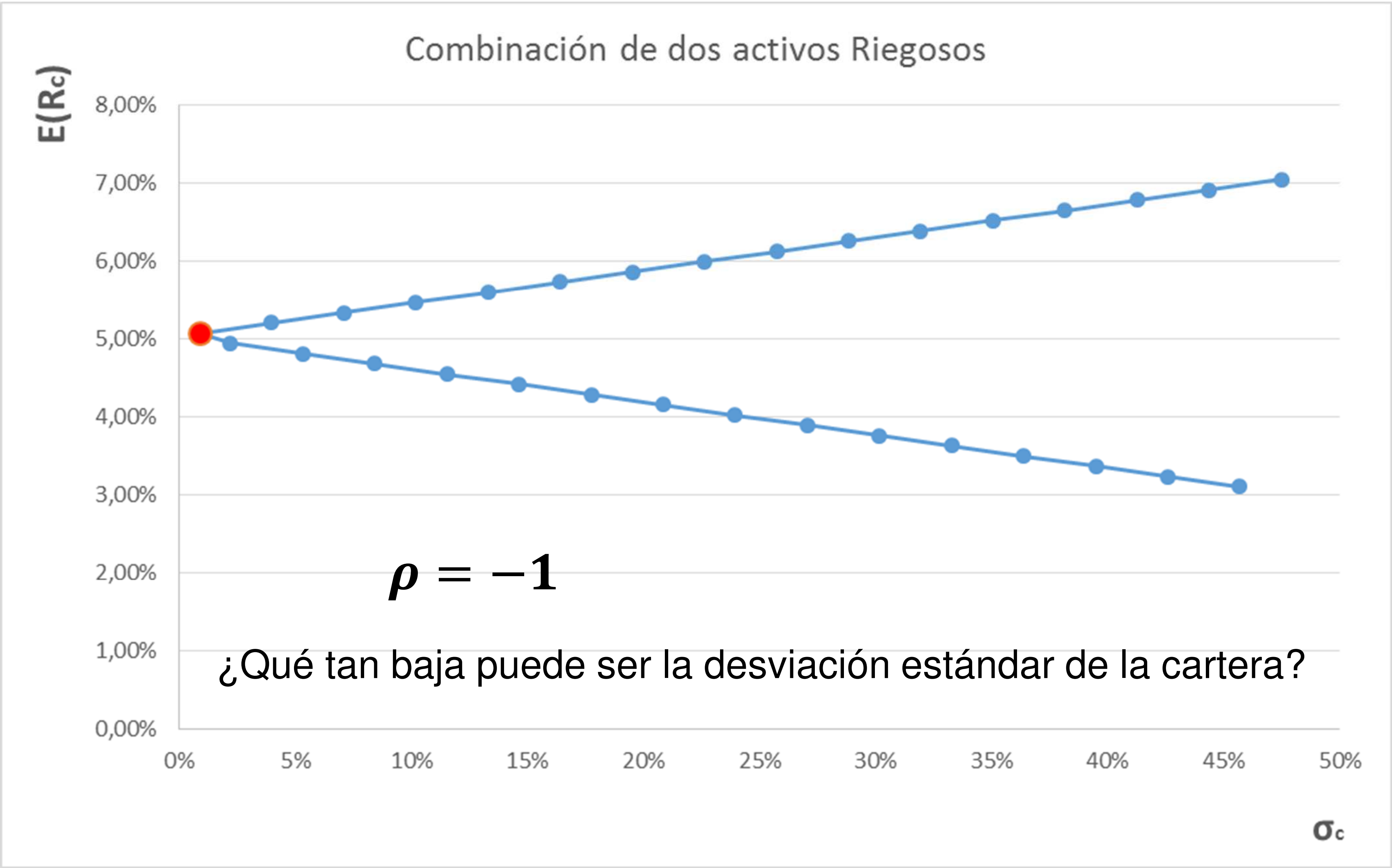
Ecuacion en función de σ_c:

$$E(R_c) = \omega_1(0{,}16) + (1-\omega_1)(0{,}10) = 0{,}10 + (0{,}06)\omega_1$$

$$\sigma_c = \omega_1(0{,}1) + (1-\omega_1)(0{,}04) \Longrightarrow \omega_1 = \left(\frac{\sigma_c}{0{,}06} - \frac{0{,}04}{0{,}06}\right)$$

$$E(R_c) = 10 + (0{,}06)\omega_1 = 10 + (0{,}06)\left(\frac{\sigma_c}{0{,}06} - \frac{0{,}04}{0{,}06}\right)$$

Asignación de capital entre activos riesgosos



CASO 2: correlación perfecta y negativa

$Si\ \rho_{12} = -1\ entonces,$

$$\sigma_C = [\omega_1^2\sigma_1^2 + \omega_2^2\sigma_2^2 - 2\omega_1(1+\omega_1)\sigma_1\sigma_2]^{1/2}$$

$$\sigma_C = [(\omega_1\sigma_1 - (1-\omega_1)\sigma_2)^2]^{1/2}$$

o

$$\sigma_C = [(-\omega_1\sigma_1 + (1-\omega_1)\sigma_2)^2]^{1/2}$$

$$\sigma_C = \omega_1\sigma_1 - (1-\omega_1)\sigma_2$$

o

$$\sigma_C = -\omega_1\sigma_1 + (1-\omega_1)\sigma_2$$

El desvío debe ser mayor o igual a 0…..

CASO 2: correlación perfecta y negativa

Para que $\sigma_c \geq 0$,

$$\sigma_C = \omega_1\sigma_1 - (1-\omega_1)\sigma_2 = \omega_1(\sigma_1+\sigma_2) - \sigma_2 \geq 0$$

$$\sigma_C = \omega_1\sigma_1 - (1-\omega_1)\sigma_2 \qquad \text{si} \qquad \omega_1 \geq \frac{\sigma_2}{\sigma_2+\sigma_2}$$

Para que $\sigma_c \geq 0$,

$$\sigma_C = \omega_1\sigma_1 - (1-\omega_1)\sigma_2 = \omega_1(\sigma_1+\sigma_2) - \sigma_2 \geq 0$$

$$\sigma_C = -\omega_1\sigma_1 + (1-\omega_1)\sigma_2 \qquad \text{si} \qquad \omega_1 < \frac{\sigma_2}{\sigma_2+\sigma_2}$$

Asignación de capital entre activos riesgosos

Correlación perfecta y negativa de rendimientos

Ejemplo: Supongamos los siguientes retornos esperado y volatilidades

Activos	Rendimiento Esperado	Volatilidad
1	16%	10%
2	10%	4%

Ecuacion en función de σ_c:

$$E(R_c) = \omega_1(0{,}16) + (1-\omega_1)(0{,}10) = 0{,}10 + (0{,}06)\omega_1$$

$$\sigma_c = \omega_1(0{,}1) - (1-\omega_1)(0{,}04) \quad \Longrightarrow \quad \omega_1 = \left(\frac{\sigma_c + 0{,}04}{0{,}14}\right)$$

$$\sigma_c = -\omega_1(0{,}1) + (1-\omega_1)(0{,}04) \quad \Longrightarrow \quad \omega_1 = \left(\frac{0{,}04 - \sigma_c}{0{,}14}\right)$$

Asignación de capital entre activos riesgosos

Correlación perfecta y negativa de rendimientos

Ecuacion en función de σ_c:

$$E(R_c) = \omega_1(0{,}16) + (1 - \omega_1)(0{,}10) = 0{,}10 + (0{,}06)\omega_1$$

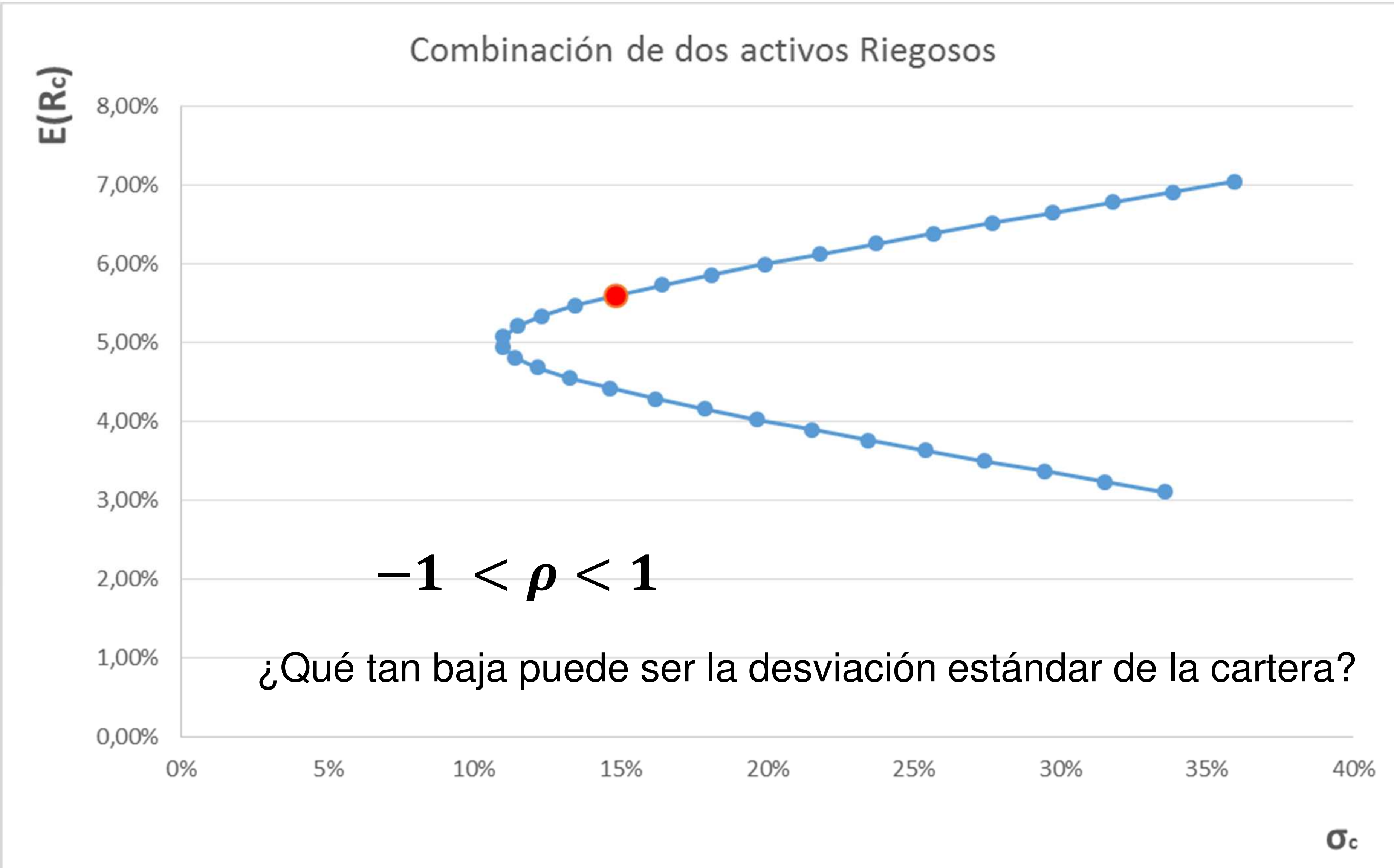
$$\sigma_c = \omega_1(0{,}1) - (1 - \omega_1)(0{,}04) \Longrightarrow \omega_1 = \left(\frac{\sigma_c + 0{,}04}{0{,}14}\right)$$

$$\sigma_c = -\omega_1(0{,}1) + (1 - \omega_1)(0{,}04) \Longrightarrow \omega_1 = \left(\frac{0{,}04 - \sigma_c}{0{,}14}\right)$$

$$E(R_c) = 10 + (0{,}06)\omega_1 = 10 + (0{,}06)\left(\frac{\sigma_c + 0{,}04}{0{,}14}\right) = 0{,}1171 + (\frac{3}{7})\sigma_c$$

$$E(R_c) = 10 + (0{,}06)\omega_1 = 10 + (0{,}06)\left(\frac{0{,}04 - \sigma_c}{0{,}14}\right) = 0{,}1171 - (\frac{3}{7})\sigma_c$$

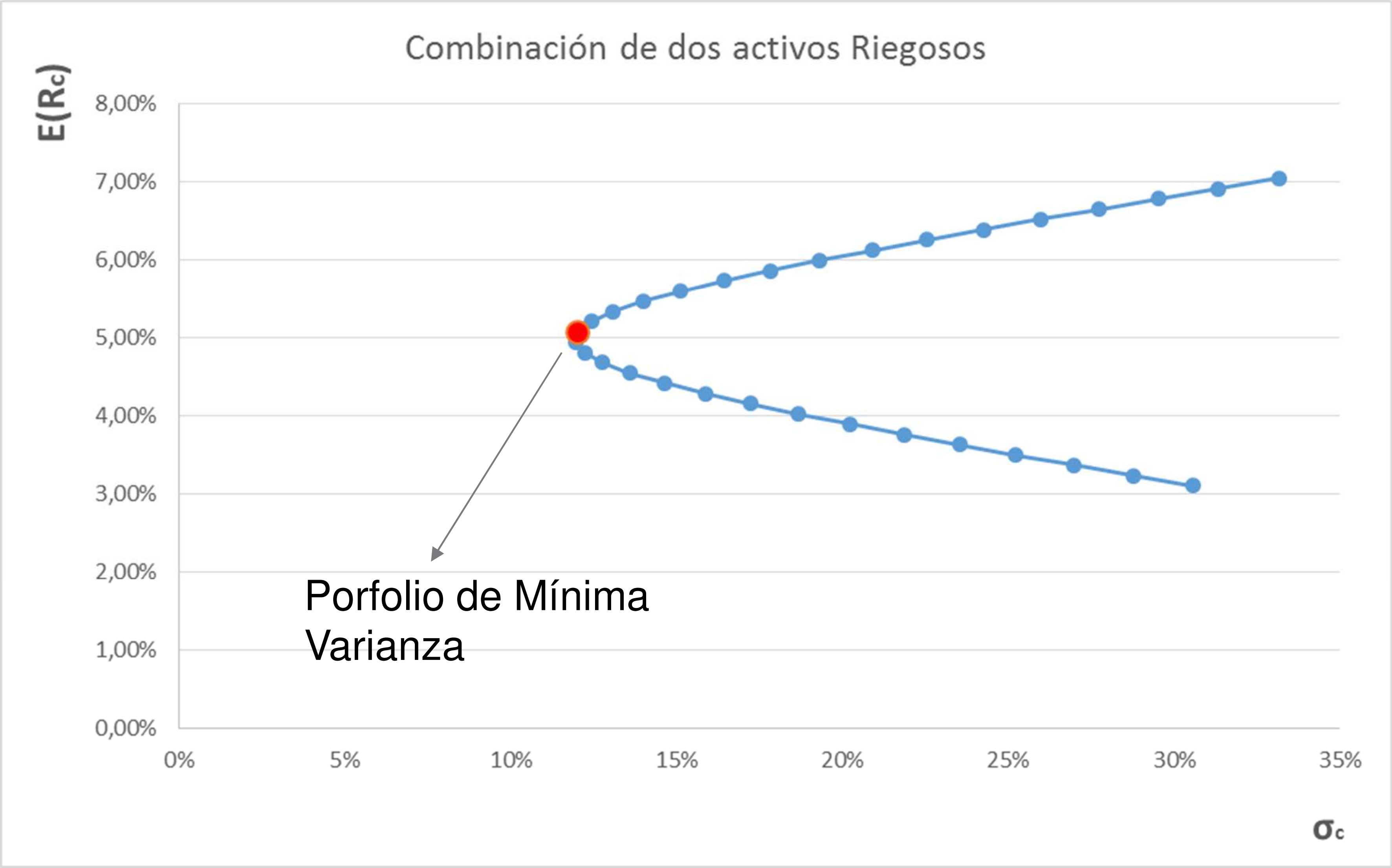
Asignación de capital entre activos riesgosos



$$-1 < \rho < 1$$

¿Qué tan baja puede ser la desviación estándar de la cartera?

Portfolio de Mínima Varianza



Portfolio de Mínima Varianza

$$\underset{\{\omega_i\}}{Minimizar}\ \sigma_c^2 = \omega_i^2\sigma_i^2 + (1-\omega_i)^2\sigma_j^2 + 2\omega_i(1-\omega_i)\sigma_{ij}$$

$$\frac{\partial\sigma_c^2}{\partial\omega_i} = 2\omega_i\sigma_i^2 - 2(1-\omega_i)\sigma_j^2 + 2\sigma_{ij} - 4\omega_i\sigma_{ij} = 0$$

Solución

$$\begin{cases} \omega_i = \dfrac{\sigma_j^2 - \sigma_{ij}}{\sigma_j^2 + \sigma_i^2 - 4\sigma_{ij}} \\[2ex] \omega_j = 1 - \omega_i = 1 - \dfrac{\sigma_j^2 - \sigma_{ij}}{\sigma_j^2 + \sigma_i^2 - 4\sigma_{ij}} \end{cases}$$

Matriz de Varianzas y Covarianzas

$$VarCov = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1n} & \sigma_{2n} & \cdots & \sigma_n^2 \end{pmatrix}$$

Varianza de un portafolio de N instrumentos

- **Varianza del Portafolio:** $$\sum_{i=1}^{N} \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} \omega_i \omega_j \sigma_{ij}$$

- Supongamos que el peso de cada instrumento es igual a 1/N
- En la varianza del portafolio, existen N varianzas ponderadas por 1/N y N^2-N covarianzas. Podemos decir entonces que la varianza del portafolio es:

$$\text{Varianza} = \text{N}\left(\frac{1}{\text{N}}\right)^2 (\text{varianza promedio}) + (\text{N}^2 - \text{N})\left(\frac{1}{\text{N}}\right)^2 (\text{covarianza promedio})$$

$$\text{Varianza} = \frac{1}{\text{N}}(\text{varianza promedio}) + \left(1 - \frac{1}{\text{N}}\right)(\text{covarianza promedio})$$

- Si N es muy grande, la varianza del portafolio tiende a la covarianza promedio de los instrumentos.

Caso 1: Rendimientos independientes

$$\sigma_c^2 = \sum_{j=1}^{N} \omega_j^2 \sigma_j^2$$

Suponiendo: $\omega_j = {}^{1}\!/_{N}$

$$\sigma_c^2 = \sum_{j=1}^{N} \left({}^{1}\!/_{N}\right)_j^2 \sigma_j^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \frac{\sigma_j^2}{N} = \frac{1}{N} \bar{\sigma}_j^2$$

Caso 2: Rendimientos no independientes

$$\sigma_c^2 = \sum_{j=1}^{N} \left({}^{1}/_{N}\right)_j^2 \sigma_j^2 + \sum_{j=1}^{N} \sum_{\substack{h=1 \\ h\ no\ j}}^{N} \left({}^{1}/_{N}\right)\left({}^{1}/_{N}\right)\sigma_{jh}$$

$$\left(\frac{1}{N}\right)\left(\frac{1}{N}\right) = \frac{(N-1)}{N}\frac{1}{N(N-1)}$$

$$\sigma_c^2 = \frac{1}{N}\bar{\sigma}_j^2 + \frac{(N-1)}{N}\sum_{j=1}^{N} \sum_{\substack{h=1 \\ h\ no\ j}}^{N} \frac{\sigma_{jh}}{N(N-1)}$$

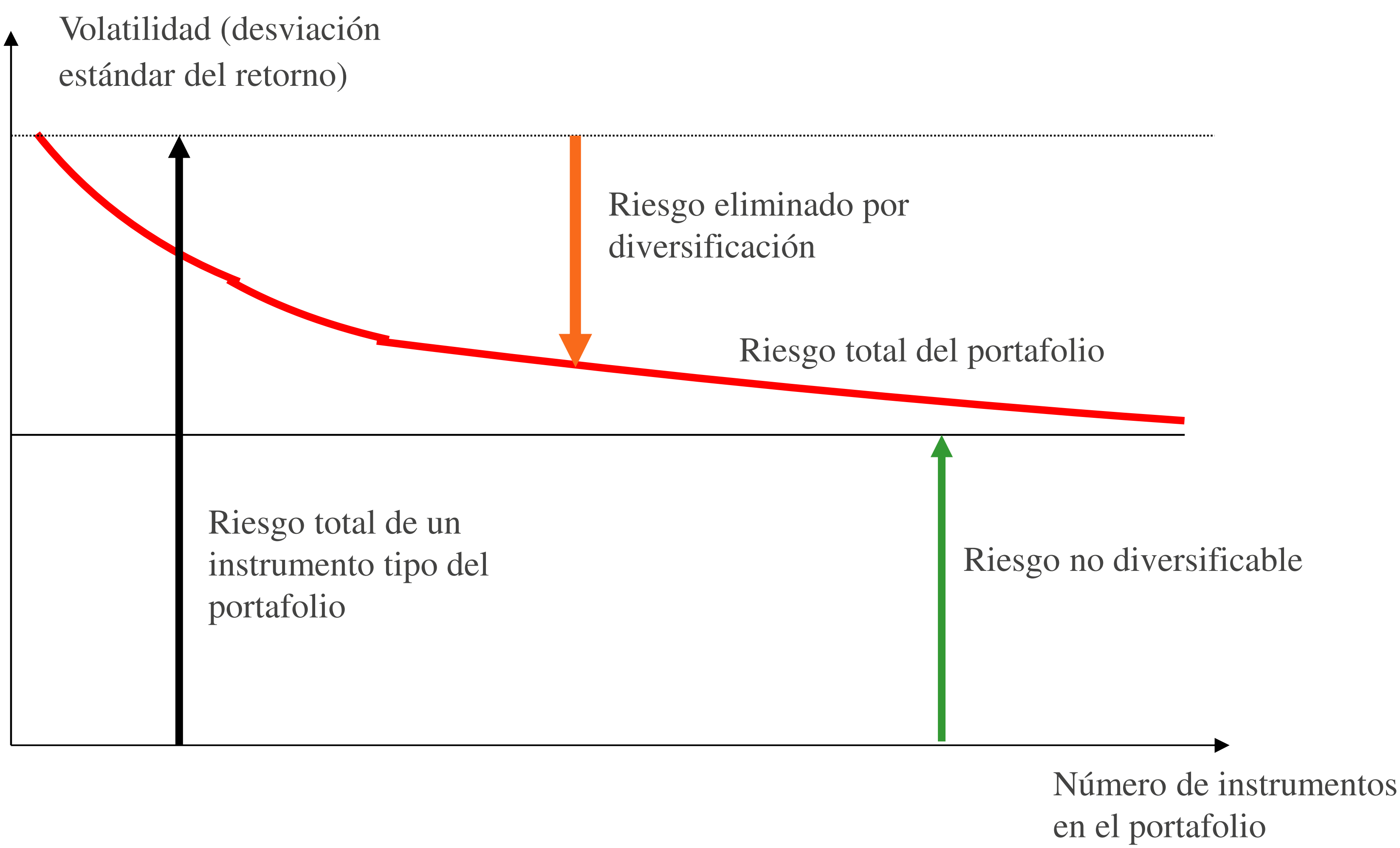
Sabemos que:

$$\bar{\sigma}_{jh}^2 = \sum_{j=1}^{N} \sum_{\substack{h=1 \\ h\ no\ j}}^{N} \frac{\sigma_{jh}}{N(N-1)}$$

Entonces,

$$\sigma_c^2 = \frac{1}{N}\bar{\sigma}_j^2 + \frac{(N-1)}{N}\bar{\sigma}_{jh}^2$$

La varianza del portafolio descenderá hasta un nivel donde no será posible reducir más su varianza.



Portfolios eficientes

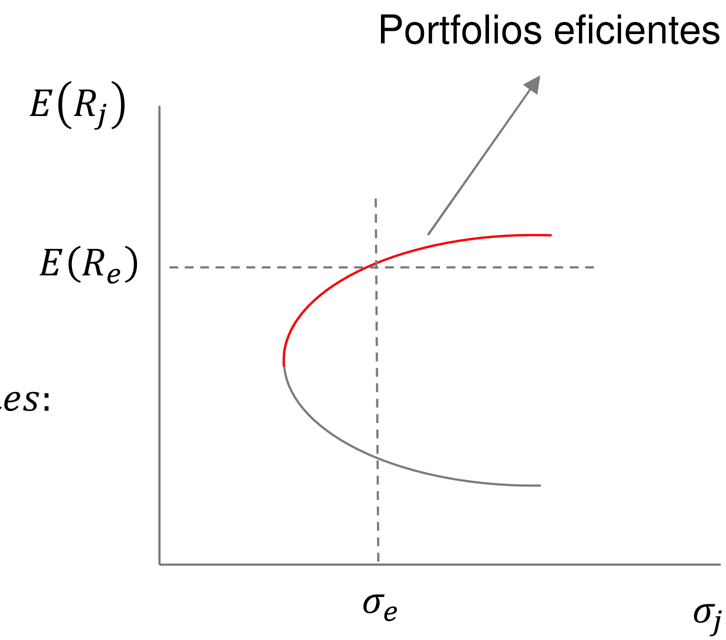
$$Minimizar\ \sigma_c^2$$

$$\{\omega_j; j = 1,2,3, \dots, N\}$$

$$Sujeto\ a\ las\ siguientes\ restricciones:$$

$$\sum_{j=1}^{N} \omega_j E(R_j) = E(R_e)$$

$$\sum_{j=1}^{N} \omega_j = 1$$



Asignación de capital entre un activo riesgoso y uno libre de riesgo

Supongamos que hacemos un portfolio con dos activos, un riesgoso p u uno libre de riesgo f

$$E(R_c) = \omega_p E(R_p) + \omega_f E(R_f)$$

Como R_f es risk free,

$$E(R_c) = \omega_p E(R_p) + \omega_f R_f$$

$$\sigma_C^2 = \omega_p^2 \sigma_p^2 + \omega_f^2 \sigma_f^2 + 2\omega_p \omega_f \sigma_{pf}$$

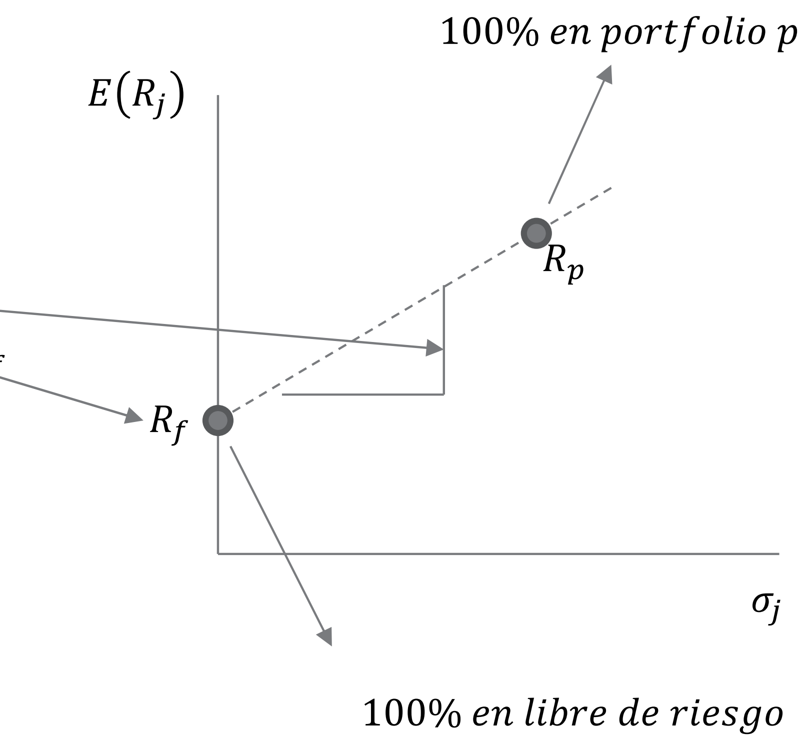
Como R_f es risk free,

$$\sigma_C = \omega_p \sigma_p \Rightarrow \omega_p = \frac{\sigma_C}{\sigma_p}$$

$$E(R_c) = \sigma_C \underbrace{\left[\frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p}\right]}_{\text{Pendiente}} + \underbrace{R_f}_{\text{Ordenada al origen}}$$

Asignación de capital entre un activo riesgoso y uno libre de riesgo

$$E(R_c) = \sigma_C \left[\frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p} \right] + R_f$$

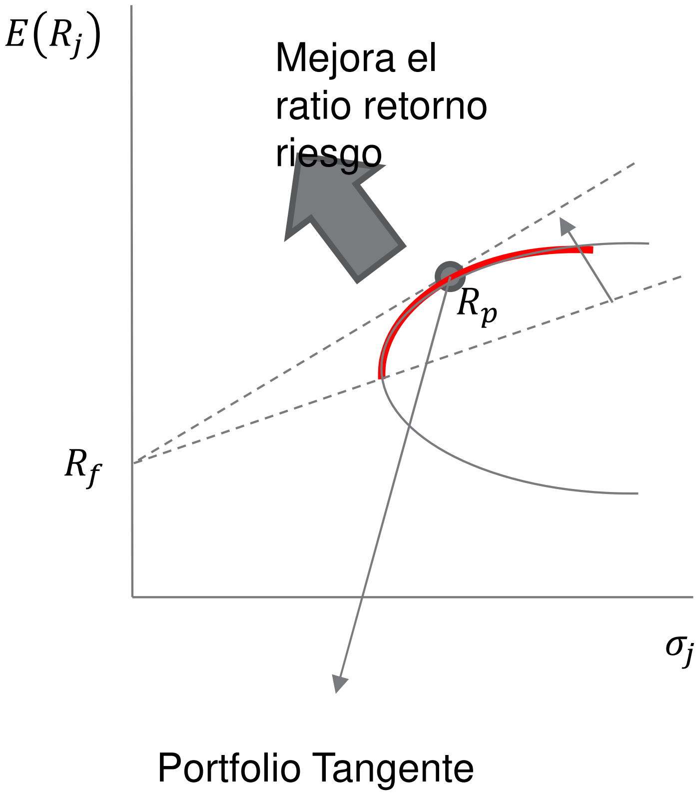


Portfolio Tangente

$$Max\ S_p = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p}$$

$Sujeto\ a\ las\ siguientes\ restricciones$:

$$\sum_{j=1}^{N} \omega_j = 1$$



- Muchas Gracias!!