

Evaluación de Proyectos [CI4152-1]

Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Simulación y Ajustes a la Tasa de Descuento

Semestre de Otoño 2024.

Profesor de Cátedra: Diego Gutiérrez Alegría.

Repaso Clase Anterior

- Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre
- Caso CVV – Contratos de Obras Públicas
- Análisis de Sensibilidad
- Análisis de Escenarios
- Ventajas y Desventajas de estos análisis

Simulación

Dentro de los análisis de riesgo en proyectos está el Análisis Probabilístico.

Este consiste en calcular estimadores de tendencia central y de dispersión del VAN de un proyecto de inversión a través de su función de distribución de probabilidades.

En dicho análisis se aplican los conceptos de valor esperado o esperanza, varianza, covarianza, así como sus propiedades.

Es un método interesante, pero requiere de conocimientos y un manejo acabado de conceptos de probabilidades, cuya formulación puede ser difícil debido a que es necesario modelar en dichas expresiones las relaciones entre los flujos y las variables.

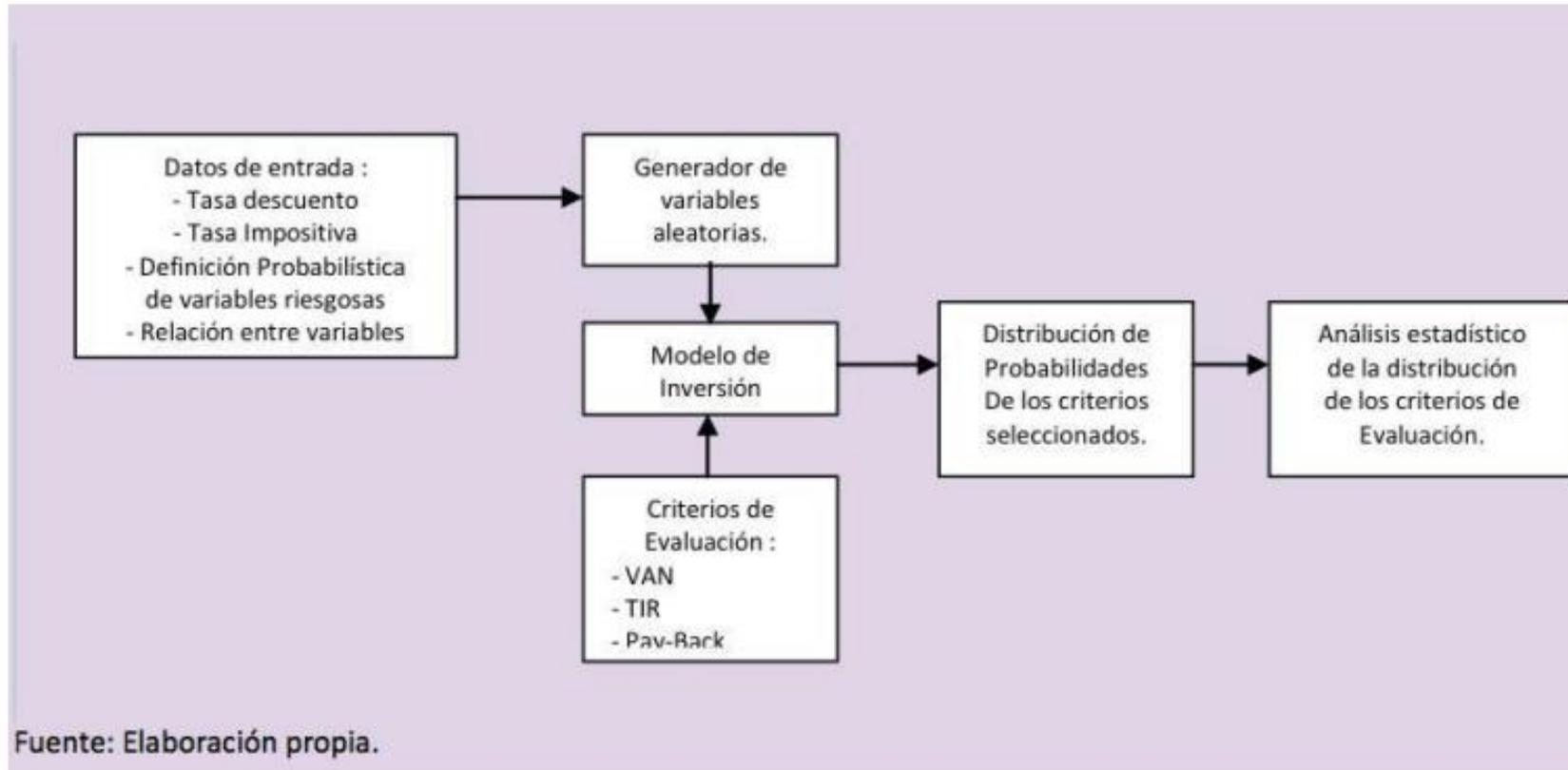
Simulación

En respuesta a las limitaciones del modelo probabilístico, se tiene el análisis por Simulación.

Al tener a la mano diferentes softwares con la capacidad de ejecutar una gran cantidad de cálculos en poco tiempo, se tiene la posibilidad de recrear numérica y reiteradamente la experiencia aleatoria que interesa analizar, por medio de un modelo que describa el comportamiento del sistema.

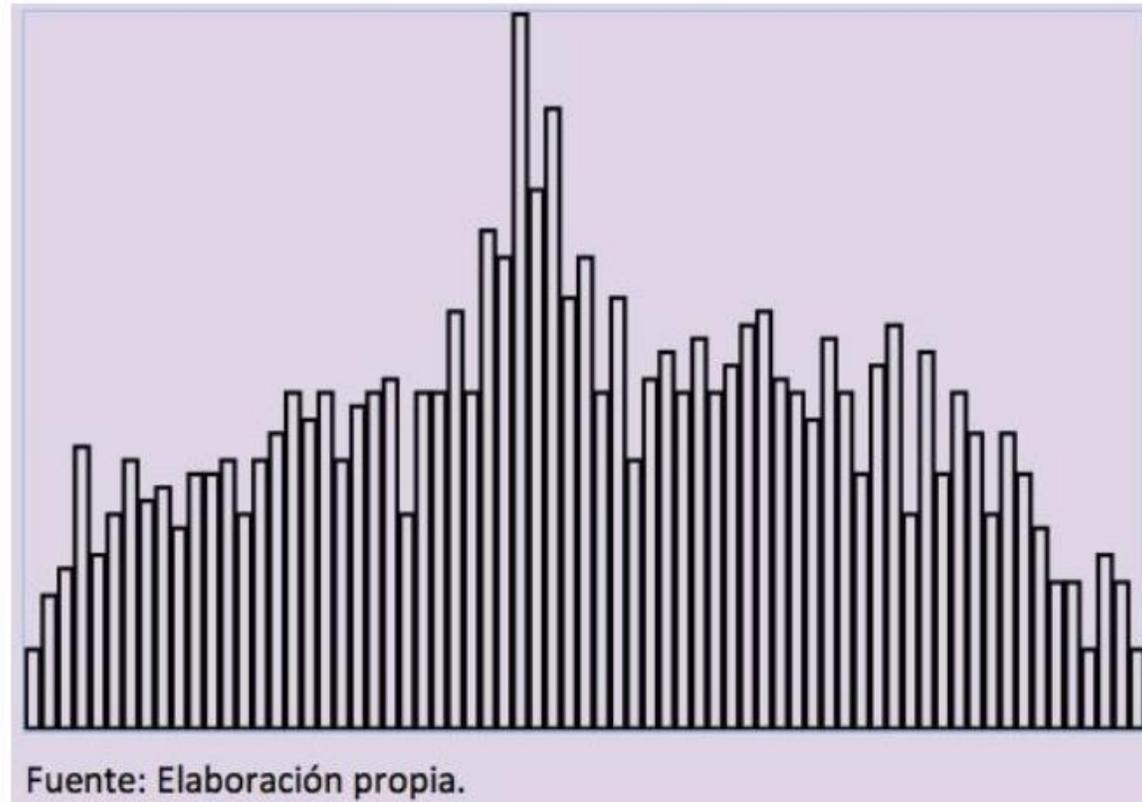
Importante: No se usará como una forma de optimizar, sino que se utilizará sólo para poder entender el comportamiento del indicador económico de interés en base al comportamiento aleatorio de las variables que forman parte de su cálculo.

Simulación



Simulación

Figura 10.17: Histograma



Simulación

Ahora, los datos de entrada necesarios son las distribuciones probabilísticas de las variables riesgosas. Cada una de estas distribuciones pueden tener formas particulares. Entre las más usadas están:

- Distribución Uniforme.
- Distribución Triangular.
- Distribución Normal.
- Distribución Binomial.

Aunque también se pueden usar distribuciones ad hoc a las particularidades de la variable aleatoria, en base a su comportamiento histórico.

Simulación

¿Qué distribución de probabilidades usar?

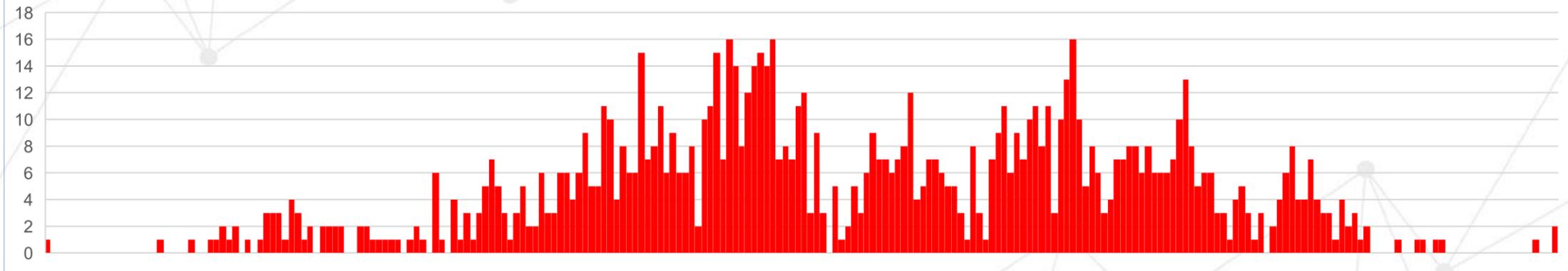
Existen softwares de apoyo, como el @Risk o Crystal Ball que permiten obtener ajustes de curvas en base a datos históricos, seleccionando las distribuciones que mejor se ajustan con test estadísticos que miden bondad de ajuste:

Ejemplos de dichos test estadísticos.

- Prueba χ^2
- Prueba de Kolmogorov - Smirnov

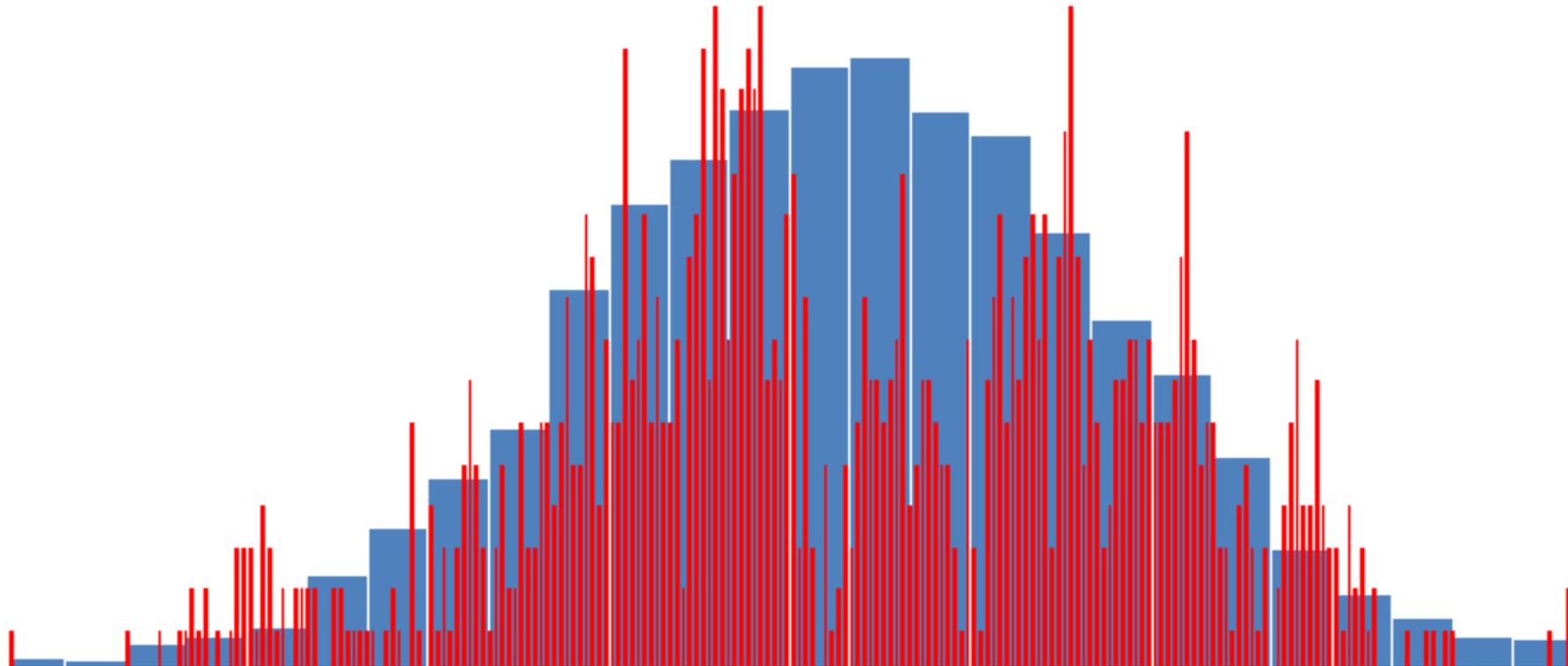
Simulación

Histograma con Datos Históricos – Precio del Cobre Diario 2020 – 2024 (Apertura)



$$\bar{x} = 3,9973 \text{ USD.}$$
$$\sigma = 0,429 \text{ USD}$$

Simulación



Modelo CAPM

CAPM: Capital Assets Pricing Model (CAPM).

Este modelo considera que las rentabilidades futuras de las distintas alternativas de inversión son variables aleatorias.

Se utiliza para determinar una tasa de retorno teóricamente apropiada para un determinado activo / proyecto.

Sugiere que los inversionistas escogerán ya sea un portafolio que minimice la varianza de retornos del mismo, dado un nivel específico de retorno esperado, o maximizar los retornos esperados, dado un nivel específico de varianza.

Modelo CAPM

$$r_{con\ riesgo} = r_{sin\ riesgo} + premio\ por\ riesgo$$

Si me ofrecen un proyecto cuya rentabilidad es de un 3% real anual pero además tengo la alternativa de invertir mi capital en un Depósito a Plazo con una rentabilidad de un 4% real anual ¿Qué alternativa debo elegir?

Y si la rentabilidad esperada de otro proyecto es de un 4% ¿Qué alternativa debo elegir?

Finalmente, para el caso de un 3er proyecto con rentabilidad esperada de un 6% ¿Qué alternativa debo elegir?

Modelo CAPM

CAPM: Capital Assets Pricing Model (CAPM).

$$E(r_i) = r_f + \beta_i \cdot (E(r_m) - r_f)$$

$$E(r_i) = r_f + \beta_i \cdot (PRM)$$

Donde:

$E(r_i)$ es la tasa de rendimiento esperada de capital sobre el proyecto i .

$E(r_m)$ es la tasa de rendimiento esperada del mercado.

β_i es el riesgo de mercado del proyecto i .

PRM es la Prima por Riesgo de Mercado (calculable como la diferencia de la tasa de rendimiento esperada de capital del mercado menos la tasa libre de riesgo / $R_m - R_f$).

R_f : Tasa libre de riesgo.

Modelo CAPM

Riesgo Sistemático: También llamado Riesgo No Diversificable, es aquel que no es posible eliminar mediante la diversificación (que se logra al repartir la riqueza en una cartera con las distintas alternativas de inversión que ofrece el mercado). Es decir, es el riesgo de la economía como un todo.

Riesgo No Sistemático: Riesgo que se puede eliminar mediante la diversificación de las inversiones, debido a que las dispersiones de los retornos esperados son el resultado de las variaciones aleatorias del proyecto específico que se está analizando.

Riesgo Total: Suma de Riesgo Sistemático y No Sistemático.

Modelo CAPM

Riesgo y Retorno de un Portafolio. Caso de 2 activos, pero extrapolable a una cantidad significativa.

Probabilidad	Retorno X	Retorno Y
0,2	11%	-3%
0,2	9%	15%
0,2	25%	2%
0,2	7%	20%
0,2	-2%	6%

$$E(X) = 0,2 \cdot (11 + 9 + 25 + 7 - 2) = 10\%$$

$$E(Y) = 0,2 \cdot (-3 + 15 + 2 + 20 + 6) = 8\%$$

Modelo CAPM

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= 0,2 \cdot (11\% - 10\%)^2 + 0,2 \cdot (9\% - 10\%)^2 + 0,2 \cdot (25\% - 10\%)^2 + 0,2 \cdot (7\% - 10\%)^2 + 0,2 \\ &\cdot (-2\% - 10\%)^2 = 0,0076 \end{aligned}$$

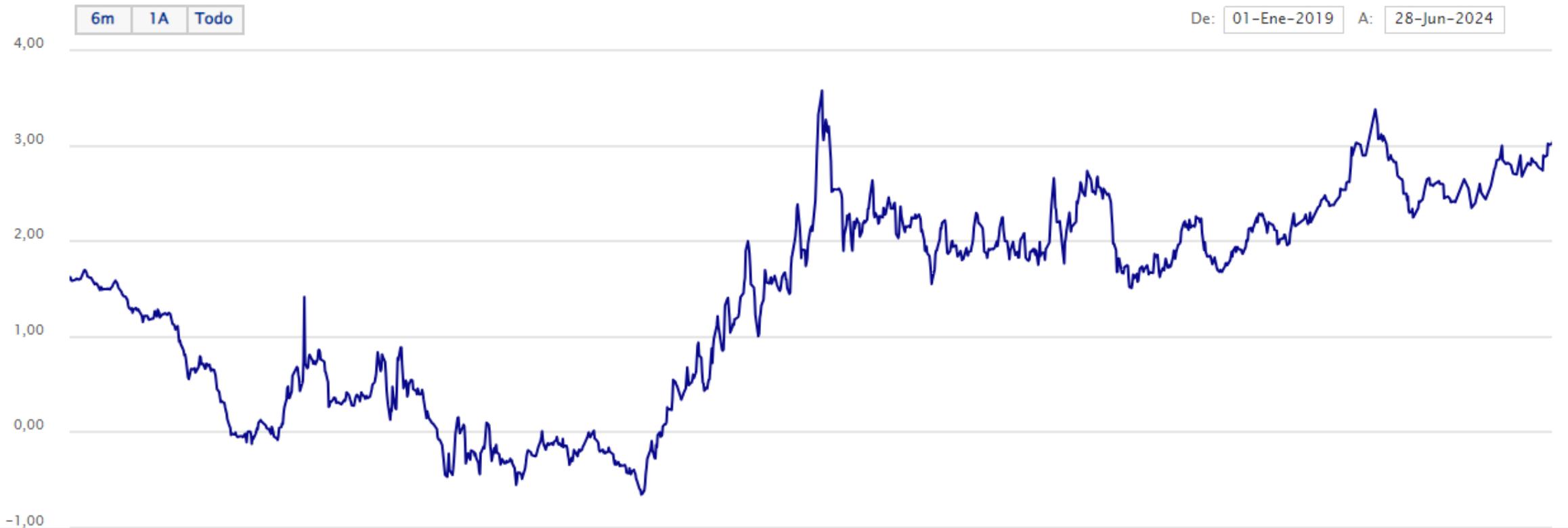
$$\text{Var}(Y) = -0,00748$$

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, Y) &= 0,2 \\ &\cdot \left((11\% - 10\%) \cdot (-3\% - 8\%) + (9\% - 10\%) \cdot (15\% - 8\%) + (25\% - 10\%) \cdot (2\% - 8\%) \right. \\ &\left. + (7\% - 10\%) \cdot (20\% - 8\%) + (-2\% - 10\%) \cdot (6\% - 8\%) \right) = -0,0024 \end{aligned}$$

Lo anterior implica que los retornos de X e Y se mueven en direcciones opuestas. Si invertimos en los dos activos a la vez, tenemos un portafolio menos riesgoso que mantener cada activo por separado. Se reduce el riesgo, pero no se elimina.

Modelo CAPM – Tasa Libre de Riesgo

Tasas de interés mercado secundario, bonos, en UF (porcentaje)



Modelo CAPM - IPSA

Indicadores bursátiles



Modelo CAPM - IPSA

IPSA

Índice de Precios Selectivo de Acciones, mide las variaciones de precios de 40 sociedades con mayor presencia bursátil en la Bolsa de Comercio de Santiago. La selección de sociedades se efectúa trimestralmente en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre de cada año. La base del índice se renueva al principio de cada año, tomando el valor 100, el último día hábil del mes de diciembre del año anterior.

Ejemplos de sociedades que forman parte del IPSA: CMPC, Colbún, Enel, Quiñenco, SQM, CAP, Latam, Cencosud.

Modelo CAPM - PRM

Pablo Fernández, Diego García and Lucía F. Acín
IESE Business School

Market Risk Premium and Risk-Free Rate used for
96 countries in 2024

**Survey: Market Risk Premium and Risk-Free Rate used for
96 countries in 2024**

Pablo Fernández, Professor of Finance, IESE Business School, fernandezp@iese.edu
Diego García de la Garza, Research assistant, IESE, DGarciaD@iese.edu
Lucía Fernández Acín, Independent researcher, lfernandezacin@gmail.com

ABSTRACT

This paper contains the statistics of a survey about the Risk-Free Rate (R_f) and the Market Risk Premium (MRP) used in 2024 for 96 countries. We got answers for 104 countries, but we only report the results for 96 countries with more than 6 answers.
The paper also contains the links to previous years surveys, from 2008 to 2023.

1. Market Risk Premium (MRP), Risk Free Rate (R_f) and K_m [$R_f + MRP$] used in 2024 in 96 countries
2. Changes from 2016 to 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 and 2023
3. Previous surveys
4. Expected and Required Equity Premium: different concepts
5. Conclusion

Exhibit 1. Mail sent in February 2024.
Exhibit 2. Some comments and webs recommended by respondents.

JEL Classification: G12, G31, M21
Keywords: equity premium; required equity premium; expected equity premium; risk-free rate

March 11, 2024

xPpL.mmlsj

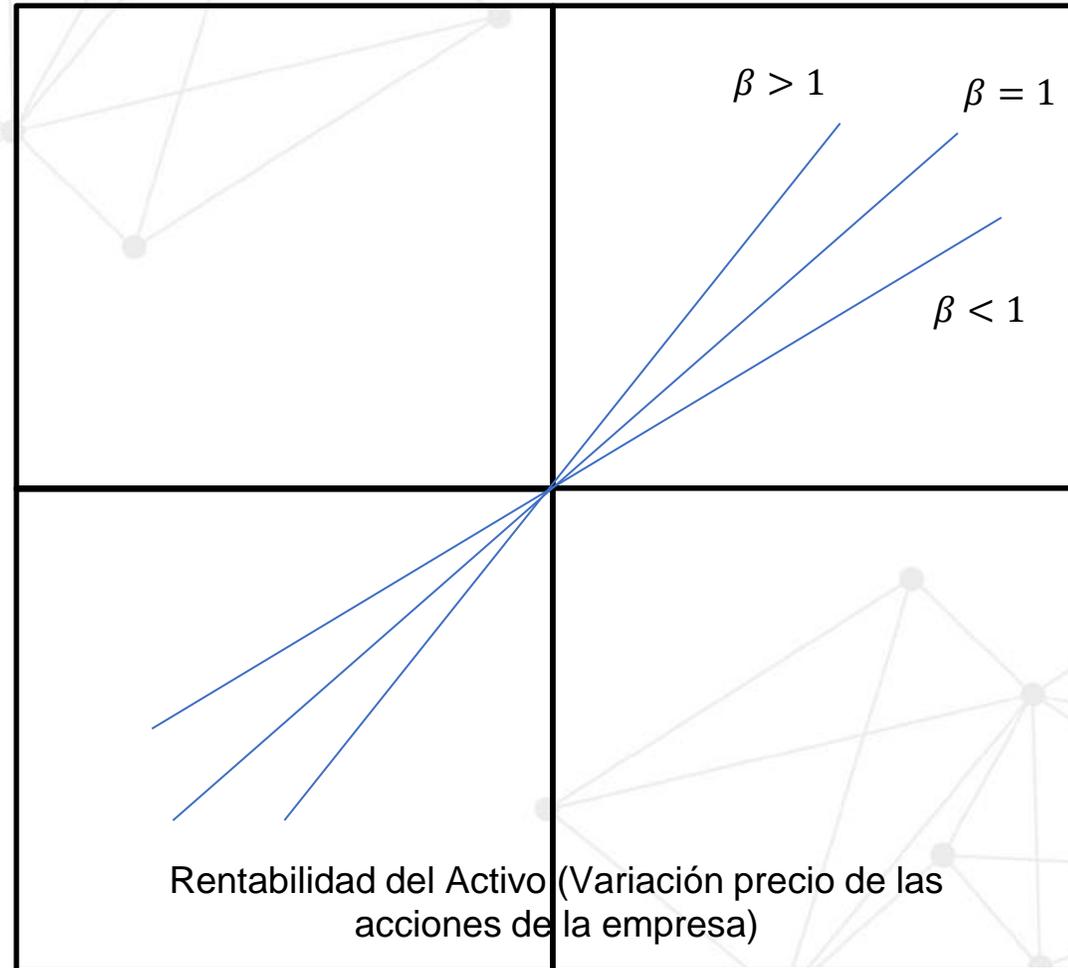
1

Table 2. Market Risk Premium (MRP) used for 96 countries in 2024

MRP	Number of Answers	Average	Median	MAX	min
USA	1287	5,5%	5,5%	16,0%	3,0%
Spain 2024	413	6,4%	6,0%	15,0%	3,0%
AbuDhabi	6	6,0%	6,3%	6,5%	5,1%
Andorra	6	8,2%	8,7%	8,9%	7,0%
Argentina	13	21,3%	21,1%	26,7%	13,0%
Australia	34	5,5%	5,4%	10,0%	2,0%
Austria	56	5,9%	5,9%	10,2%	3,0%
Bangladesh	6	11,6%	11,6%	12,9%	10,6%
Barbados	6	16,3%	17,1%	18,2%	13,4%
Belgium	68	5,7%	5,5%	8,0%	3,0%
Bolivia	8	15,1%	14,8%	17,9%	13,0%
Bosnia	21	7,9%	6,0%	16,6%	3,0%
Brazil	56	7,6%	8,3%	11,1%	3,5%
Bulgaria	11	6,8%	7,3%	8,3%	3,0%
Canada	60	5,2%	5,5%	7,5%	0,5%
Chile	21	6,3%	6,3%	7,4%	5,2%
China	36	6,6%	6,0%	13,0%	2,0%
Colombia	19	7,4%	7,4%	9,2%	4,6%
Costa Rica	10	12,2%	12,9%	14,7%	8,8%
Croatia	22	6,2%	6,0%	9,0%	3,0%
Cyprus	7	7,8%	7,4%	9,0%	7,0%

Modelo CAPM - Beta

A mayor beta, mayor es la variación de la rentabilidad esperada del activo con respecto al mercado. Lo anterior implica mayor riesgo.



Modelo CAPM - Beta

La magnitud de beta i nos indicará la relación entre la rentabilidad esperada y el riesgo no diversificable del proyecto i y el mercado:

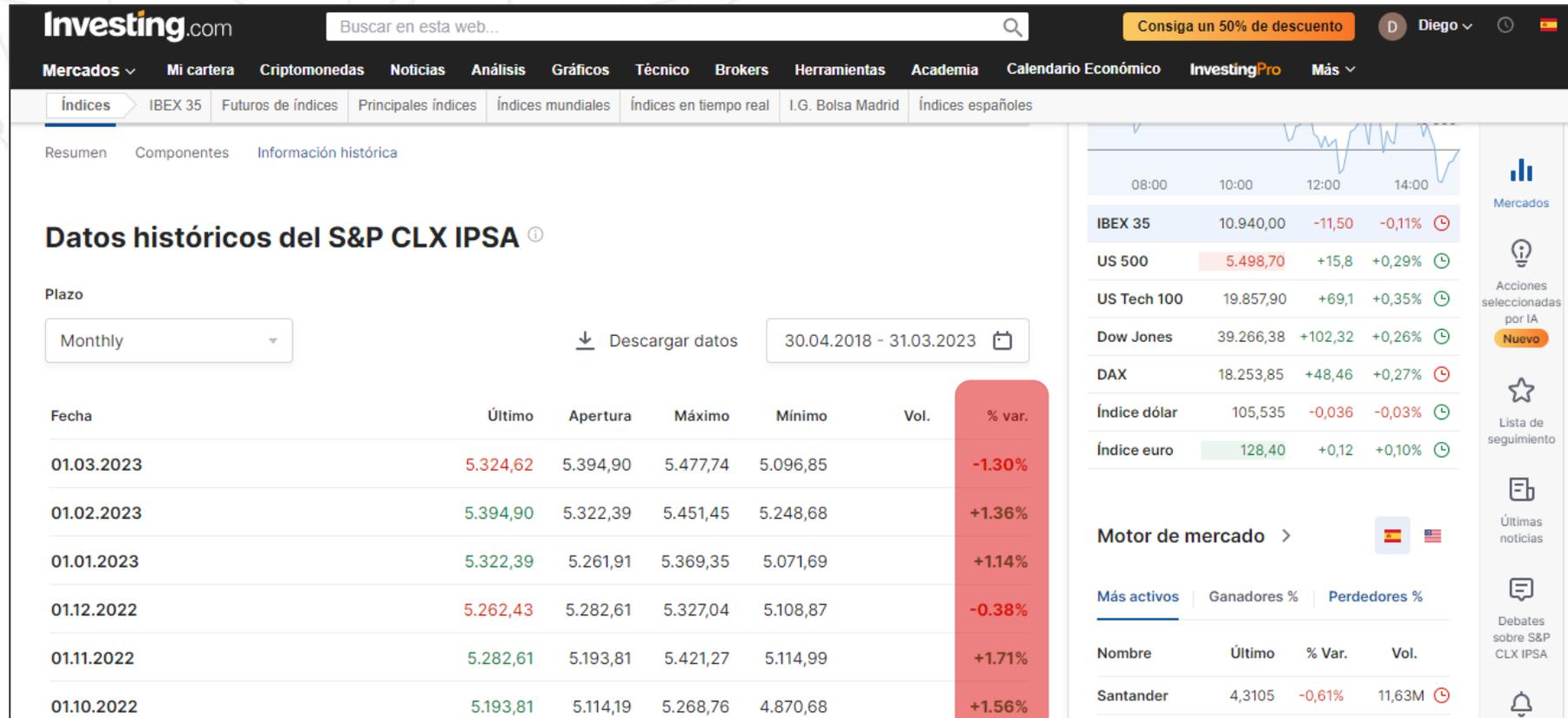
Si $\beta_i < 1$: El proyecto i tiene una rentabilidad esperada menor a la de mercado, pero con un menor riesgo no diversificable.

Si $\beta_i > 1$: El proyecto i tiene una rentabilidad esperada mayor a la de mercado, pero a un mayor riesgo no diversificable.

Si $\beta_i = 1$: El proyecto i es el portafolio de mercado.

Si $\beta_i = 0$ el proyecto i es el proyecto libre de riesgo.

Modelo CAPM - Beta



Modelo CAPM - Beta

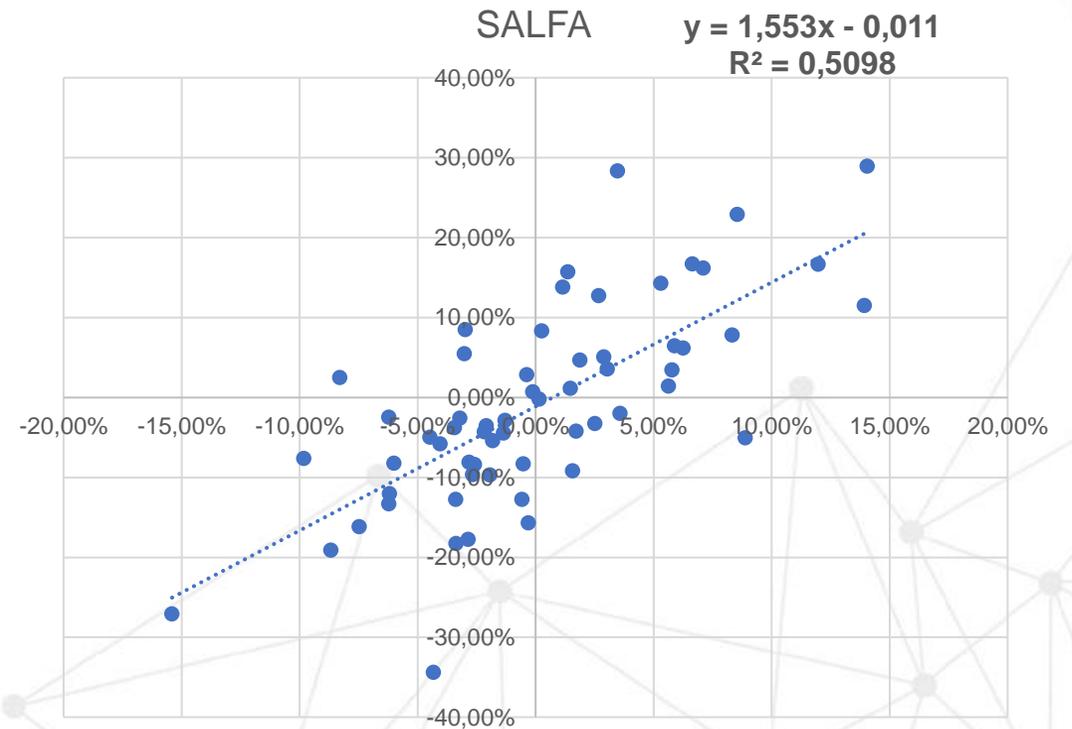
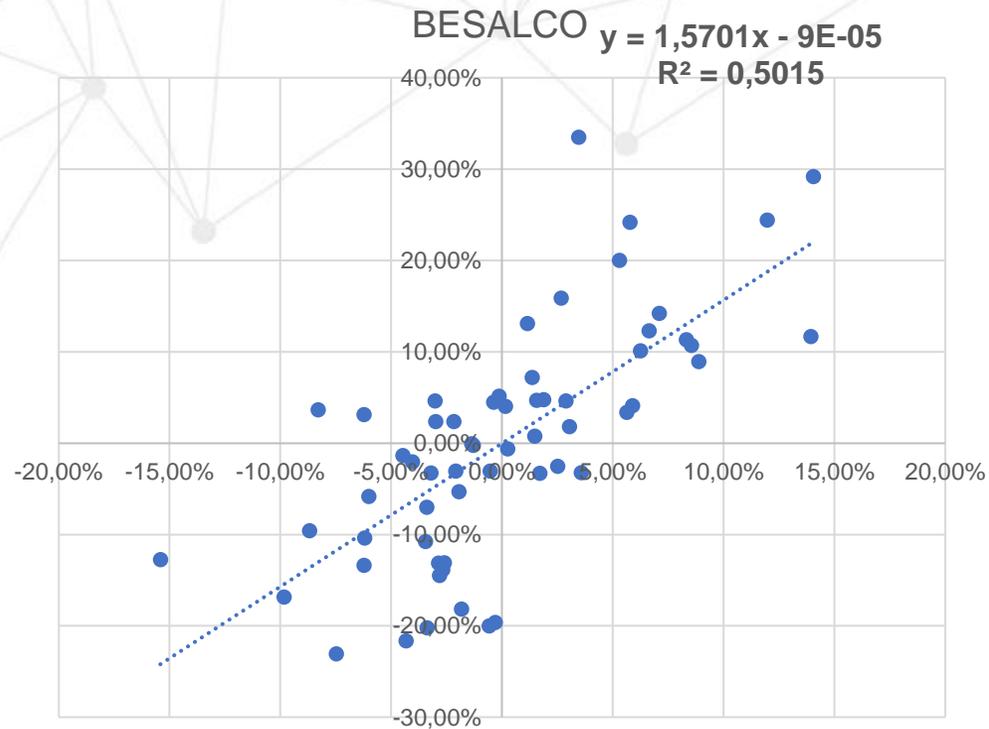
Datos históricos de Besalco Sa (BESALCO) ⓘ

Plazo
Monthly

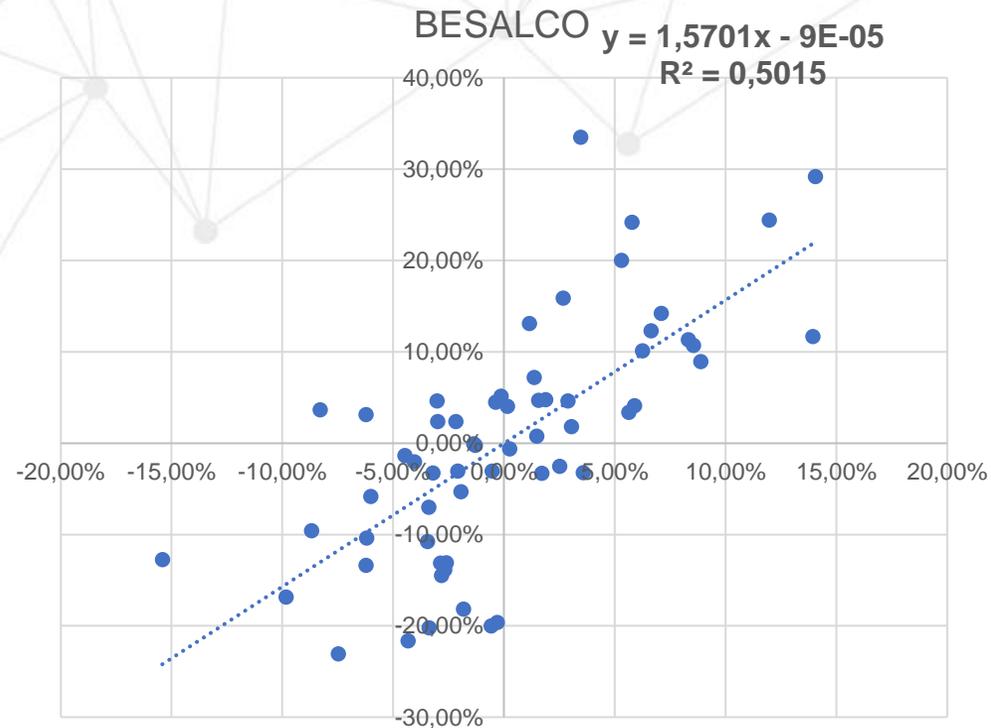
↓ Descargar datos 30.04.2018 - 31.03.2023 🗑

Fecha	Último	Apertura	Máximo	Mínimo	Vol.	% var.
01.03.2023	391,05	392,02	436,13	391,05	4,87M	-0.25%
01.02.2023	392,02	367,82	395,17	358,16	3,34M	+7.19%
01.01.2023	365,73	323,43	373,74	317,05	3,83M	+13.08%
01.12.2022	323,43	309,39	348,00	296,64	2,08M	+4.46%
01.11.2022	309,61	313,77	317,27	291,58	2,73M	-3.29%
01.10.2022	320,14	305,81	331,84	275,38	2,83M	+4.69%
01.09.2022	305,81	325,31	382,26	301,55	3,70M	-5.85%
01.08.2022	324,83	249,88	346,30	235,63	8,49M	+33.48%

Modelo CAPM - Beta



Modelo CAPM - Beta

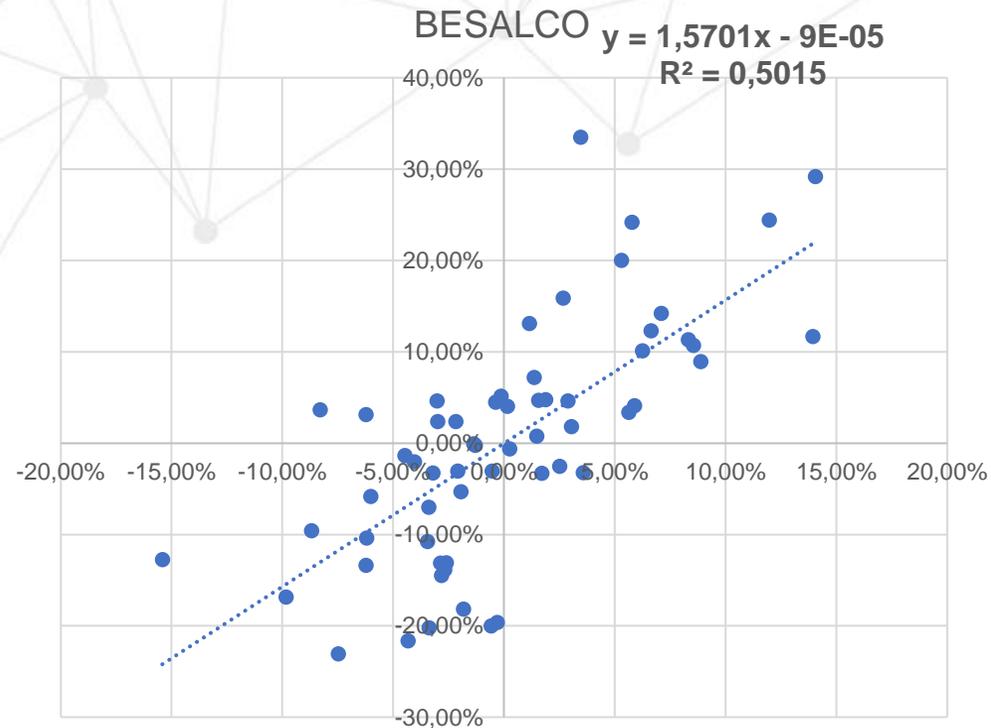


El beta i asociado al riesgo de mercado del proyecto i , para Besalco sería de 1,5701.

También se puede calcular como:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)}$$

Modelo CAPM - Beta



$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)}$$

	IPSA	BESALCO
Rentabilidad Esperada	0,09%	0,14%
Volatilidad	5,69%	12,61%
Coefficiente de variacion	1,66%	1,10%
Varianza	0,32%	1,59%
Covarianza		0,51%
Beta		1,5701

$$\beta_i = \frac{0,5081}{0,3236} = 1,5701$$

Modelo CAPM – Tasa de Descuento

CAPM: Capital Assets Pricing Model (CAPM).

$$E(r_i) = r_f + \beta_i \cdot (PRM)$$

$$E(r_i) = 3\% + \beta_i \cdot (6,3\%)$$

$$E(r_i) = 3\% + 1,5701 \cdot (6,3\%)$$

$$E(r_i) = 12,89\%$$



dic INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD DE CHILE



SECCIÓN INGENIERÍA CIVIL

