Notas Metodológicas

de Historia Económica y Finanzas

del Prof. Daniel Lahoud

IIES-FACES-UCAB Caracas

Año I.Nota No. 5 **Caracas, 28 de febrero de 2023**

Aplicaciones del Riesgo

El número anterior se dedicó a los conceptos generales del riesgo y lo diferenciarlo de la incertidumbre para que se entienda que no son afines, y que cualquier intento de igualarlos está radicalmente separado de la realidad. En este número la intención es desarrollar los modelos con los que se explica el riesgo.

Quizá el primer trabajo que trató de explicar el riesgo, es un trabajo doctoral de la Universidad de París, realizado por Louis Bachelier quien aplicó la teoría de la caminata aleatoria (random walking), con la finalidad de explicar los movimientos de los activos en las bolsas de valores, el modelo procede de la ciencia natural. Bachellier partió de un trabajo realizado por Robert Brown, 100 años antes, wn un estudio del movimiento del polen de las flores de Clakia Pulkella en una cápsula de Petri estos corpúsculos se comportan describiendo movimientos caóticos, la descripción de ese proceso para la biología y Etudant los aplicó a las finanzas, sin embargo esto se simplificaría como el movimiento alcista y el movimiento bajista en los activos mobiliarios, sin embargo, si estudiamos las opciones éstas describen con más certeza lo que puede ocurrir con un activo en el mercado, porque puede subir, bajar e incluso quedarse en un nivel muy similar al anterior, lo que hace a la teoría de la caminata aleatoria, incompleta.

El Modelo de Markowitz

Este es el modelo más sencillo, en el que Harry Markowitz, quien era graduado de Chicago, y su tutor fue Milton Friedman, estudió de manera particular las acciones de la bolsa de New York, y realizó un artículo que se publicó en 1952, se basa en las premisas de rendimiento esperado como media aritmética de los rendimientos históricos y riesgo medido como la desviación estándar de esos rendimientos. Supone la existencia de dos inversiones en un mercado, por ejemplo, la inversión A y la inversión B. Ambas cumplen con el principio de que a mayor riesgo mayor rendimiento. Por ejemplo:

Tabla 1: Distribución de Riesgo y Rendimiento

Empresa	Re	σ
A	10.00%	8.00%
B	20.00%	15.00%

La premisa incluye la posibilidad de hacer diversificación. Si no se hace, y se invierte todo el patrimonio en A, se tendrá un rendimiento esperado de 10% y un riesgo asociado de 8%. Si se invierte el 100% de los fondos en B entonces

Fórmula del Rendimiento de la Cartera

$$Rt = R_{ea}p_a + R_{eb}p_b$$

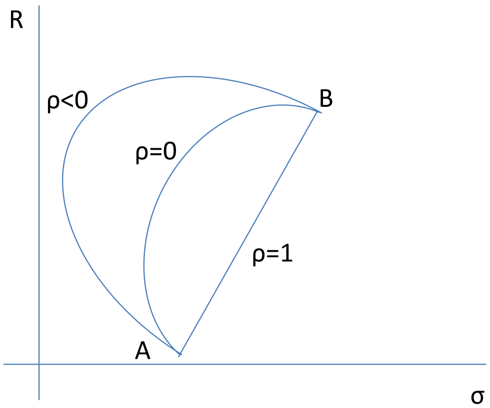
se está aceptando que el rendimiento esperado será 20% y el riesgo asociado 15%. Sin embargo, como es posible la diversificación entonces, la cartera que procede tendría el siguiente Rendimiento Esperado:

Como el rendimiento es aditivo, según Markowitz, puede darse la relación anterior. Pero el riesgo no se comporta igual y depende del grado de relación existente entre A y B.

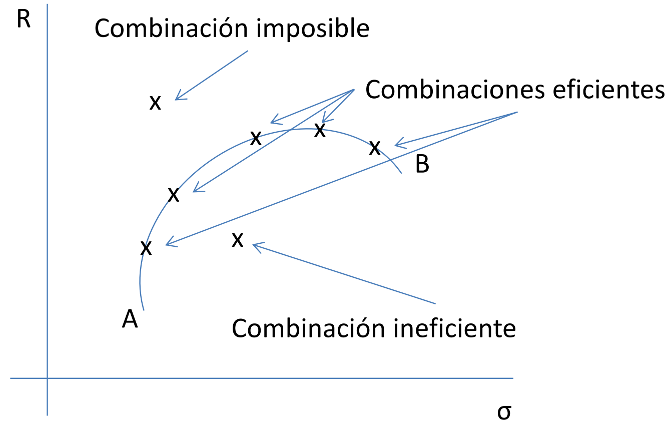
Fórmula del Riesgo de la Cartera

$$\sigma_t = (\sigma_a p_a)^2 + (\sigma_b p_b)^2 + 2\sigma_a\sigma_b p_a p_b \rho_a$$

Gráfica I-1 Grado de correlación y frontera eficiente



Gráfica I-2 Frontera Eficiente de la Inversión



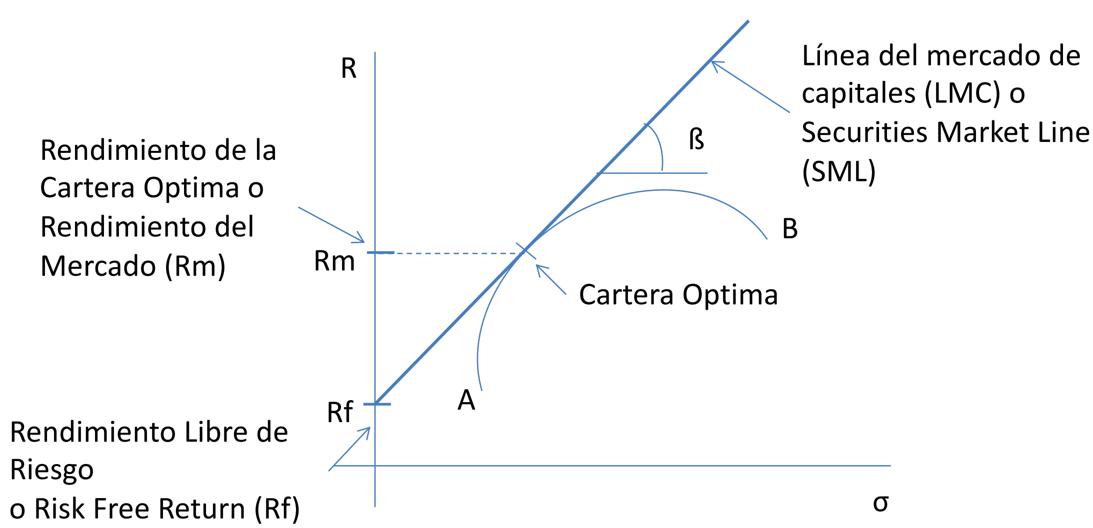
Eso es lo que se denomina Coeficiente de determinación r, que resulta en valores comprendidos entre -1 y 1, la fórmula del riesgo es la que sigue:

Si se observa la gráfica no. I-1, se puede ver los puntos A y B correspondientes a la inversión A y la Inversión B. Si se combinan la distribución de riesgos y rendimientos, depende del grado de correlación entre la inversión A y la B. Como el coeficiente de determinación puede tomar valores entre -1 y +1, dependiendo si la relación entre las dos inversiones es inversa (valores negativos), o es directa (valores positivos), pasando por la posibilidad de que no exista relación entre las dos inversiones (cuando r sea cero).

Si el coeficiente de determinación fuese igual a cero, la diversificación sería más efectiva y la curva el lugar geométrico que une el punto A y B se acomodaría geométricamente a una convexa. Mientras que, si el grado de determinación es cercano a uno, es decir cuando la inversión A y la B están perfectamente correlacionadas, no hay diversificación y la distribución de riesgos y rendimientos se parece a una línea recta. Hay la posibilidad teórica de un coeficiente de determinación negativo, la misma supondría una curva todavía más cóncava acercándose en algún punto al eje de las ordenadas. Pero una de las características del estudio realizado por Markowitz es que no existen correlaciones negativas entre activos de un mismo mercado.

Si se observa el gráfico I-2, se muestra lo que Markowitz denomina Frontera Eficiente de la Inversión (Efficient Investment Frontier), que consiste en las combinaciones de Riesgo y Rendimiento en un mercado, con sólo dos inversiones A y B. La denomina de esa manera porque si A y B son las únicas inversiones en un mercado, la frontera muestra los mayores niveles de eficiencia en la combinación. Si fuese posible encontrar una combinación que estuviese por debajo de la frontera, esta sería considerada ineficiente, y

Gráfica I-3 Modelo de Sharpe



por supuesto cualquier combinación por encima de la frontera sería además doblemente imposible.

El Modelo de Sharpe

Este modelo fue expuesto por William Sharpe en 1964, se conoce con el nombre de CAPM que son las iniciales de Capital Asset Pricing Model, o también modelo de las Betas. Partiendo de la teoría de Markowitz, Sharp extendió el análisis de la siguiente manera. Parte de la existencia de dos inversiones A y B, y la relación entre ellas determinada por la Frontera Eficiente de la Inversión. Pero añade una tercera posibilidad que es la de comprar un bono de largo plazo emitido por el gobierno del país en el cual está el mercado ese instrumento se supone que tiene el más bajo riesgo del mercado, por esa razón también tiene un rendimiento menor al de A, que es el activo de menor rendimiento, y por ello la denomina Rendimiento Libre de Riesgo (Risk Free Return). A partir de ese punto en el gráfico Sharp extiende una línea que es tangente a la frontera eficiente de la inversión. A esa línea la denominó Línea del Mercado de Valores o Línea del Mercado de Capitales (Security Market Line). (Ver Gráfica I-3).

El término Rendimiento Libre de Riesgo o Risk Free Return, contribuye a la confusión, pero no significa que el instrumento no tenga riesgo, sino que su rendimiento y riesgo son los más bajos del mercado en cuestión. El punto de tangencia es O, que se denomina Cartera Optima, que es

Fórmula del Rendimiento de Sharpe (LMC)

$$R_e = R_f + \beta\left(R_m - R_f\right)$$

de las combinaciones eficientes la óptima dado el Rendimiento Libre de Riesgo. Dicha línea tiene la siguiente formulación:

La explicación que ofrece Sharpe es la siguiente, el gerente de carteras puede adquirir el 100% de sus recursos en la combinación óptima O, en cuyo caso tendrá esa combinación de riesgo y rendimiento o puede hacer combinaciones de O con Rf de manera que tendrá una proporción de los fondos en O y el remanente en Rf, es decir, desplazándose del punto O hacia el punto Rf por la Línea del Mercado de Capitales (LMC); en cuyo caso se tiene lo que Sharpe denomina Carteras Prestamistas (Lending Portfolios) lo que indica que el gerente está financiando al Gobierno es decir prestando parte del dinero al gobierno del país en el cual está la cartera O.

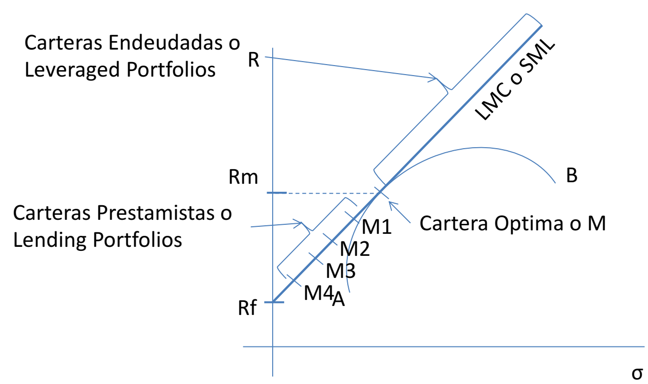
De esta manera si suponemos que hay cuatro combinaciones posibles, de O y Rf, estarían determinadas por las que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No 2: Carteras prestamistas posibles (Sharpe)

Empresa	Cartera M	Cartera M1	Cartera M2	Cartera M3	Cartera M2
A	40.00%	32.00%	20.00%	12.00%	8.00%
B	60.00%	48.00%	30.00%	18.00%	12.00%
Rf	0%	20%	50%	70%	80%

Y esto coincidiría con la siguiente figura:

Gráfica I-4 Las Carteras en el Modelo de Sharpe



Esas combinaciones tienen menos riesgo y menos rendimiento que la cartera denominada "óptima."

El gerente de Cartera puede colocar todo su dinero en la combinación O y usar ésta como garantía para obtener un préstamo (préstamo en margen) y dentro de las múltiples cosas que puede hacer con ese crédito, decide comprar más de la misma combinación O, de esta manera se desplaza por la misma LMC pero de O hacia la derecha, esto ocurre así porque el gerente de carteras está asumiendo mayores niveles de riesgo y por supuesto esperando mayores niveles de rendimiento, a esas combinaciones que surgen del punto O hasta el infinito por la LMC se les denomina Carteras Apalancadas (Leveraged Portfolios).

¿Qué ocurre con las carteras apalancadas o endeudadas?

En el modelo de Sharpe se puede explicar con propiedad lo que ocurre en el caso del riesgo de financiamiento que ya se evaluó (en el documento anterior). Suponga que quien solicita el préstamo lo hace con una cartera que en su valor original posee cien mil dólares ($100.000) y logra obtener un financiamiento por la mitad de esa suma, con la condición de cancelar una tasa de interés equivalente al 10% anual.

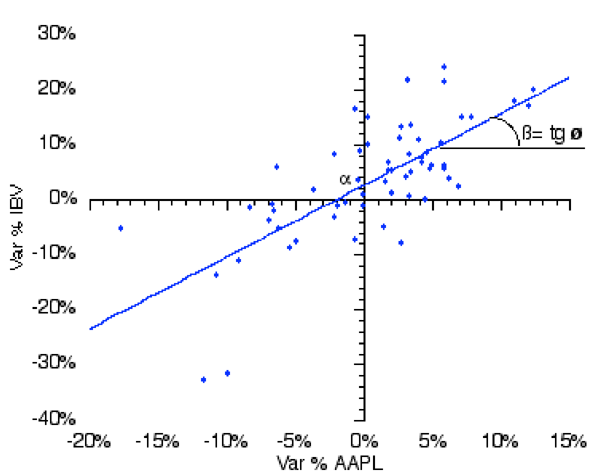
Al transcurrir un año si la cartera óptima obtiene un rendimiento de 15%, el obtendría 10% sobre la cartera original y con la parte endeudada obtendría un rendimiento de 5%, luego de cancelar el préstamo y eso incrementaría en 2,5% el rendimiento total de su inversión.

Si por el contrario la cartera óptima obtiene un rendimiento de 10%, el inversionista habrá arriesgado $500.000 en un préstamo cuyo rendimiento al final se mantuvo en el mismo 10%, por lo que esos $500.000 se arriesgaron y obtuvieron un rendimiento de 0% porque el inversionista tuvo que cancelar la ganancia como pago de la misma deuda contraída.

Si se supone un tercer caso en el que la cartera óptima obtiene un rendimiento menor al costo del financiamiento, cinco por ciento (5%) por ejemplo. Entonces el inversionista estaría en la capacidad de pagar el capital del préstamo y apenas la mitad del costo en intereses. Lo que lo obligaría a vender parte de la cartera que garantizaba el préstamo, y reduciría el rendimiento para el inversionista. Fíjense que en estos tres casos no se ha propuesto la posibilidad de que la cartera óptima sufra pérdida (que es también un caso probable). Esto puede ilustrar mucho de los efectos del endeudamiento en las carteras sujetas a operación de margen.

Lo realmente importante del modelo de Sharp es el uso de las Betas (ß) que es un nuevo estadístico que debería ser utilizado para establecer mediciones de riesgo. Dicha ß es la pendiente de una recta de regresión que se calcula por métodos estadísticos usando el Modelo de Regresión Lineal, haciendo uso de un índice de precios de las inversiones y de las mediciones de los rendimientos históricos de la inversión. Ver Gráfica I-5.

Gráfica I-5 La regresión de una acción



Esta regresión se realizó a partir de una serie larga, en este caso 60 meses, es decir se tomaron 61 observaciones de precios y se calcularon 60 rendimientos intermensuales de la variable independiente, AAPL (Cotización al cierre de la empresa Apple Computer) y 60 variaciones porcentuales del índice Standard and Poor's 500 (IBV en este caso el Ticker del índice Standard and Poor's 500 es ^SPX), esto se realiza para tener observaciones que permitan medir épocas de crecimiento y caída en el mercado, de forma que no estén sesgadas las observaciones por un comportamiento definido. Si se observa la nube de puntos tiene observaciones de períodos de crecimiento (cuadrante noreste), así como observaciones en las que hubo descenso en el mercado (cuadrante sur oeste); de la misma manera se presentan de manera menos frecuente observaciones en la que no hay comportamiento simétrico (cuadrantes noroeste y sureste). La línea representa la regresión estimada por método de mínimos cuadrados ordinarios y ß es la pendiente de la regresión que puede observarse tiene valor positivo; el valor α, es el intercepto de la regresión que se puede observar da un valor muy cercano a cero y generalmente un valor con poca significación estadística.

De hecho, ß es el valor que representa el grado de riesgo relativo de la inversión en relación al índice del mercado, su explicación sería como enuncia la tabla:

Esto complementa el uso de las desviaciones estándar que utiliza Markowitz, por lo que si se utiliza datos del mismo tamaño puede obtenerse resultados similares en los dos modelos. Hay que tener presente que tanto el uno como el otro asumen que la historia se repite y que los comportamientos esperados se ajustarán a lo ocurrido históricamente. Eso es una verdad relativa que está fundamentada en que los comportamientos se mantienen en la misma tendencia y que no pueden ser ciertos, debido a que utilizan como parámetro de comparación al índice de la bolsa que no es un valor representativo de los comportamientos de un mercado, se referirá a ello en el capítulo correspondiente al mercado de Rentas Variables.

Hay otro elemento que se tiene que dejar en claro, como se dijo arriba, las tasas de interés son logaritmos, o tienen comportamiento logarítmico, por tanto, no pueden ser sumadas como lo hace Sharpe en su fórmula de rendimiento esperado, eso hace que la prima de riesgo sea tan mal calculada como se afirma en el literal E. Lo que ratifica que se trata de un ejercicio más que muestra sólo habilidades de cálculo, mas no habilidades de razonamiento matemático.

Hay un tercer modelo que no vamos a desarrollar, fundamentalmente porque parece mucho al de Sharpe, que es el de Robert Merton. De hecho, los tres modelos fueron galardonados con el premio de la Academia Sueca de Economía (mal llamado Premio Nobel) en el año 1990, lo que constituyó una sorpresa, puesto que todos esperaban que se premiaría algún o algunos economistas más relacionados a la micro o macroeconomía.

Incongruencias entre la desviación y la Beta

Aunque la desviación estándar del rendimiento es el indicador que ilustra sobre la volatilidad de ese mismo activo y la Beta es la proporción (elasticidad) de ese rendimiento con respecto al promedio (índice) ocurre que ambos deberían tener alguna suerte de congruencia, y dado que la fórmula por medio de la cual se calcula la desviación estándar del rendimiento impide que tenga signo negativo. Sin embargo, la Beta, puede (aunque es bastante raro) tener signo negativo. Si se observa la siguiente tabla, que incluye 25 empresas tomadas al azar y el índice Standard and Poor's 500, se tomaron 5 años en datos mensuales para realizar los cálculos de Rendimiento Promedio (Re), desviación o volatilidad (σ) y la Beta (ß), que es la pendiente de la recta de regresión que se calcula al aplicar una regresión que involucre el Rendimiento intermensual de la acción y el Rendimiento intermensual del índice, para ello normalmente se utiliza el Indice Standard and Poor's.

Ahora lo curioso del cálculo es lo siguiente, fíjense que los cuatro primeros (más riesgosos) y los cinco últimos (menos riesgosos), más o menos comparten resultados, pero el índice que debería estar muy al centro ocuparía el puesto 23 si lo contamos en relación a la desviación y si se realiza un cálculo de una beta de este índice, daría 1, pero no tendría sentido económico porque sería una regresión de una variable contra sí misma, por lo que estaría aproximadamente en el puesto 16 en relación a la beta. Los puestos del 5 al 20 están bastante dispersos y ocurren casos como Mattel que ocupan el puesto 5 si se mide el riesgo por la desviación y el 13 medido por la beta, o por ejemplo, Apple que tiene el puesto 9 medida por Beta y el 14 medido por la desviación.

Bibliografía:

Knight, F. (1964): Risk, Uncertainty and Profit, Augustus M. Kelley, Bookseller New York.
Lahoud, D (2011): Los Principios de las Finanzas y los Mercados Financieros, UCAB, Caracas
Mises, L. (2004): La Acción Humana, Tratado de Economía, 7a Ed. Unión editorial, Madrid
Venegas, F. (2006): Riesgos Financieros y Económicos, Pearson, México

✍ *Daniel Lahoud*

Tabla No 3: Riesgo medido por la volatilidad y la Beta

Compañía	Ticker	Rendimiento Promedio	Desviación del Rendimiento (5 años)	Beta (5 años)	Mas riesgoso de acuerdo a Beta	Mas riesgoso de acuerdo a desviación
Tesla, Inc.	TSLA	0.05476	0.21854	2.11	2	1
Halliburton Company	HAL	0.01420	0.17885	2.14	1	2
Macy's, Inc.	M	0.01831	0.17107	1.79	3	3
NVIDIA Corporation	NVDA	0.03019	0.14401	1.79	4	4
Mattel, Inc.	MAT	0.01259	0.12615	1.17	13	5
Ford Motor Company	F	0.01420	0.12217	1.52	6	6
General Motors Company	GM	0.00698	0.11452	1.38	8	7
Citigroup Inc.	C	0.00215	0.11147	1.59	5	8
DuPont de Nemours, Inc	DD	0.00091	0.10553	1.26	10	9
Barnes Group Inc.	B	-0.00032	0.10159	1.24	11	10
Exxon Mobil Corporation	XOM	0.01405	0.09954	1.1	14	11
Amazon.com, Inc.	AMZN	0.01002	0.09826	1.22	12	12
The Kraft Heinz Company	KHC	-0.00215	0.09719	0.73	20	13
Apple Inc.	AAPL	0.02598	0.09312	1.28	9	14
Bank of America Corporation	BAC	0.00786	0.09213	1.4	7	15
Intel Corporation	INTC	-0.00322	0.07989	0.78	18	16
Alphabet Inc	GOOG	0.01173	0.07437	1.09	15	17
The Home Depot, Inc.	HD	0.01247	0.07052	0.94	16	18
AT&T Inc.	T	0.00343	0.06375	0.76	19	19
Microsoft Corporation	MSFT	0.01895	0.06085	0.92	17	20
Merck & Co., Inc.	MRK	0.01520	0.06080	0.37	24	21
The Coca-Cola Company	KO	0.00849	0.05576	0.56	21	22
Indice Standard and Poor's 500	**S&P 500**	**0.00838**	**0.05348**	-	-	-
Kellogg Company	K	0.00446	0.05251	0.42	23	**23**
Johnson & Johnson	JNJ	0.00636	0.05197	0.54	22	24
The Hershey Company	HSY	0.01496	0.04909	0.35	25	25