



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Escuela de Post Grado
Departamento de Estadística e Informática
Maestría en Estadística Aplicada

Seminario de Tesis I

Proyecto de Tesis:

**Diseño de Estrategia de Inversión en el Mercado de Valores Utilizando el Estudio de
Eventos y Métodos Cuantitativos**

Profesor:

Ph.D. Augusto Bernuy Alva

Participante:

León Leyva, Roberto

La Molina, Diciembre de 2018

I.	Introducción	2
II.	Las Preguntas.	6
III.	Justificación	7
IV.	Objetivos	7
	Objetivo General	7
	Objetivos Específicos.....	7
V.	Formulación de la hipótesis.....	8
VI.	Marco Teórico	8
	Eficiencia de Mercados.....	8
	Métodos para analizar el precio de una acción	9
	Estudio de Eventos	11
	Series de Tiempo	12
VII.	Metodología de Trabajo, Cronograma y Presupuesto.	14
	Bibliografía	17

I. Introducción

El enfoque clásico de las inversiones en los mercados de valores tiene sus fundamentos en el trabajo realizado por Harry Markowitz¹ quien en su paper “Portfolio Selection” publicado en 1952 sentó los fundamentos de lo que se conoce como Teoría del Portafolio, que vincula las medidas de riesgo y retorno en la construcción de un portafolio (ver figura 1), de esta manera un inversionista tiene opciones para maximizar el retorno a un riesgo determinado, al conjunto de todas las posibles combinaciones que maximizan el retorno para una un riesgo dado se le denomina Frontera Eficiente² (ver figura 2). Esta es una herramienta útil que es utilizada por los fondos de inversión alrededor del mundo, en el Perú los más grandes inversores institucionales son las administradoras de Fondos de Pensiones que presentan una aproximación de esta teoría a través de los tipos de fondos disponibles y con un fondo horizonte temporal de largo plazo y tienen políticas de inversión que les impide invertir en alternativas con mayor riesgo y en corto plazo.

Capital Asset Pricing Model (CAPM)

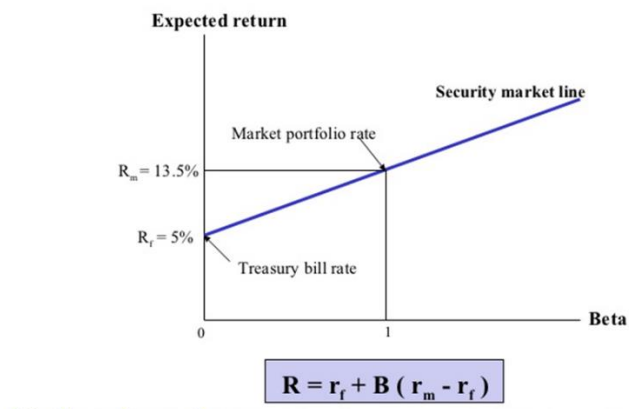


Figura 1: Modelo de valoración de Activos Financiero

La situación descrita deja un espacio para inversionistas dispuestos a asumir mayores riesgos y a corto plazo a cambio de un mayor retorno. Esta situación generó la aparición de los llamados Hedge Funds que tratan de aprovechar las oportunidades del mercado y generar rendimientos superiores al promedio del mercado, cada uno de estos fondos tiene políticas y algoritmos de selección de activos que mantienen como secreto de su éxito.

¹ <https://www.investopedia.com/terms/m/modernportfoliotheory.asp>

² <https://www.investopedia.com/terms/e/efficientfrontier.asp>

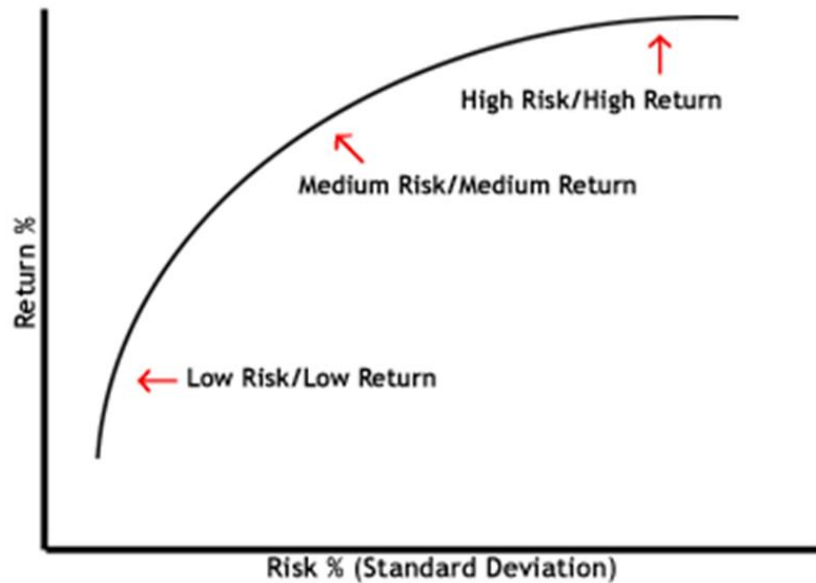


Figura 2: Frontera eficiente de portafolios

En economía es frecuente intentar medir el efecto de un evento sobre la economía general y más concretamente sobre el valor de una compañía, es cierto que cuando se amplía el horizonte temporal los eventos de no ser catastróficos (entendidos como aquellos que dañan la estructura para generar retornos futuros) son superados en el tiempo, tenemos por ejemplo, en el Perú que antes de las elecciones generales presidenciales el mercado reacciona conforme los candidatos favoritos y dependiendo de los resultados reacciona bruscamente, sin embargo, al pasar un breve periodo de tiempo y donde se anuncia el equipo y hoja de rutas concretas, que generalmente no exceden el mes la situación se normaliza y la tendencia general de la economía continúa.

Para efectos sectoriales y en especial de las empresas los eventos también influyen en el valor a corto plazo, esto ocurre, por ejemplo, cuando anuncian fusiones o adquisiciones, nuevos productos, servicios, adjudicaciones, cambios de plana gerencial, cambios en la reputación de la marca, etc. A lo anterior debemos añadir el efecto de las redes sociales y las tendencias que se generan y que pueden afectar rápidamente el valor de la cotización de una empresa en cuestión de horas.

En 1997 MacKinlay estudió el efecto de los eventos en el valor de las compañías, y esto es importante en la construcción de cualquier portafolio de inversiones. En su estudio reseña cómo los eventos de fusiones y adquisiciones de las empresas impactan en su valor, la forma de cómo se endeudan, etc.

Dado lo complejo que es detectar eventos que se producen y cómo afectan la cotización de una determinada empresa y con base a esto reconfigurar el portafolio de inversión, Balch³ propone para el mercado americano de acciones que el evento para una empresa sea detectado como el exceso de variación de una acción respecto del mercado, pasado ese valor umbral, habremos detectado un evento, para el desarrollo de sus ensayos desarrollo una biblioteca libre programada en Python en la Universidad de Georgia Tech⁴ y con base a ello determinó una regla simple de inversión: cada vez que el mercado disminuya en 3% y una empresa disminuya en 5% activaremos una alerta de abrir posiciones y mantenerla por 20 días lo que retornará en promedio 5% sobre dicha acción. Los resultados son respaldados por las simulaciones con la data histórica de ciertas acciones, este procedimiento se denomina Back Test, sin embargo, no queda claro cómo podríamos determinar umbrales distintos y que pasaría si lo comparamos con el subsector específico en lugar de hacerlo contra todo el mercado. Balch ha refinado su modelo para aplicarlo por ejemplo a cómo se comportaría en los casos que se siguiera el evento generado por los inversores internos⁵, que según la ley americana (y también la peruana) debe informarse, es decir, si un ejecutivo quiere comprar o vender acciones de su propia compañía debe indicarlo y hacer pública su posición.

El trabajo que proponemos es establecer estrategias de inversión con base a los eventos detectados por el modelo de Balch y aplicar métodos cuantitativos que nos permitan pronosticar la dirección del evento y con base a ello rebalancear un portafolio para generar rendimientos que superen un determinado benchmark, que podemos establecer como el general del mercado, para el caso americano sería el SP500 y para el caso peruano el EPU, este último es un ETF compuesto por las acciones más representativas de Perú y que se cotiza en el mercado americano.

La utilización de métodos cuantitativos para las inversiones es un campo que ha venido desarrollándose rápidamente debido la disposición en los últimos años de poder de cómputo, herramientas de software libre para análisis estadístico que permiten la elaboración y difusión de biblioteca de funciones y algoritmos puestos a disposición de un amplio público tales como los lenguajes de programación R y Python. Para el desarrollo de la tesis un punto importante será evaluar cual de las dos herramientas ofrece mejor rendimiento y facilidades para el desarrollo de las estrategias de inversión indicadas en el párrafo anterior.

3

http://wiki.quantsoftware.org/index.php?title=Gallery#Investigate_how_market_events_affect_future_returns

⁴ http://wiki.quantsoftware.org/index.php?title=QuantSoftware_ToolKit

⁵ <https://augmentedtrader.com/2013/08/12/assessment-of-insider-trading-information-for-investment-strategies/>

La información que se utilizará será la del mercado americano debido a que es de acceso público, tiene diversos sectores y compañías y es lo suficientemente grande para que se consideren cumplidos los supuestos de mercado perfecto: gran número de ofertantes, compradores, simetría de información y que los precios reflejan el valor intrínseco de cada acción.

Un estudio futuro sería probar el desarrollo de las estrategias de Inversión en el mercado Peruano, aunque en este caso los supuestos de mercado perfecto establecen serías restricciones teóricas para aplicar el modelo.

Las restricciones del mercado de acciones peruano han obligado al BCR a modificar el importe que las administradoras de fondos de pensiones pueden invertir en los mercados globales, a Agosto de 2018 este porcentaje es de 49.5%⁶ y el motivo es claramente poder permitir una mayor diversificación de inversiones de las AFPs (ver figura 3).

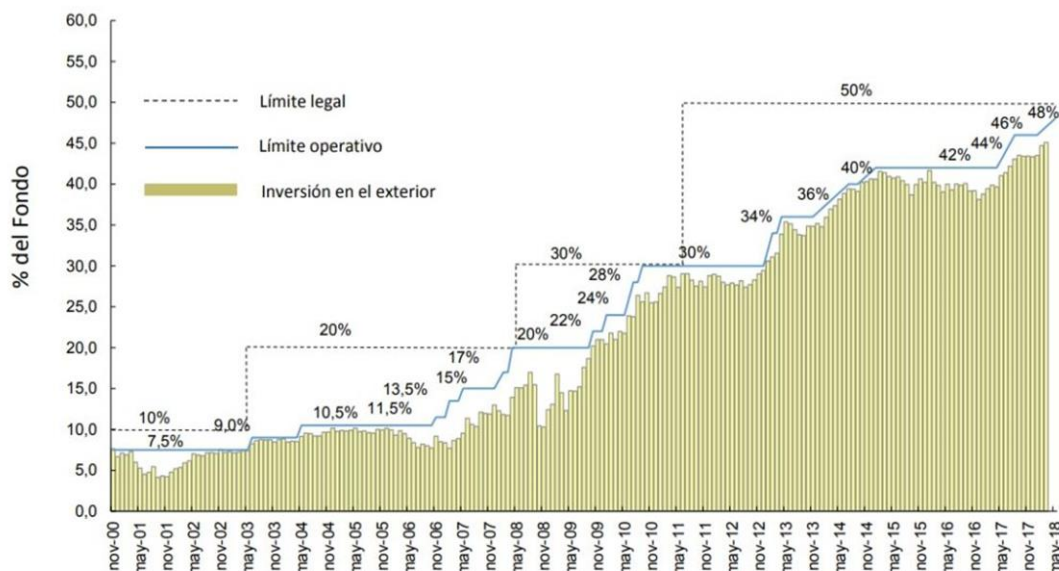


Figura 3: Tope de inversión en el exterior para el SPP

Las facilidades de inversión de las Sociedades Agentes de Bolsas en Perú permiten fácilmente acceder a mercados globales con un margen de transacción que puede llegar hasta el 1% del monto transado, esto también representará una variable a considerarse al momento de medir el rendimiento del portafolio presentado.

⁶ <https://elcomercio.pe/economia/mercados/bcr-amplia-50-limite-inversiones-afp-exterior-noticia-541268>

II. Las Preguntas.

Con base a los puntos revisados en la introducción, las preguntas naturales que se derivan del trabajo son:

- a. ¿Es posible desarrollar estrategias de inversión rentable distintas a la planteada por la Teoría de Portafolio de Markowitz?
- b. ¿Cómo establecer los criterios para determinar que se ha presentado un evento económico que afecta a la acción de una empresa?
- c. ¿Cómo se puede probar la eficacia de la estrategia seleccionada una vez determinado el evento detectado que afecta al precio de una acción?
- d. ¿Cuáles son los indicadores más apropiados para medir y comparar los rendimientos del portafolio de la estrategia planteada con respecto al benchmarking seleccionado como objetivo a superar?

Estas son las principales preguntas que intentaremos resolver con el desarrollo de la tesis, lo que hace distintivo el trabajo es la aplicación de los métodos cuantitativos y modelos estadísticos que intentaran clasificar primero la tendencia y luego predecir la trayectoria o tendencia de la misma, estos dos temas conjuntamente no han sido desarrollados a profundidad y forman parte de un activo campo de desarrollo en Finanzas.

III. Justificación

La propuesta de aplicar enfoques cuantitativos para mejorar el rendimiento de los portafolios utilizando el estudio de eventos puede generar oportunidades de inversión en el mercado de capitales para los inversionistas retail que no cuentan con la capacidad de acceder a los servicios de los grandes fondos de inversión o la banca privada de los bancos locales, se podría decir que permitiría a este segmento de inversionistas acceder a herramientas más sofisticadas de inversión y con un portafolio global y diversificado.

Cómo idea de negocio permitiría crear una empresa que brinde los servicios de asesoría y de administración de capital de riesgo, sin embargo, esto actualmente está fuera del planteamiento de la tesis y podría conducir a una nueva para plantear un plan de negocios para un ulterior trabajo de aplicación.

IV. Objetivos

Objetivo General

Determinar estrategias de inversión que recomienden entrar o salir de la posición de una determinada acción que forma parte de un portafolio de modo que se pueda aprovechar las oportunidades que generan los eventos económicos en el corto plazo.

Objetivos Específicos.

- a. Evaluar las alternativas de software abierto y sus librerías de funciones para determinar la plataforma que mejor se ajuste al procesamiento de datos y flexibilidad de programación.
- b. Desarrollar una herramienta de Back Test que permita aplicar la estrategia de inversión con base a la información histórica.
- c. Determinar medidas de evaluación para seleccionar los modelos cuantitativos que nos permitan pronosticar el efecto luego de producido el evento.
- d. Mostrar los resultados de portafolios por sectores.
- e. Presentar los resultados con una visualización que se ajuste a los criterios de exactitud, credibilidad y minimalismo⁷.

⁷ <https://infovis.fh-potsdam.de/readings/Cairo2015.pdf>

V. Formulación de la hipótesis

Nuestra hipótesis consiste en que es posible aplicar el estudio de eventos y métodos cuantitativos para generar portafolios de inversión cuyo rendimiento supere el benchmark del mercado.

VI. Marco Teórico

Hemos adelantado algunos elementos teóricos que se utilizarán en el desarrollo del presente trabajo, estos pueden clasificarse en: Teoría Económica, Finanzas, Estrategias de Inversión y Métodos Cuantitativos.

Eficiencia de Mercados

Este es un elemento clave para describir el comportamiento de los agentes económicos en general y de los inversores en los mercados de capitales, la acepción que se le dará en este sentido es que los precios reflejan rápidamente los efectos de fenómenos que afectan al valor de una acción sean estos internos a la propia compañía como externos que afectan al sector, la economía local o global.

En contraste con este principio, cuando los precios de un activo muestran retraso en reflejar las condiciones de mercado se presenta lo que se denomina arbitraje y surge básicamente de la asimetría de la información, es decir, cuando un comprador o vendedor cuenta con información que desconoce su contraparte. Este es el motivo porque las legislaciones prohíben explícitamente la utilización de información privilegiada para asegurar que todos los participantes se encuentren en igualdad de condiciones.

Mercados en los que se tranzan grandes volúmenes son ejemplos de mercados eficientes, tales como el New York Stock Exchange, mercados más ilíquidos serían ejemplos de mercados menos eficientes, esto sucede en las economías clasificadas como “frontera”, en el cuadro adjunto se presenta un cuadro con la clasificación proveniente de MSCI una de las principales empresas generadores de índices financieros⁸ (ver tabla 1).

Tenemos tres versiones de la hipótesis de la eficiencia de mercados:

- a. Forma débil, cuando los precios futuros no pueden ser predichos utilizando precios históricos y sus volúmenes.
- b. Forma semi fuerte, cuando los precios se ajustan inmediatamente a la información pública conocida.

⁸ <https://www.msci.com/market-classification>

- c. Forma Fuerte, cuando los precios se ajustan inmediatamente para reflejar toda la información relevante conocida incluyendo la disponible para los actores internos de una empresa.

Tabla 1: Clasificación de mercados según el MSCI

MSCI ACWI & FRONTIER MARKETS INDEX										
MSCI ACWI INDEX						MSCI EMERGING & FRONTIER MARKETS INDEX				
MSCI WORLD INDEX			MSCI EMERGING MARKETS INDEX			MSCI FRONTIER MARKETS INDEX				
DEVELOPED MARKETS			EMERGING MARKETS			FRONTIER MARKETS				
Americas	Europe & Middle East	Pacific	Americas	Europe, Middle East & Africa	Asia	Americas	Europe & CIS	Africa	Middle East	Asia
Canada United States	Austria Belgium Denmark Finland France Germany Ireland Israel Italy Netherlands Norway Portugal Spain Sweden Switzerland United Kingdom	Australia Hong Kong Japan New Zealand Singapore	Brazil Chile Colombia Mexico Peru	Czech Republic Egypt Greece Hungary Poland Qatar Russia South Africa Turkey United Arab Emirates	China India Indonesia Korea Malaysia Pakistan Philippines Taiwan Thailand	Argentina	Croatia Estonia Lithuania Kazakhstan Romania Serbia Slovenia	Kenya Mauritius Morocco Nigeria Tunisia WAEMU ²	Bahrain Jordan Kuwait Lebanon Oman	Bangladesh Sri Lanka Vietnam
MSCI STANDALONE MARKET INDEXES ¹										
				Saudi Arabia		Jamaica Panama ³ Trinidad & Tobago	Bosnia Herzegovina Bulgaria Ukraine	Botswana Ghana Zimbabwe	Palestine	

Métodos para analizar el precio de una acción

En general tenemos dos formas de analizar el precio de una acción:

1. Análisis Técnico, denominado chartismo consiste en hacer el seguimiento de una acción o índice con base a los movimientos del precio y volumen tranzado, el fundamente teórico para esto es que el precio refleja toda la información y expectativa disponible para una empresa o índice. El análisis técnico cuenta con una serie de indicadores, gráficos y prácticas que van sofisticando y dependen en gran medida de la experiencia del analista, una de las técnicas más complicadas de entender son las ondas de Elliot.

El gráfico que se presenta en la figura 4 se muestra un ejemplo de análisis técnico utilizando el indicador “bandas de Bollinger” que son bandas generadas sobre el precio de una acción con el histórico de 2 desviaciones estándar en la parte central. En la parte superior se muestra otro indicador denominado RSI que intenta determinar la fuerza vendedora o compradora de una acción, para el ejemplo, mostrado la acción se ha recuperado ligeramente de una zona de “sobreventa”. La zona inferior muestra otro indicador muy utilizado que el MACD, la base de este indicador es la diferencia de medias móviles para tratar de predecir la tendencia, en este ejemplo, el indicador muestra que una tendencia a la baja desde comienzos de setiembre de 2018.



Figura 4: Análisis Técnico de la cotización de Apple

2. Análisis Fundamental, descansa en el estudio riguroso de una empresa o índice y en determinar o predecir el flujo futuro de rendimientos. Desde un punto de vista formal esta forma de revisar los precios de la acción de una empresa requiere que se conozca a profundidad el modelo de negocio, las fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas, contexto, gerencia, futuros proyectos, estructura de costos, etc. que inciden directamente en la determinación del flujo futuro de rendimientos de la empresa. A pesar de que este esquema es el más sólido no se escapa a la subjetividad del analista que consiste en calificar la bondad de los proyectos futuros y en la determinación de la tasa de crecimiento y del costo de oportunidad a aplicar en la valoración de los flujos futuros.

El análisis Fundamental se nutre de los desarrollos en las finanzas corporativas, uno de los más destacados innovadores en este campo es el profesor Damodaran, quién ha simplificado el análisis y reducido la complejidad de supuestos para tener un esquema de valoración simple y efectivo. En el siguiente cuadro se muestra la valoración de General Electric (GE) una empresa global y muy diversificada, es de resaltar el minimalismo y

presentación de sus resultados⁹ y llegar a la determinación del valor de la acción de una empresa de la magnitud de General Electric (ver tabla 2).

Tabla 2: Valoración de General Electric con el método de Damodaran

Business	Revenues in 2017	Average EBIT Margin before G&A, 2013-17	Normalized EBIT before G&A	Normalized EBIT (with corporate expenses allocated)	Normalized EBIT (1-t)	Cost of Capital	ROIC - Next 5 years	Expected growth next 5 years	Value of Business
Power	\$ 35,990.00	14.34%	\$ 5,161.92	\$ 4,061.80	\$ 3,046.35	4.91%	9.28%	6.10%	\$ 73,138.18
Renewable Energy	\$ 10,280.00	8.24%	\$ 847.46	\$ 532.70	\$ 399.53	6.88%	8.00%	16.34%	\$ 6,455.88
Oil & Gas	\$ 17,231.00	10.97%	\$ 1,890.80	\$ 1,365.19	\$ 1,023.89	8.82%	3.71%	-0.13%	\$ 11,924.66
Aviation	\$ 27,375.00	22.09%	\$ 6,046.58	\$ 5,209.28	\$ 3,906.96	8.52%	20.27%	4.55%	\$ 52,849.35
Healthcare	\$ 19,116.00	17.01%	\$ 3,251.87	\$ 2,668.20	\$ 2,001.15	7.97%	15.07%	0.99%	\$ 26,233.80
Transportation	\$ 4,178.00	20.71%	\$ 865.41	\$ 737.06	\$ 552.80	7.49%	26.67%	-6.62%	\$ 6,075.26
Lighting	\$ 1,987.00	5.24%	\$ 104.14	\$ 43.03	\$ 32.27	8.50%	9.66%	-24.94%	\$ 280.49
Total (non-capital)	\$ 116,157.00	15.35%	\$ 17,829.69	\$ 17,551.60	\$ 13,163.70				\$ 176,957.62
GE Capital Business	\$ 9,070.00	3.00%	\$ 272.10	\$ (5.98)	\$ (4.49)	6.23%	0.00%	-4.25%	\$ 27,080.96
Value of businesses									\$ 204,038.59
- GE Debt									\$ 83,568.00
- GE Capital Debt									\$ 51,023.00
- Minority Interests									\$ 17,723.00
+ Cash									\$ 43,299.00
Value of equity									\$ 95,023.59
- Options									\$ 218.94
Value of equity in common stock									\$ 94,804.65
Value per share									\$ 10.92

Estudio de Eventos

Los eventos afectan el precio de una acción determinada, de esta manera, si el evento es positivo se espera que el precio suba, si es negativo que baje y si no es significativa se espera que no tenga un impacto. La estrategia de inversión clásica es que el inversionista conociendo el valor real de la acción y ante el efecto producido por un evento lo analice y determinando como afecto el precio lo compare con su valor intrínseco y compre o venda en caso de que el precio de la acción este por debajo o por encima del mismo (ver tabla 3).

Tabla 3: Estrategia de inversión con base al valor intrínseco

Relación	Decisión
Pactual < Vintrínseco	comprar acción
Pactual > Vintrínseco	Vender acción
Pactual = Vintrínseco	Mantener posición

Esto en apariencia esta sería una forma válida y rápida de obtener ventajas del Estudio de Eventos. Sin embargo, la revisión de la hipótesis de eficiencia de mercados indicaría que esta información ya está incorporada en el precio. "La hipótesis de eficiencia de mercados rechaza la visión dque la información pueda proporcionar una ventaja duradera considerando el grado de la fortaleza de esta

⁹ El artículo completo se encuentra en el siguiente blog del profesor Damoran en el site de la universidad NYU: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

hipótesis(débil, semifuerte o fuerte). La hipótesis sostiene que las noticias se propagan muy rápidamente, de modo que, existen oportunidades muy breves para arbitrar la discrepancia de información” (Romero y Balch, 2017, p.1219).

En 1997 Mackinley realizó un trabajo de cómo afectaba un evento al precio de la acción, para ello clasificó los eventos como bueno, malos y no significativos, en un horizonte de 21 días antes de un evento y 21 días después, los resultados hallaron que ante un evento negativo el precio de la acción caía en promedio 1.5% inmediatamente luego de el evento, en tanto que subía 2% en promedio después de una buena noticia. Una explicación para esta diferencia es que las noticias positivas magnifican las ganancias de precios, en tanto que las malas confirman el pesimismo previo en ambos casos, esto lo sintetizó en la figura 5.

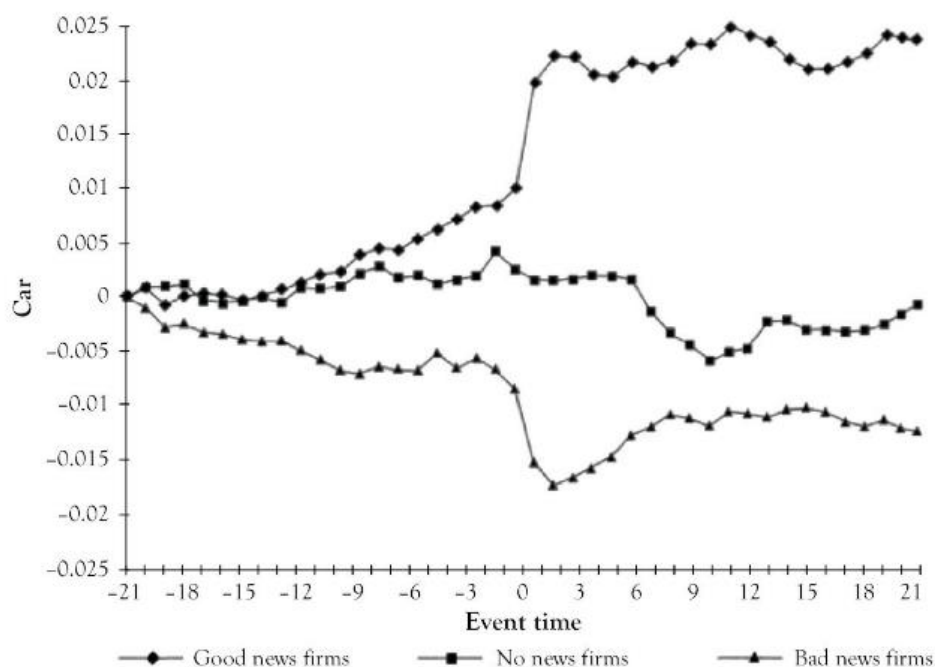


Figura 5: Efectos de eventos en el precio de una acción.

Gráfico publicado por Mackinlay en 1997.

CAR significa Rendimiento Acumulativo Anormal (en inglés Cumulative Abnormal Return)

Series de Tiempo

Existen varias aproximaciones para estudiar los fenómenos de series de tiempo que se aplican a economía, fenómenos climatológicos, etc. A diferencia de las otras técnicas que se utilizan en econometría donde lo que se determina son las relaciones estructurales, el estudio de Series de

Tiempo trata de explicar que los valores del futuro provienen de los datos del pasado y no de las variables independientes. Estos desarrollos empezaron con Box y Jenkins en 1970 con la publicación de la clásica obra Time series análisis forecasting and control donde exponen los fundamentos de la técnica conocida como ARIMA (del inglés autoregressive integrated moving average), el objetivo es tratar de predecir en el corto plazo el valor de la variable en estudio.

Una variante del análisis de serie de tiempo se denomina ARCH (autoregressive conditional heteroskedasticity) es decir, la varianza no es constante, se utiliza en finanzas para modelar series de tiempo que tienen comportamiento normal y fluctuante, esto por la heterocedasticidad.

La generalización de este método se denomina GARCH (Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity). “En este modelo los periodos de alta volatilidad tienden a ser persistentes, dado que $X(t)$ tiene la posibilidad de ser grande si tanto el $X(t-1)$ y la Desviación estándar de $(t-1)$ son grandes”. (McNeils, 2005, p.145). Como se aprecia este modelo y dada su flexibilidad para incorporar situaciones de variabilidad extrema que se producen luego de un evento puede ser una forma de modelar y predecir valores en esas condiciones.

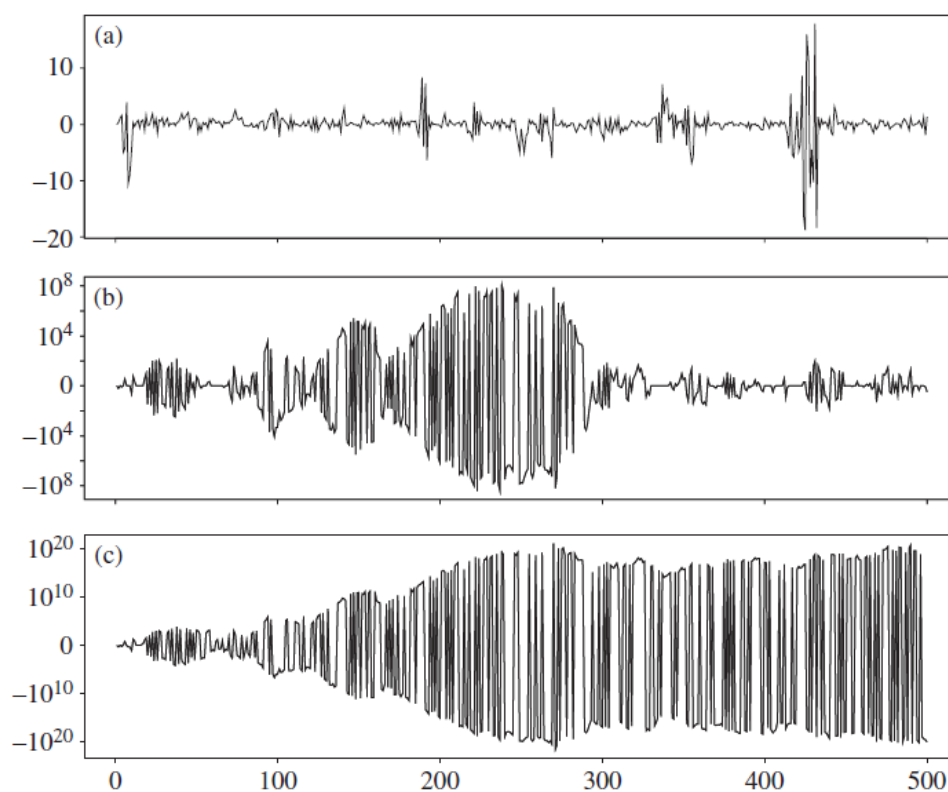


Figura 6: muestra (a) y (b) modelos ARCH y (c) ejemplo de GARCH

Este gráfico compara como modelar volatilidades
proviene de “Risk Management” de Embrechts

VII. Metodología de Trabajo, Cronograma y Presupuesto.

La metodología de trabajo se detalla tiene las siguientes fases iterativas:

1. Clasificar Evento, es decir, categorizarlo como “bueno”, “malo”, “no significativo”, en esta fase de la investigación proponemos utilizar un modelo de regresión logística porque nos otorga la probabilidad del evento y puede modelar en las variables independientes características métricas y categóricas
2. Predecir valor futuro, aquí lo que se pretende es determinar la magnitud del cambio dado el evento determinado para una acción específica, al momento hemos encontrado referencias para aplicar series de Tiempo con los modelos GARCH que modelan situaciones con gran variabilidad. La otra herramienta para utilizar o evaluar son las redes neuronales.
3. Establecer acción, se refiere a establecer una recomendación que será enviada al backtest para corroborar resultados con base a la data histórica de la acción.
4. Procesar Backtest, se refiere al procesamiento de la acción y la determinación de los indicadores, con base a esto se realizará la decisión final de la acción a tomar.
5. Rebalancear Portafolio, es ejecutar la acción recomendada por los pasos anteriores y revisar los límites y política de Cash.
6. Medir Rendimiento, es actualizar los indicadores de gestión de portafolio y mostrarlos a través de un Dashboard que permita revisar la evolución y rendimiento del portafolio.

El esquema se muestra en la figura 7 y el cronograma de trabajo en la tabla 4, que muestra un avance del 26% a diciembre de 2018.

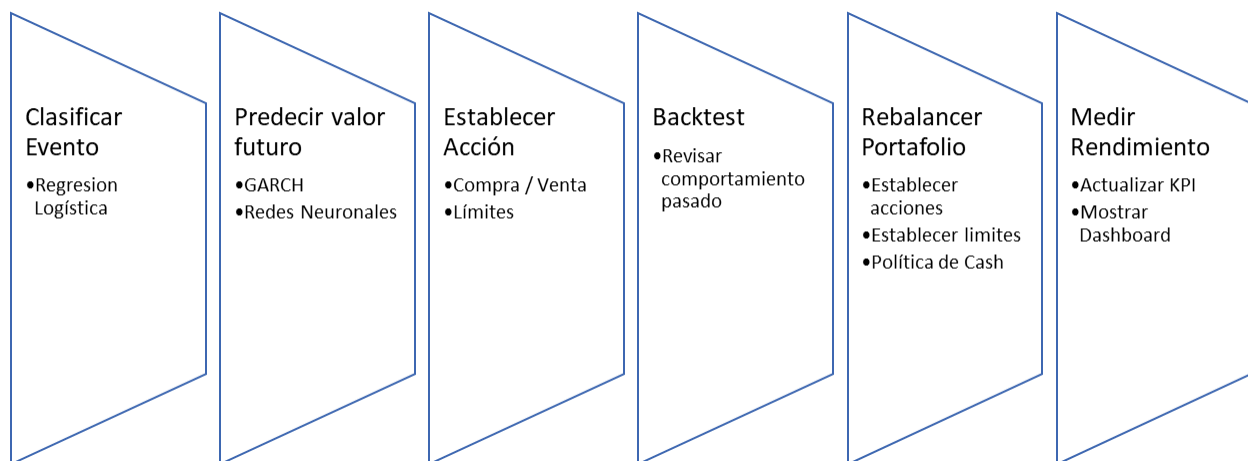


Figura 7: Metodología de trabajo

Tabla 4: cronograma de trabajo

[illegible]

Actividades realizadas	28
Total de actividades	109
Avance a dic 2018	26%

Respecto al presupuesto, el estimado es de USD 16,700 conforme se presenta en la tabla 5. El principal costo corresponde al desarrollo del prototipo (backtest y programación del modelo y sus respectivas pruebas) con un total de 63%. Le siguen el desarrollo de las competencias teóricas (modelos, seminarios, libros y papers) con un total de 33%, esto es necesario porque en la maestría no se dicta el curso GARCH o redes neuronales, y que deben seguirse de preferencia bajo la modalidad on-line en las universidades mejor categorizadas del mundo. Finalmente el 3% es para gastos que corresponden a cafes, la impresión y empaste de la tesis.

Tabla 5: Presupuesto

Recurso	Costo Unitario USD	Cantidad	Subtotal	%	% Acumulado	Comentario
Programación de Backtest	1,500.00	3.00	4,500.00	27%	27%	3 meses de un analista programador
Programación de modelos	1,500.00	2.00	3,000.00	18%	45%	2 meses de un analista programador
Pruebas y ajustes	1,500.00	2.00	3,000.00	18%	63%	2 meses de un analista programador
Cursos en Línea para GARCH, Redes Neuronales y otras técnicas de ML	400.00	5.00	2,000.00	12%	75%	
Seminarios, Cursos	500.00	4.00	2,000.00	12%	87%	
Libros, papers	40.00	30.00	1,200.00	7%	94%	
Certificación Quantative Analyst	400.00	1.00	400.00	2%	96%	
Almuerzos, cafes, reuniones	20.00	20.00	400.00	2%	99%	
Impresiones, empastado de tesis	200.00	1.00	200.00	1%	100%	
Total			16,700.00	100%		

Bibliografía

Markowitz, (1952), Portfolio Selection, The Journal of Finance, Vol. 7, N° 1 (mar 1952), pp. 77-91

MacKinlay, (1997), Event Studies in Economics and Finance, Vol. 35 (mar 1997), pp. 13-39

Maymin, (2009), Markets are efficient if and only if $P=nP$, NYU-Polytechnic Institute

Romero P, Balch T., (2017), What Hedge Funds Really Do: An Introduction to Portfolio Management, Business Expert Press

Aldas, J., Uriel E., (2017), Análisis Multivariante aplicado con R, Ediciones Paraninfo

Cairo A, (2016), The Truthful Art: Data, Charts, and Maps for Communication, New Riders

McKinney W, (2018), Python for Data Analysis, O'Reilly Media

Hoyos, Isaias, Esposito, Bruno, Nuñez del Prado, Miguel (2018), Detector: Automatic Detection System for Terrorist Attack Trajectories, Simbig, Universidad del Pacífico.

McNeil A, Frey R, Embrechts P, (2005), Risk Management, Princeton University Press, New Jersey