



Universidad de
San Andrés

Universidad de San Andrés

Escuela de Administración y Negocios

Magister en Finanzas

***Efecto de los anuncios de variables macroeconómicas en la
volatilidad implícita del mercado de Estados Unidos***

Autor: Diego Echagüe

DNI: 32.401.631

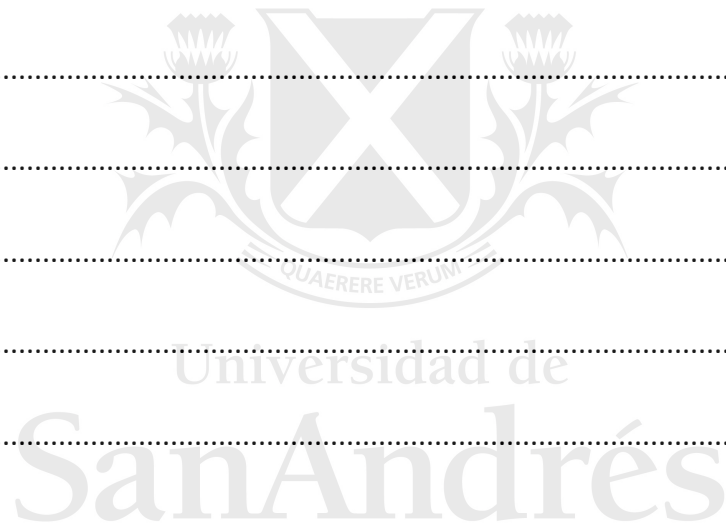
Director de Trabajo Final de Graduación: Ignacio Warnes

Buenos Aires, Argentina

20 de Octubre de 2023

Índice

I. Introducción	5
II. Literatura Previa	8
III. Hipótesis.....	13
IV. Variables	14
V. Metodología	20
VI. Resultados.....	23
VII. Conclusión.....	46
Glosario	49
Bibliografía.....	50



Índice de Tablas

Tabla 1. Descripción Estadística del VIX.....	15
Tabla 2. Distribución diaria del Retorno del VIX	16
Tabla 3. Descripción Estadística Volatilidad Implícita por Sector.....	17
Tabla 4. Distribución diaria Retorno Volatilidad Implícita por Sector	17
Tabla 5. Distribución diaria Publicación Variables Macroeconómicas	19
Tabla 6. Prueba de Dickey - Fuller Aumentada- Datos del Cierre del VIX	23
Tabla 7. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada - Ret. Log. del VIX	24
Tabla 8 Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Vol Imp Sector Financiero	26
Tabla 9. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Ret Log VI Sector Financiero	26
Tabla 10. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Vol Imp Sector Tecnológico.....	28
Tabla 11. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Ret Log VI Sector Tecnológico	28
Tabla 12. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Vol Imp Sector Industrial	30
Tabla 13. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Ret Log VI Sector Industrial.....	30
Tabla 14. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Vol Imp Sector Cons. Defensivo	32
Tabla 15. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada - Ret Log VI Sector Cons. Defensivo	32
Tabla 16. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada - Variables Independientes	33
Tabla 17. Resultados Ecuación N° 2	34
Tabla 18. Resultados Ecuación N° 1 y N° 3 - VIX - Var. Indep. Completas	35
Tabla 19. Resultados Ecuación N° 1 y N° 3 - VIX - Var. Indep. Significativas	35
Tabla 20. Resultados Regresión - Sector Financiero - Var. Indep. Completas	37
Tabla 21. Resultados Regresión - Sector Financiero - Var. Indep. Significativas	37
Tabla 22. Resultados Regresión-Sector Tecnológico - Var. Indep. Completas.....	39
Tabla 23. Resultados Regresión - Sector Tecnológico - Var. Indep. Significativas	40
Tabla 24. Resultados Regresión - Sector Industrial - Var. Indep. Completas.....	40
Tabla 25. Resultados Regresión - Sector Industrial - Var. Indep. Significativas	41
Tabla 26. Resultados Regresión - Sector Cons. Def. - Var. Indep. Completas	43
Tabla 27. Resultados Regresión - Sector Cons. Def. - Var. Indep. Significativas	43
Tabla 28. Resultados Regresión división por etapas del VIX.....	44

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Retornos y Variación logarítmica diaria del VIX	16
Gráfico 2. Retornos y Variación logarítmica diaria del Sector Financiero	25
Gráfico 3. Retornos y Variación logarítmica diaria del Sector Tecnológico	27
Gráfico 4. Retornos y Variación logarítmica diaria del Sector Industrial	29
Gráfico 5. Retornos y Variación logarítmica diaria del Sector Cons. Defensivo	31



Universidad de
San Andrés

Índice de Ecuaciones

<i>Ecuación 1</i>	20
<i>Ecuación 2</i>	21
<i>Ecuación 3</i>	21
<i>Ecuación 4</i>	22



Universidad de
SanAndrés

Efecto de los anuncios de variables macroeconómicas en la volatilidad implícita del mercado de Estados Unidos.

I. Introducción

En las últimas décadas a partir del surgimiento de nuevas tecnologías, herramientas y nuevos actores que se incorporaron al mundo financiero, el mercado vio un crecimiento importante en su nivel de operaciones, generando la necesidad y aparición de nuevos análisis y estrategias para el manejo del riesgo y la asignación de fondos. Para dichos análisis los analistas tienen en cuenta diversos factores de riesgo que afectan los retornos y la volatilidad de los mercados. Algunos de estos factores de riesgo son intrínsecos a cada organización y según la Arbitrage Pricing Theory planteada por Stephen Ross (1976) pueden eliminarse diversificando la cartera. Otros son extrínsecos a esta, como el contexto político internacional o las variables macroeconómicas, pero tienen una gran influencia en la valuación de los activos financieros. Es por eso, que los inversores buscan diferentes maneras de acceder a la información de estas variables y no sólo el acceso, sino los tiempos en los que se obtiene y la velocidad de reacción son de suma importancia a la hora de armar estrategias y elaborar las diferentes hipótesis de inversión.

La forma en la que las variables macroeconómicas impactan en el precio y la volatilidad de los activos financieros fue estudiada por diversos autores planteando modelos diferentes y obteniendo resultados diversos. La mayor parte de estos trabajos se basan en analizar anuncios de variables macroeconómicas previamente programados y la forma en que éstos se relacionan con la volatilidad y los retornos de un mercado en particular permitiendo identificar aquellos factores que generan un mayor impacto.

Estudios han encontrado evidencia de una fuerte relación entre índices de diferentes mercados a nivel mundial y algunas variables macroeconómicas como el producto bruto interno, el nivel de empleo, las tasas, el Índice de Precios del Consumidor, entre otras, así como también una fuerte interconexión entre países, donde el dato de un país en particular no sólo afecta a su propio mercado sino también al de otros.

Siendo que la volatilidad cada vez está tomando un papel más importante en los análisis y en la gestión de riesgos, esto motivó el planteo de este trabajo y la posibilidad de encontrar el nivel de relación entre el desvío estándar del mercado y la economía. El presente análisis se centrará en identificar el efecto que generan las noticias de algunas variables macroeconómicas en la volatilidad implícita del mercado accionario de Estados

Unidos, haciendo principal foco en los momentos en que la información se hace pública y centrándome en variables cuya fecha de publicación se conoce con antelación. Estos anuncios tienen un gran impacto en la decisión de los inversores dado que la volatilidad, como medida de la incertidumbre, afecta de forma directa la valuación de los activos financieros. La idea de plantear un modelo en base a la volatilidad implícita en lugar de la realizada, considero, permite además la posibilidad de realizar pronósticos más acertados basados en los sentimientos del mercado dado que ésta es un buen indicador de la volatilidad futura de los retornos.

Para ello utilizaré un sistema similar a los planteados en trabajos previos. Me enfocaré en la incertidumbre del mercado accionario medida como la volatilidad implícita y la forma en que ésta reacciona alrededor de los días en los que se anuncian el CPI, el IPI, la Tasa de Desempleo, la tasa de los fondos de la Fed, la variación en la cantidad de créditos otorgados a los consumidores, los permisos de construcción, las ventas minoristas y la variación mensual de nuevas órdenes de compra de bienes durables. Pero a diferencia de los trabajos anteriores, no sólo me enfocaré en la volatilidad del mercado en general a partir del VIX, sino que también diferenciaré la misma en base a diferentes sectores de la economía según los índices del S&P, intentado identificar mediante regresiones estadísticas los factores que tienen una mayor influencia en cada sector.

El trabajo tendrá distintos enfoques con el fin de poder alcanzar resultados más concluyentes. Desarrollaré diferentes regresiones que me permitirán obtener una mayor cantidad de resultados. En primer lugar, analizaré mediante una regresión la relación del VIX con las fechas en las que se anuncian los datos de las variables macroeconómicas antes mencionadas. La misma metodología la repetiré realizando regresiones entre las fechas de los anuncios y la volatilidad implícita de los siguientes sectores del mercado de Estados Unidos:

- Sector Financiero
- Sector Tecnológico
- Sector Industrial
- Sector Consumo Defensivo

Para estimarla me basé en los Select Sector Index del S&P y, considerando las 3 compañías que mayor peso tienen en cada índice según su capitalización bursátil ponderé la volatilidad implícita diaria de cada una de ellas en base a su Interés Abierto.

Por otro lado, considero un análisis interesante separar los datos en base a los diferentes períodos dentro del ciclo del mercado. Dado que la volatilidad está relacionada de forma negativa con los retornos, posiblemente el impacto de los factores macroeconómicos no sea el mismo en épocas de incertidumbre que en épocas de estabilidad. Es por eso por lo que dividiré los datos del VIX en diferentes etapas desde 1997

hasta 2022 en base a diferentes ciclos del mercado y analizaré el impacto de los anuncios de las variables macroeconómicas en cada una de ellas identificando de esta forma si efectivamente existe una reacción diferente según el contexto.

Finalmente, y teniendo en cuenta el trabajo realizado por Gonzalez-Perez y Guerrero (2013) donde identificaron un patrón en forma de sonrisa en la relación del VIX con los días de la semana, aislaré los posibles efectos estacionales de cada día con una regresión y volveré a realizar los análisis previos usando los residuos. De esta forma podré identificar si los resultados obtenidos previamente estaban afectados por la estacionalidad y determinar el efecto real de la publicación de la información sobre la volatilidad del mercado.

Los resultados del análisis muestran que efectivamente existe una relación entre el anuncio de los factores macroeconómicos y la volatilidad implícita. Los días en los que se reúne el Comité de Operaciones de Mercado Abierto (FOMC por sus siglas en inglés) y se anuncian los datos de empleo se puede observar en promedio una caída en el VIX incluso luego de controlar las variables por el componente estacional. Además, pude concluir que el IPI tiene un impacto en casi todos los diferentes sectores analizados que puede tener relación con el período de la muestra analizada.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: En la sección II se presentan los estudios previos de otros autores relacionados a este trabajo y un breve análisis de los mismos. En la sección III presento las hipótesis planteadas. En el apartado IV se detallan las variables a utilizar y una explicación de los motivos por los cuales fueron seleccionadas, su clasificación e información estadística de los datos obtenidos. La sección V explica la metodología que voy a utilizar para mi análisis. En la VI detallo los resultados del estudio y finalmente en el apartado VII desarrollo las conclusiones a las que arribé.

Universidad de
San Andrés

II. Literatura Previa

Como se mencionó previamente, ya se realizaron algunos estudios relacionados a este tema con enfoques, variables y resultados diferentes. La mayoría de los trabajos se centran en la volatilidad realizada pero no muchos consideran la volatilidad implícita la cual refleja la expectativa de riesgos futuros en el mercado.

Uno de los trabajos que sí la considera es el realizado por Nikkinen y Sahlstrom (2001), éste analiza el comportamiento de la volatilidad implícita en los mercados de EE. UU. y Finlandia alrededor de los anuncios de reportes de Empleo, PPI y CPI. Su hipótesis plantea que la volatilidad se incrementa los días previos a los anuncios y cae el mismo día que la información se hace pública y debido al rol central de Estados Unidos en la economía mundial, los indicadores de este país afectan no solo al mercado interno sino también al resto del mundo.

El motivo de este comportamiento en la volatilidad implícita es que los anuncios contienen información relevante para la valuación de los activos financieros y una vez que esta información se incorpora a los precios luego de la publicación de los datos, lleva a una reducción de la incertidumbre y por ende a una caída en la volatilidad.

Los autores toman el Índice de Volatilidad de Finlandia y el VIX como *proxy* de la volatilidad implícita evitando los problemas de medición con los que puedan llegar a encontrarse. Además, consideran las fechas de anuncio de los reportes mensuales de empleo, del CPI y del PPI desde enero 1996 hasta febrero del 2000 obteniendo 50 mediciones. A estas fechas además se les suma un período de “Pre-anuncio” siendo este de 2 días previos y un período de “Post-anuncio” para los 2 días posteriores a la publicación de los resultados.

Con los datos ya establecidos, los autores plantean 2 modelos diferentes. Mediante variables *dummy*, donde los días en que se publican los datos macroeconómicos toman el valor de 1 y los demás días del mes 0, emplean una ecuación relacionando cada índice con las variables de los 3 factores en su conjunto. De acuerdo con la hipótesis planteada, para validarla los coeficientes de la regresión deberían ser negativos, dado que los días de los anuncios el VIX debería caer.

Para el segundo modelo, ya incluyen las variables con los días previos y posteriores a los anuncios para determinar si los cambios en los índices son graduales o se producen de forma más abrupta.

Al observar los resultados de las regresiones, los autores comprueban sus hipótesis. Concluyen que la volatilidad implícita aumenta previo a los días de los anuncios y cae luego de estos indicando que la incertidumbre que generan estos datos es un factor importante que influye en el mercado. A su vez, se observa que la caída de los índices se produce el

mismo día de la noticia y no se encuentra evidencia estadística que determinen una baja en los días posteriores, lo que indicaría que la misma no se produciría de forma paulatina, sino que se absorbería en su totalidad el mismo día de la publicación de los datos.

Finalmente, los autores realizan una prueba de causalidad de Granger para determinar si efectivamente los datos de Estados Unidos tienen un impacto en el mercado finlandés y con los resultados de esta prueba logran confirmar su hipótesis estableciendo una causalidad que va desde la economía de los Estados Unidos hacia el mercado de Finlandia.

Los resultados de este estudio me permiten plantear algunos de los interrogantes que analizaré en el presente trabajo y confirmar la idea de realizar el estudio sobre el mercado de Estados Unidos, el cual como se mencionó previamente considero tiene un impacto no solo dentro del mismo país sino en otros mercados lo que permite realizar un análisis más general y formular estrategias de inversión globales.

Otro trabajo que analiza el impacto de los factores macroeconómicos en la volatilidad implícita es el realizado por Fuss, Mager, Wohlenberg y Zao (2011). Los autores sugieren que los cambios en la volatilidad deberían afectar los retornos esperados, por ende, entender la dinámica de la volatilidad en el mercado debería ayudar a comprender las variaciones que sufren dichos retornos. Siendo que la volatilidad implícita es un indicador de la volatilidad futura, el uso de variables exógenas podría ayudar a revelar posibles patrones.

A diferencia del trabajo anterior, los autores en este caso plantean un sistema multivariable para su estudio analizando los índices de volatilidad de Estados Unidos y Alemania (VIX y VDAX respectivamente) y su reacción a la publicación de datos macroeconómicos, así como también la interacción entre ambos índices. Como variables independientes toman los anuncios de datos del PBI, el Índice de Precios del Productor y el Índice de Precios del Consumidor. Además, dividen sus datos en submuestras para realizar un segundo análisis y detectar diferencias estructurales en los diferentes períodos.

El estudio plantea que la volatilidad aumenta paulatinamente previo a los días de los anuncios para caer de forma inmediata luego de éstos, cuando se pone fin a la incertidumbre. Este proceso se repite de manera continua con las siguientes publicaciones de datos macroeconómicos generando un patrón “sierra” en la volatilidad implícita.

La conclusión a la que llegan los autores es que efectivamente la volatilidad cae los días en los que se anuncian los datos en más del 1% para los resultados estadísticamente significativos, pero no encuentran evidencia estadística sobre un movimiento en los índices los días previos a los anuncios, rechazando su hipótesis del patrón “sierra”.

Por otro lado, al haber planteado un modelo multivariable, encuentran que la publicación de la información de cada país afecta a ambos índices, teniendo un mayor impacto las noticias de Estados Unidos que las de Alemania.

Al igual que en el trabajo de Nikkinen y Sahlstrom (2001), logran demostrar una interconexión entre diferentes mercados, confirmando la globalización de los mismos. Pero a diferencia de ellos, no encuentran resultados concluyentes sobre un incremento de la volatilidad en los días previos a los anuncios lo que puede darse por el uso de algunas variables diferentes.

Por otra parte, Chen y Clements (2007) analizan el comportamiento de los retornos del VIX alrededor de las fechas de las reuniones del FOMC, donde la Reserva Federal de Estados Unidos (FED) determina los pasos a seguir en su política monetaria. Más allá de las decisiones que se toman en estas reuniones, los autores encuentran un patrón interesante en el VIX durante esos días.

Consideran 10 años de datos, desde 1996 al 2006, donde el FOMC se reunió 88 veces, pero a diferencia de trabajos anteriores, no creen encontrar el patrón “sierra” que se mencionó previamente. Esto se debe a que para que el VIX tome esa forma el análisis debería basarse en una fecha de vencimiento cada vez menor. A medida que el tiempo se reduce, la importancia relativa de un día en particular con una volatilidad implícita mayor se vuelve aun más grande y por ende la volatilidad esperada promedio aumenta. Como el VIX se basa en un horizonte constante de 30 días, los autores no esperan que se observe un incremento en la volatilidad implícita previo a los anuncios ya que la importancia relativa de ese día se mantiene constante.

Para verificar su hipótesis, los autores plantean una regresión en la que analizan no sólo el mismo día de las reuniones del FOMC sino 5 días previos y 5 días posteriores a esta. Además, agregan un parámetro de análisis de reversión a la media del VIX. Los resultados a los que llegan muestran que no hay evidencia significativa que permita predecir un movimiento en el índice durante los días que rodean a las reuniones más allá del componente de reversión a la media. Sin embargo, encuentran evidencia de una baja en el VIX en los mismos días en los que el FOMC se reúne de aproximadamente el 2% que no se pueden atribuir únicamente al componente de reversión.

Estos resultados coinciden con Fuss, Mager, Wohlenberg y Zao (2011) pero discrepan con el análisis realizado por Nikkinen y Sahlstrom (2001) en el sentido que estos sí encontraron evidencia de un aumento en el VIX en los días previos a los anuncios. Los mismos autores en su trabajo sugieren que esta diferencia se deba posiblemente al período en consideración ya que en ese momento la volatilidad del mercado estaba en aumento.

Esta comparación entre los diferentes estudios abre el interrogante sobre cómo el período de tiempo a analizar puede influir en los resultados. Por ese motivo, como se mencionó previamente, en este trabajo dividiré la muestra del VIX en diferentes etapas en base a los ciclos del mercado para intentar determinar si en las fechas cercanas a los anuncios el índice se comporta de alguna manera en particular, aislando el problema

mencionado por Chen y Clements (2007) acerca de la influencia del contexto económico en el mercado.

Por su parte Grieb, Krichel & Vaisanen (2016) también analizan el impacto de la publicación de diferentes datos económicos en el VIX. Se enfocan principalmente en las reuniones del FOMC, datos de empleo, PPI y CPI entre el 2004 y el 2015. Pero a diferencia de otros estudios, también analizan si las variaciones que sufre el índice se deben a otros factores como la estacionalidad, los retornos de los activos financieros o el momento en el que se encuentra el mercado.

Los autores toman en consideración trabajos anteriores para intentar identificar las variables que afectan al VIX, aislarlas y finalmente encontrar el impacto real de los factores macroeconómicos a analizar. Proponen una regresión donde toman como variable dependiente el retorno de VIX y como variables independientes usan los retornos del S&P, el volumen operado de éste y los días de la semana, tomando en cuenta los feriados, mediante variables *dummy* y excluyendo la constante para evitar la multicolinealidad.

Al analizar los resultados de esta primera ecuación, como se esperaba el coeficiente para los retornos es negativo y significativo debido a la correlación negativa entre el VIX y el S&P. También se observa un coeficiente positivo y significativo para la variable de volumen operado, llevando a pensar que a medida que aumenta la incertidumbre también lo hace el volumen en el mercado.

En el caso de la influencia de los días de la semana, se observa que estos explican parte de los cambios en el VIX. Hay un incremento promedio significativo en el índice los días lunes, y jueves y una caída los martes, miércoles y en mayor medida los viernes, coincidiendo en este caso con el trabajo de Gonzalez-Perez y Guerrero (2013) mencionado previamente e indicándome la posibilidad de encontrar resultados similares en mi análisis.

Finalmente, con los residuos de esta primera regresión, los autores plantean una segunda ecuación para identificar, ahora sí, el impacto que tienen los anuncios de las variables macroeconómicas en la volatilidad implícita del mercado de Estados Unidos. En este caso la variable independiente son los mismos días de los anuncios, buscando específicamente el movimiento del VIX en esos días en particular, sin considerar el comportamiento los días previos y posteriores. Arriban a la conclusión que tanto las reuniones del FOMC como los anuncios de datos de empleo generan una baja en el índice, probablemente provocada por una reducción en la incertidumbre del mercado. Por otro lado, la fecha de anuncios del CPI y el PPI muestran resultados diferentes. Si no se controlan las variables estacionales, estos factores muestran resultados significativos con un nivel del 10%, pero por el contrario si se controlan esas variables y se utilizan los residuos para esta regresión, no encuentran evidencia estadística de un impacto de estos 2 factores en el VIX, lo que indicaría que la variación en el índice en los días de estos anuncios se explica

principalmente por los retornos del mercado, el volumen operado y el componente estacional.

Estos resultados son coincidentes con otros estudios realizados y contribuyen al punto de partida planteado en este trabajo. Además, el planteo de aislar posibles factores influyentes en el VIX permite determinar con mayor certeza el impacto de las variables en las que quiero enfocar mi análisis pudiendo arribar a resultados más confiables.

Considero que los estudios realizados en estos y otros trabajos aportan un análisis interesante para los inversores, permitiendo formular estrategias basadas en la publicación programada de datos. Con mi trabajo pretendo traer una mayor amplitud y detalle a los estudios anteriores, haciendo una apertura del mercado en diferentes sectores que permita diferenciar qué variable macroeconómica tiene mayor influencia en cada uno.



Universidad de
San Andrés

III. Hipótesis

En base a los estudios previos relacionados con este tema y a las observaciones realizadas considero que una de las variables que podrían afectar a la volatilidad implícita del mercado de Estados Unidos es la publicación de datos de factores macroeconómicos. Más allá del contenido del informe el cual podría orientar el sentido de las transacciones, creo que el sólo hecho de la incertidumbre que generan los reportes programados de estos factores podrían tener un impacto en el mercado. Considero que la publicación de estos datos debería tener una relación negativa con la volatilidad implícita dado que una vez que la información es liberada, la incertidumbre de los inversores es eliminada y esto debería verse reflejado en el mercado. Resulta interesante ver, además, si se confirma la hipótesis, la medida del impacto.

Hipótesis 1 – Existe una relación negativa entre la volatilidad implícita del mercado de Estados Unidos y la fecha de publicación de datos macroeconómicos.

Por otro lado, creo que el impacto de los anuncios de las variables analizadas varía según el contexto en el que se encuentra el mercado. Siendo que en épocas de mayor incertidumbre los inversores reaccionan de forma diferente ante los distintos estímulos, considero que el efecto de la publicación de datos macroeconómicos será mayor en épocas bajistas que en períodos de crecimiento.

Hipótesis 2 – El impacto de la publicación de datos macroeconómicos será diferente según el mercado se encuentre en períodos de estabilidad o de mayor incertidumbre.

Finalmente, más allá del efecto que puedan tener los anuncios en el mercado en general, creo que el mismo puede variar según los diferentes sectores de la economía. Por ejemplo, el impacto del índice de producción industrial debería ser mayor en sectores de manufactura dado que apunta principalmente a la situación de ese segmento. Debido a esto, planteo una tercera hipótesis.

Hipótesis 3 – El efecto que generan la publicación de las diferentes variables macroeconómicas difiere según el sector de la economía.

IV. Variables

Volatilidad Implícita

La variable dependiente en este trabajo es la volatilidad implícita del mercado de Estados Unidos. Esta, según (Mayhew 1995) es la evaluación que hace el mercado sobre la volatilidad esperada de un activo. La misma se refleja en el precio de las opciones de dicho activo y se mide como la volatilidad esperada promedio hasta la fecha de expiración del derivado. Siendo que, a mi criterio, la volatilidad implícita capta de una forma más acertada las expectativas de los inversores que la volatilidad histórica, es por eso por lo que decidí tomarla como la variable principal en la cual enfocar el presente trabajo.

Si bien se puede calcular mediante la ecuación de Black & Scholes, ésta considera a la volatilidad de manera constante. Sin embargo, en la práctica podemos encontrar en los diferentes contratos de opciones de un activo niveles diferentes de volatilidad implícita por más que su vencimiento sea el mismo. Estas variaciones se pueden observar a partir de los diferentes precios de ejercicio en cada opción. Varios autores plantearon diferentes formas para calcular esta volatilidad. Uno de ellos, Gemmill (1986), llegó a la conclusión que el mejor estimador de la volatilidad futura es la volatilidad implícita de la opción más cercana a estar “A dinero” o ATM (por sus siglas en inglés) y para este trabajo me basaré en su análisis para determinar los niveles de volatilidad implícita de los diferentes activos.

Como *proxy* de la volatilidad implícita del mercado usaré los datos del VIX obtenidos desde Yahoo Finance. Este índice calcula la volatilidad esperada a 30 días del mercado de acciones de Estados Unidos a través de la medición de los precios de determinadas opciones de compra (Call) y de venta (Put) de acciones pertenecientes al índice S&P 500. Consideraré los valores diarios al cierre desde enero de 1997 hasta septiembre de 2022 y calcularé la variación logarítmica diaria de dichos valores. El período seleccionado surge con la idea de poder identificar diferentes etapas del ciclo del mercado de Estados Unidos y de esta forma también poder definir si el impacto de las variables macroeconómicas difiere según períodos de incertidumbre o de estabilidad.

En total cuento con 6.841 datos los cuales dividiré en 6 etapas tal como se muestra en la Tabla 1, basándome en los períodos alcistas y bajistas provocados por las crisis dotcom y subprime y la etapa post pandemia del coronavirus.

Tabla 1. Descripción Estadística del VIX

Período	Estadístico	VIX	Var Log VIX
TOTAL	Media	20,6	0,0001
	Desvío	8,47	0,0697
	Valor Mínimo	9,14	-0,3506
	Valor Máximo	82,69	0,7682
01/1997 - 02/2000	Media	24,08	0,00%
	Desvío	4,97	5,79%
	Valor Mínimo	16,23	-19,38%
	Valor Máximo	45,74	29,50%
03/2000 - 09/2002	Media	25,08	0,07%
	Desvío	5,45	5,53%
	Valor Mínimo	16,33	-14,57%
	Valor Máximo	45,08	27,12%
10/2002 - 11/2007	Media	16,75	-0,03%
	Desvío	5,90	5,82%
	Valor Mínimo	9,89	-29,99%
	Valor Máximo	42,64	49,60%
12/2007 - 07/2009	Media	33,67	0,02%
	Desvío	14,00	7,07%
	Valor Mínimo	16,30	-28,35%
	Valor Máximo	80,86	29,63%
08/2009 - 12/2019	Media	17,14	-0,03%
	Desvío	5,71	7,66%
	Valor Mínimo	9,14	-35,06%
	Valor Máximo	48,00	76,82%
01/2020 - 09/2022	Media	24,85	0,13%
	Desvío	9,07	8,51%
	Valor Mínimo	12,10	-26,62%
	Valor Máximo	82,69	48,02%

Fuente: Elaboración propia

Como era de esperarse, hay una marcada diferencia entre las distintas etapas mencionadas. En aquellas que se caracterizaron por un período de incertidumbre el VIX registró una media y desvíos más altos y por este motivo analizaré si también en esos momentos la reacción del mercado a los anuncios de variables macroeconómicas es diferente a los períodos de mayor estabilidad.

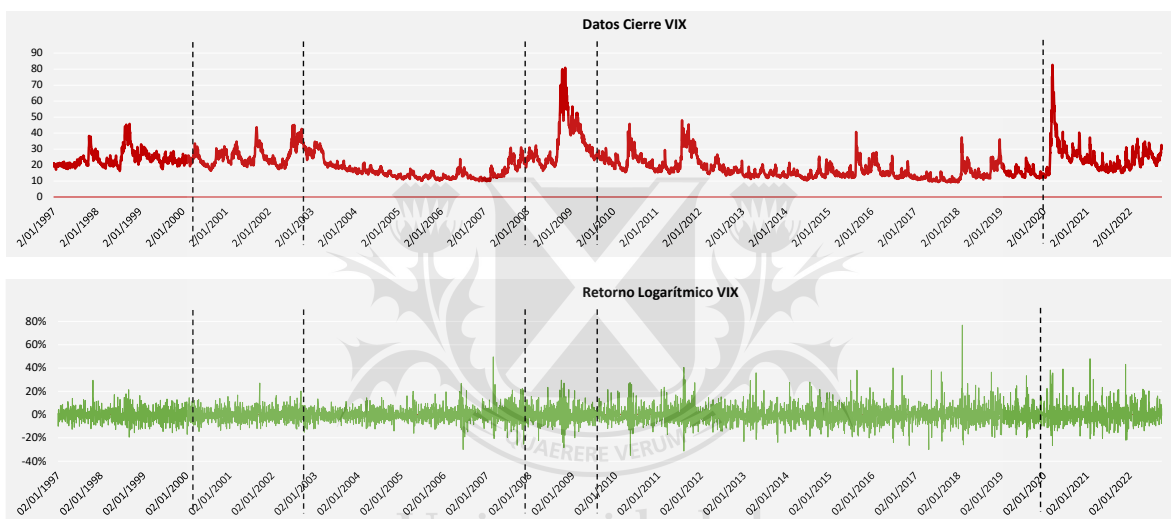
Además, teniendo en cuenta la estacionalidad antes mencionada se observa en la Tabla 2 lo analizado en trabajos anteriores acerca del incremento en el VIX los lunes y jueves y la baja los martes, miércoles y especialmente los viernes. Esta información me llevó a tener en cuenta la estacionalidad al momento de realizar mi análisis para poder determinar si el impacto de la publicación de cada variable macroeconómica esta influenciada por el día de la semana en que se anuncia.

Tabla 2. Distribución diaria del Retorno del VIX

Día	Var Log VIX
Lunes	1,85%
Martes	-0,14%
Miércoles	-0,51%
Jueves	0,02%
Viernes	-1,07%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Retornos y Variación logarítmica diaria del VIX



Por otro lado, para poder identificar la volatilidad implícita de diferentes sectores dentro del mercado de Estados Unidos seleccioné 4 índices de los Select Sectors del S&P Dow Jones. De cada uno de ellos tomé las 3 principales empresas que lo componen en base a su capitalización bursátil y obtuve, tomando como fuente la información de barchart.com, la volatilidad implícita diaria desde octubre 2018 a septiembre 2022 a partir del promedio de la volatilidad de los contratos Put y Call At the Money más cercanos al vencimiento siguiendo el estudio de Gemmill (1986) mencionado previamente.

Finalmente, para llegar a la volatilidad implícita diaria de cada sector ponderé los datos de las 3 empresas seleccionadas de cada uno en base al interés abierto de la totalidad de sus contratos de opciones y llegué de esta forma al valor diario de cada sector.

Los sectores y empresas seleccionadas son:

- Sector Financiero: *Compuesto por las opciones de Berkshire Hathaway Inc., JP Morgan Chase & CO y Bank of America Corp.*
- Sector Tecnológico: *Compuesto por las opciones de Apple Inc., Microsoft Corporation y NVIDIA Corporation.*

- Sector Industrial: *Compuesto por las opciones de United Parcel Service Inc, Union Pacific Corporation y Raytheon Technologies Corp.*
- Sector Consumo Defensivo: *Compuesto por las opciones de Walmart Inc, Procter & Gamble Co y The Coca-Cola Company.*

En la Tabla 3 y 4 se muestra la descripción de los 1.006 datos obtenidos de cada sector.

Tabla 3. Descripción Estadística Volatilidad Implícita por Sector

Estadístico	Volatilidad Implícita por sector			
	Financiero	Tecnológico	Industrial	Cons. Defensivo
Media	30,19%	32,77%	22,97%	20,94%
Desvío	11,62%	8,78%	8,61%	6,91%
Valor Mínimo	15,59%	18,33%	16,86%	12,18%
Valor Máximo	122,58%	90,95%	83,43%	72,78%

Estadístico	Variación Volatilidad Implícita por sector			
	Financiero	Tecnológico	Industrial	Cons. Defensivo
Media	0,07%	0,06%	0,06%	0,04%
Desvío	6,57%	7,04%	6,77%	6,54%
Valor Mínimo	-32,63%	-31,09%	-36,02%	-33,90%
Valor Máximo	36,26%	40,33%	28,56%	29,93%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Distribución diaria Retorno Volatilidad Implícita por Sector

Día	Sector			
	Financiero	Tecnológico	Industrial	Cons. Defensivo
Lunes	1,67%	2,21%	2,47%	2,04%
Martes	-0,03%	0,17%	-1,22%	-0,37%
Miércoles	-0,70%	-0,86%	-0,73%	-0,36%
Jueves	0,31%	0,38%	0,02%	-0,03%
Viernes	-0,80%	-1,47%	-0,02%	-0,96%

Fuente: Elaboración Propia

Variables Macroeconómicas

En base a la evidencia teórica de trabajos anteriores decidí analizar el comportamiento de la volatilidad implícita durante los días en los que se anuncian el CPI

(Índice del precios al consumidor), el IPI (Índice de producción industrial), la Tasa de Desempleo, los días en los que se reúne el FOMC y anuncian la tasa de fondos de la FED, la variación en la cantidad de créditos otorgados a los consumidores, los permisos de construcción, las ventas minoristas y la variación mensual de nuevas órdenes de compra de bienes durables.

Esta decisión se basó en que estos indicadores además de haber sido incluidos en varios estudios previos son considerados de gran importancia por los inversores como termómetro de la economía y abarcan un amplio espectro dentro de la situación económica del país, desde el mercado de bienes raíces a la situación económico-financiera de consumidores, productores y entidades financieras.

En promedio el FOMC se reúne 8 veces al año donde deciden el futuro de la política monetaria de Estados Unidos y se toman las decisiones acerca de las tasas de interés. Esta tasa es de gran importancia en el mercado ya que determina el costo de los préstamos a los que podrían acceder las empresas. Los datos son obtenidos del Federal Reserve System de Estados Unidos con un total de 213 observaciones que van desde enero 1997 a septiembre 2022 y donde la mayoría de las veces ocurre los miércoles.

En relación con los datos de empleo, el reporte de la tasa de desempleo es anunciado generalmente el primer viernes de cada mes. Esta información es importante porque indica el nivel de actividad en diferentes sectores de la economía, así como un pronóstico del posible nivel de consumo en la sociedad. Los datos de esta variable son obtenidos del del U.S. Bureau of Labor Statistics habiendo un total de 309 observaciones que van desde enero 1997 a septiembre 2022.

El CPI por su parte se anuncia en general entre el 10 y el 15 de cada mes. Mayormente los miércoles, pero con una distribución más uniforme que los indicadores mencionados previamente. Determinando el nivel de inflación de la economía, este es un indicador clave dentro del análisis ya que influye tanto en el negocio de las empresas como en el consumo. Al igual que la información de desempleo, estos datos los obtuve del U.S. Bureau of Labor Statistics, para el mismo período y con un total de 307 registros.

Por otro lado, el IPI es el Índice de Producción Industrial, el cual mide el nivel y capacidad de producción en industrias de manufactura, minería y servicios lo que lo hace un indicador importante que permite determinar un pronóstico del crecimiento de la economía. Al igual que el CPI se publica a mediados de cada mes y tiene una distribución uniforme en los días de publicación, pero con una leve mayoría los viernes. La información es obtenida del Federal Reserve System de Estados Unidos con un total de 309 observaciones desde enero 1997 a septiembre 2022.

Los créditos otorgados a los consumidores es un indicador que puede mostrar un crecimiento o decrecimiento en la economía. Mide el nivel de deuda que toman los consumidores para comprar bienes y servicios y si éstos están dispuestos a tomar más

deuda implica que confían en poder saldarla a futuro. Los datos se publican en su mayoría los días viernes y son obtenidos de la Federal Reserve con un total de 309 registros desde enero 1997 hasta septiembre 2022.

En el caso de los Permisos de Construcción, estos detallan los permisos que otorga el gobierno previo al inicio de un proyecto inmobiliario. En general son reportados a mediados de cada mes, mayormente los días martes o miércoles por el US Census Bureau y para el caso del período analizado en este estudio cuento con un total de 308 observaciones.

Por el lado del reporte de Ventas Minoristas, éste es publicado por el US Census Bureau a mediados de cada mes. El informe indica la demanda de productos terminados por parte del consumidor final y la muestra contiene 307 registros que van desde enero 1997 hasta septiembre 2022.

Finalmente, el informe de Órdenes de Compra de Bienes Durables también publicado por el US Census Bureau muestra la inversión en bienes para la producción que hacen los productores. Este reporte se publica los últimos días de cada mes, mayormente los miércoles y jueves, y para el análisis cuento con 308 registros.

En la Tabla 5 se puede ver el detalle de los días en los que cada una de las variables macroeconómicas mencionadas previamente son anunciadas.

Tabla 5. Distribución diaria Publicación Variables Macroeconómicas

Variable	Reporte CPI	Reunión FOMC	Reporte IPI	Reporte T. Desempleo	Crédito Consumidor	Permisos de Construcción	Ventas Minoristas	Órdenes de Compra de Bs. Durables
Lunes	0	1	30	4	60	1	19	11
Martes	70	70	70	1	43	116	72	43
Miércoles	103	131	68	0	44	96	61	116
Jueves	63	9	38	12	48	59	73	87
Viernes	71	2	103	292	114	36	82	51
TOTAL	307	213	309	309	309	308	307	308

Fuente: Elaboración propia

V. Metodología

Para el análisis realizaré diferentes regresiones estadísticas planteando diversas ecuaciones que podrían ayudarme a explicar el impacto del anuncio de los datos macroeconómicos en la volatilidad implícita.

Previo al planteo de las regresiones mencionadas analizaré la viabilidad de las variables a utilizar para evitar posibles relaciones espurias. A partir del análisis de los gráficos y de diferentes pruebas de Dickey - Fuller aumentada que me permitan determinar si las series tienen raíz unitaria podré definir si éstas son o no estacionarias y de esta forma confirmar que los resultados a los que arribaré serán consistentes.

Luego, con los datos mencionados en el punto IV planteo una primera regresión para identificar el impacto que tiene la publicación de las diferentes variables macroeconómicas en conjunto sobre la volatilidad implícita del mercado y de cada sector de la economía mencionado previamente.

Para ello, planteo la Ecuación 1:

Ecuación 1

$$\ln \frac{Vol Imp_t}{Vol Imp_{t-1}} = \alpha + \beta D_t^{CPI} + \gamma D_t^{FED} + \delta D_t^{IPI} + \theta D_t^{TD} + \mu D_t^{CC} + \phi D_t^{PC} + \omega D_t^{VM} + \sigma D_t^{BD} + u_t$$

Donde $Vol Imp_t$ se refiere al VIX en el caso del mercado general o los datos obtenidos de cada Sector con el método mencionado previamente en el día t . La variable $D_{,t}$ son variables *dummy* de cada factor macroeconómico que toman el valor de 1 los días en que cada uno de ellos es anunciado y el valor de 0 en los días restantes.

Según mi hipótesis, los coeficientes β , γ , δ , θ , μ , ϕ , ω y σ deberían ser negativos cuando $D_t = 1$ evidenciando una baja en la volatilidad implícita los días en que se publica la información.

Por otro lado, además de las variables macroeconómicas, como se demostró en trabajos anteriores, hay evidencia de otros factores que pueden influenciar la variable dependiente. Grieb, Krichel & Vaisanen (2016) encontraron evidencia de un patrón estacional en el VIX que influye en sus movimientos y puede explicar parte de ellos. Al igual que estos autores aislaré los efectos estacionales de la volatilidad implícita ya que como se pudo observar en la tabla 2, hay una gran diferencia en las variaciones de ésta, medidos a partir del VIX, según el día de la semana. Teniendo en cuenta que por ejemplo casi el 95% de los informes de la Tasa de Desempleo se publicaron un viernes y que más del 60% de las reuniones del FOMC se dieron un miércoles, los valores obtenidos a partir de la Ecuación 1,

sin aislar previamente la estacionalidad de la volatilidad, pueden dar lugar a resultados espurios.

A partir de ello planteo la segunda ecuación aplicando variables *dummy* por cada día de la semana para luego usar los residuos de los resultados como variable dependiente y poder aplicar el análisis de los factores macroeconómicos.

Ecuación 2

$$\ln \frac{Vol Imp_t}{Vol Imp_{t-1}} = \beta_1 D_t^{lun} + \beta_2 D_t^{mar} + \beta_3 D_t^{mie} + \beta_4 D_t^{jue} + \beta_5 D_t^{vie} + \varepsilon_t$$

Donde $Vol Imp_t$, al igual que en la Ecuación 1, se refiere al VIX en el caso del mercado general o los datos obtenidos para cada Sector en el día t . La variable D_t son variables *dummy* que toman el valor de 1 cuando los días coinciden con el superíndice y el valor de 0 en los días restantes. Además, para evitar problemas de multicolinealidad, en esta regresión excluyo la constante.

Una vez obtenidos los resultados de esta segunda ecuación, usaré los residuos de esta regresión como variable para reemplazar la variable dependiente de la Ecuación 1.

Ecuación 3

$$e_t = \alpha + \beta D_t^{CPI} + \gamma D_t^{FED} + \delta D_t^{IPI} + \theta D_t^{TD} + \mu D_t^{CC} + \phi D_t^{PC} + \omega D_t^{VM} + \sigma D_t^{BD} + w_t$$

De este modo, comparando los resultados obtenidos en la Ecuación 1 y la Ecuación 3 para el mercado y para cada sector, podré determinar la diferencia que existe entre ambas ecuaciones y que puede ser explicado por el factor de estacionalidad.

Con estas ecuaciones busco comprobar las Hipótesis 1 y 3. Creo que analizando todos los resultados que obtenga a partir de ellas podré tener un panorama lo suficientemente amplio para determinar si efectivamente hay un efecto de la información publicada de los factores seleccionados en la volatilidad y de ser así, la magnitud de ese impacto no sólo en el mercado sino en los diferentes sectores de la economía.

Finalmente, con el fin de comprobar la segunda hipótesis, aplicaré la siguiente ecuación a las 6 diferentes etapas mencionadas previamente en las que dividí la muestra del VIX y compararé los resultados obtenidos para identificar el efecto de los factores

macroeconómicos en la volatilidad implícita según si el mercado se encuentra en un período de estabilidad o de incertidumbre.

Ecuación 4

$$\ln \frac{VIX_t^p}{VIX_{t-1}^p} = \alpha + \beta D_t^{CPI} + \gamma D_t^{FED} + \delta D_t^{IPI} + \theta D_t^{TD} + \mu D_t^{CC} + \phi D_t^{PC} + \omega D_t^{VM} + \sigma D_t^{BD} + u_t$$

Donde VIX_t^p se refiere al valor del cierre del VIX en el día t para el período p en los que dividí la muestra original. La variable D_t son variables *dummy* de cada factor macroeconómico que toman el valor de 1 los días en que cada uno de ellos es anunciado y 0 en los días restantes.



Universidad de
San Andrés

VI. Resultados

Como mencioné, realicé un análisis para determinar si las series de datos son estacionarias o no. En primer lugar, como se observó en el Gráfico 1, tanto los valores del cierre como los retornos logarítmicos del VIX no muestran una tendencia clara lo que podría indicar que ambas variables son estacionarias. De todas formas, esto se confirma mediante los resultados de la prueba de Dickey–Fuller aumentada mostrados en las Tablas 6 y 7.

Para ambas variables tomé el criterio de Akaike para determinar los rezagos. En el caso de los valores de cierre del VIX, incluí únicamente la constante dado que la tendencia determinística no era significativa y finalmente para la serie de retornos logarítmicos del VIX excluí tanto la tendencia como la constante.

Tabla 6. Prueba de Dickey - Fuller Aumentada- Datos del Cierre del VIX

Dickey - Fuller T-Statistic		-6,1371
Valores Críticos	1%	-3,4312
	5%	-2,8618
	10%	-2,5669
Variable	Coeficiente	
VIX (-1)	-0,0164 ***	
R (VIX(-1))	-0,1409 ***	
R (VIX(-2))	-0,0510 ***	
R (VIX(-3))	-0,0186	
R (VIX(-4))	-0,0740 ***	
R (VIX(-5))	-0,0092	
R (VIX(-6))	-0,0343 ***	
R (VIX(-7))	-0,0278 **	
R (VIX(-8))	-0,0380 ***	
R (VIX(-9))	0,0382 ***	
R (VIX(-10))	0,0413 ***	
Constante	0,3400 ***	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Tabla 7. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada - Ret. Log. del VIX

Dickey - Fuller T-Statistic		-28,7718
Valores Críticos	1%	-2,5653
	5%	-1,9409
	10%	-1,6167
Variable	Coficiente	
VIX (-1)	-1,4293	***
R (VIX(-1))	0,3309	***
R (VIX(-2))	0,2610	***
R (VIX(-3))	0,2153	***
R (VIX(-4))	0,1571	***
R (VIX(-5))	0,1216	***
R (VIX(-6))	0,0675	**
R (VIX(-7))	0,0290	
R (VIX(-8))	-1,0155	
R (VIX(-9))	-0,0244	**

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Como se puede ver en ambos casos hay significancia en los rezagos y el estadístico T es menor que los valores críticos coincidiendo en ambas series lo que indica que puedo rechazar la hipótesis nula confirmando que ambas son estacionarias.

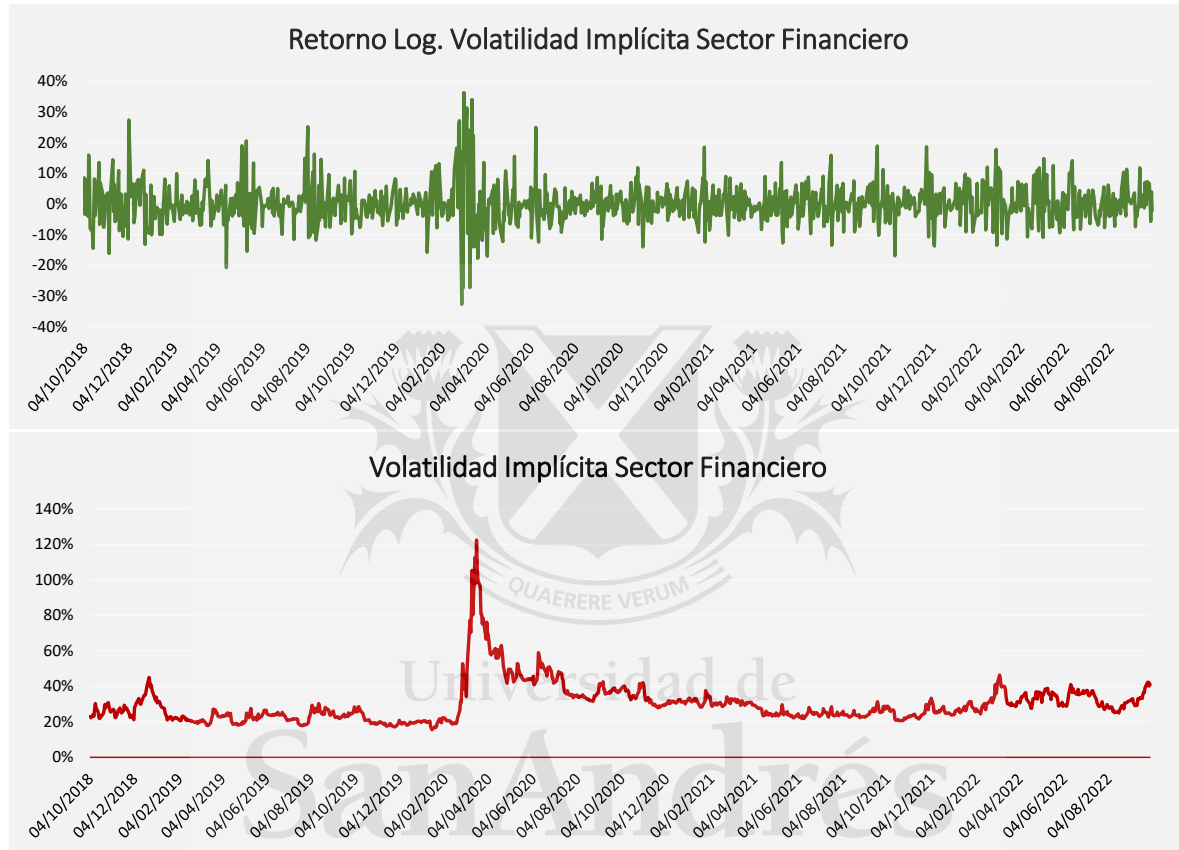
En relación a las restantes variables dependientes, realicé las mismas pruebas obteniendo resultados similares. Como se puede observar en las tablas 8 a 15, en todos los casos al analizar los retornos logarítmicos de la volatilidad implícita de cada sector se rechaza la hipótesis nula llegando a la conclusión que las diferentes series de datos son estacionarias indicando que pueden ser utilizadas para el estudio planteado.

A continuación, se detallan tanto los gráficos como los resultados obtenidos en la prueba de Dickey-Fuller Aumentada en cada una de las variables planteadas para el trabajo.

Sector Financiero

Para este sector, la volatilidad implícita fue calculada a partir de los contratos de opciones Put y Call At the Money más cercanos al vencimiento de las empresas Berkshire Hathaway Inc., JP Morgan Chase & CO y Bank of America Corp.

Gráfico 2. Retornos y Variación logarítmica diaria del Sector Financiero



Fuente: Elaboración propia basada en datos tomados de Barchart

Tabla 8 Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Vol Imp Sector Financiero

Dickey - Fuller T-Statistic		-4,0821
Valores Críticos	1%	-3,4367
	5%	-2,8642
	10%	-2,5683
Variable	Coeficiente	
VI Fin (-1)	-0,0311 ***	
R (VI Fin(-1))	-0,1944 ***	
R (VI Fin(-2))	0,2070 ***	
R (VI Fin(-3))	0,0446	
R (VI Fin(-4))	-0,0051	
R (VI Fin(-5))	0,0899 ***	
R (VI Fin(-6))	-0,0635 *	
R (VI Fin(-7))	0,1019 ***	
R (VI Fin(-8))	-0,0450	
R (VI Fin(-9))	0,0753 **	
Constante	0,0096 ***	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Tabla 9. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Ret Log VI Sector Financiero

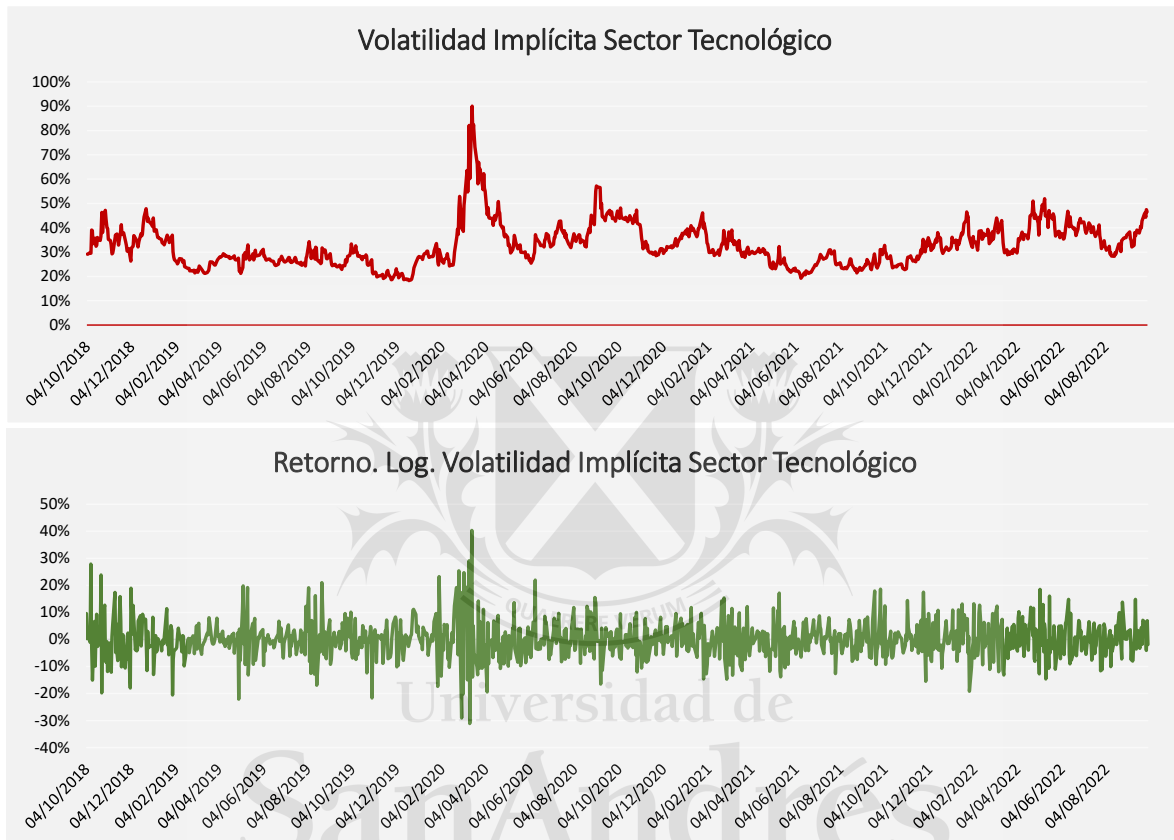
Dickey - Fuller T-Statistic		-10,3499
Valores Críticos	1%	-2,5673
	5%	-1,9411
	10%	-1,6165
Variable	Coeficiente	
Ret VI Fin (-1)	-1,0402 ***	
R (Ret VI Fin(-1))	-0,0489	
R (Ret VI Fin(-2))	0,0261	
R (Ret VI Fin(-3))	-0,0283	
R (Ret VI Fin(-4))	-0,0199	
R (Ret VI Fin(-5))	0,0026	
R (Ret VI Fin(-6))	-0,0545	
R (Ret VI Fin(-7))	0,0131	
R (Ret VI Fin(-8))	-0,0549 *	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Sector Tecnológico

Para el sector tecnológico, las empresas seleccionadas para construir el *proxy* de volatilidad implícita fueron Apple Inc., Microsoft Corporation y NVIDIA Corporation.

Gráfico 3. Retornos y Variación logarítmica diaria del Sector Tecnológico



Fuente: Elaboración propia basada en datos tomados de Barchart

Tabla 10. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Vol Imp Sector Tecnológico

Dickey - Fuller T-Statistic		-3,9186
Valores Críticos	1%	-3,4367
	5%	-2,8642
	10%	-2,5683
Variable	Coeficiente	
VI Tech (-1)	-0,0401 ***	
R (VI Tech(-1))	-0,2024 ***	
R (VI Tech(-2))	0,0693 **	
R (VI Tech(-3))	0,0322	
R (VI Tech(-4))	-0,0136	
R (VI Tech(-5))	0,0204	
R (VI Tech(-6))	-0,0337	
R (VI Tech(-7))	0,0586 *	
R (VI Tech(-8))	-0,1570 ***	
R (VI Tech(-9))	0,1282 ***	
R (VI Tech(-10))	0,0292	
R (VI Tech(-11))	-0,0074	
R (VI Tech(-12))	0,0810 **	
Constante	0,0133 ***	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Tabla 11. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Ret Log VI Sector Tecnológico

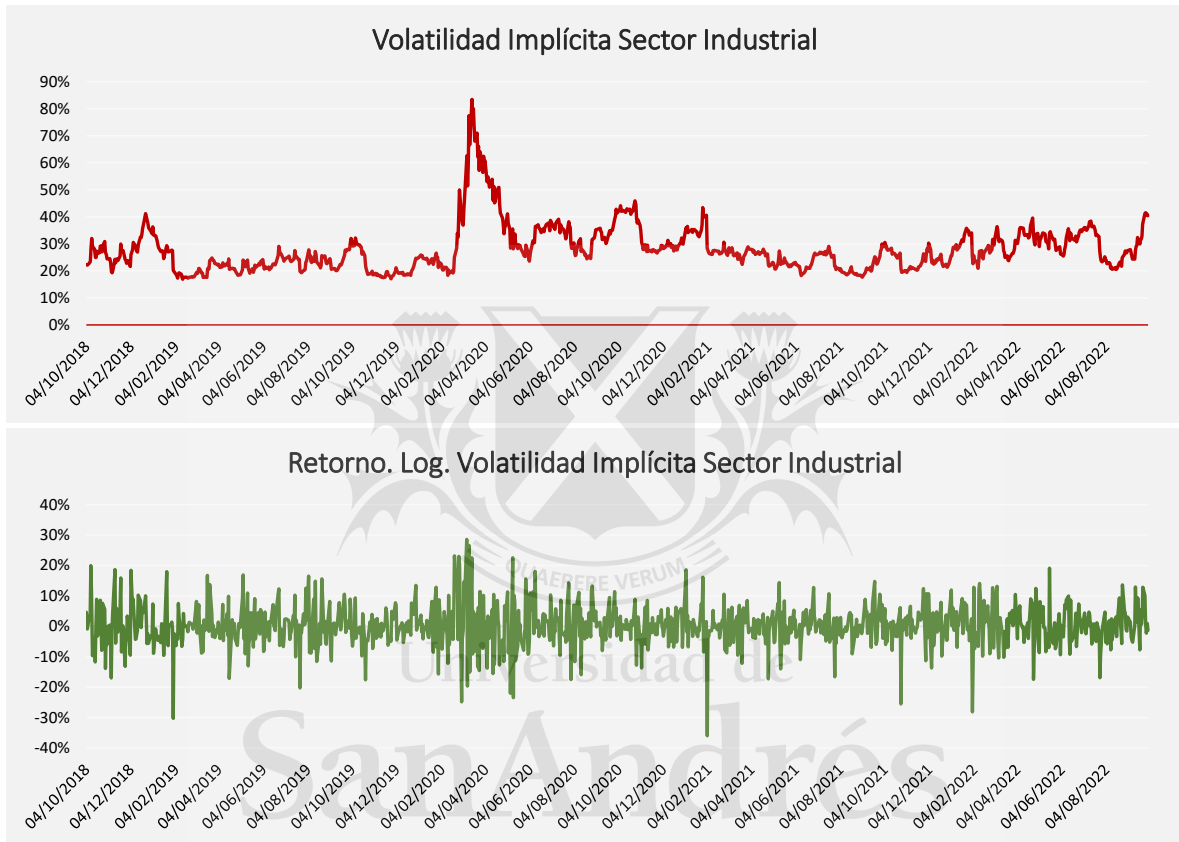
Dickey - Fuller T-Statistic		-11,4395
Valores Críticos	1%	-2,5673
	5%	-1,9411
	10%	-1,6165
Variable	Coeficiente	
Ret VI Tech (-1)	-1,3129 ***	
R (Ret VI Tech (-1))	0,1739 *	
R (Ret VI Tech (-2))	0,1644 *	
R (Ret VI Tech (-3))	0,1228	
R (Ret VI Tech (-4))	0,0729	
R (Ret VI Tech (-5))	0,0703	
R (Ret VI Tech (-6))	0,0309	
R (Ret VI Tech (-7))	0,0739	
R (Ret VI Tech (-8))	-0,0698 **	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Sector Industrial

Para este sector, utilicé los contratos de opciones de United Parcel Service Inc., Union Pacific Corporation y Raytheon Technologies Corp para elaborar el prxy de volatilidad implícita.

Gráfico 4. Retornos y Variación logarítmica diaria del Sector Industrial



Fuente: Elaboración propia basada en datos tomados de Barchart

Tabla 12. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Vol Imp Sector Industrial

Dickey - Fuller T-Statistic		-4,1459
Valores Críticos	1%	-3,4367
	5%	-2,8642
	10%	-2,5683
Variable	Coficiente	
VI Ind (-1)	-0,0349 ***	
R (VI Ind(-1))	-0,0942 ***	
R (VI Ind(-2))	0,0609 *	
R (VI Ind(-3))	0,0891 ***	
R (VI Ind(-4))	-0,0593 *	
R (VI Ind(-5))	0,1559 ***	
R (VI Ind(-6))	-0,0511	
R (VI Ind(-7))	0,0456	
R (VI Ind(-8))	-0,1295 ***	
R (VI Ind(-9))	0,1574 ***	
Constante	0,0099 ***	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Tabla 13. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Ret Log VI Sector Industrial

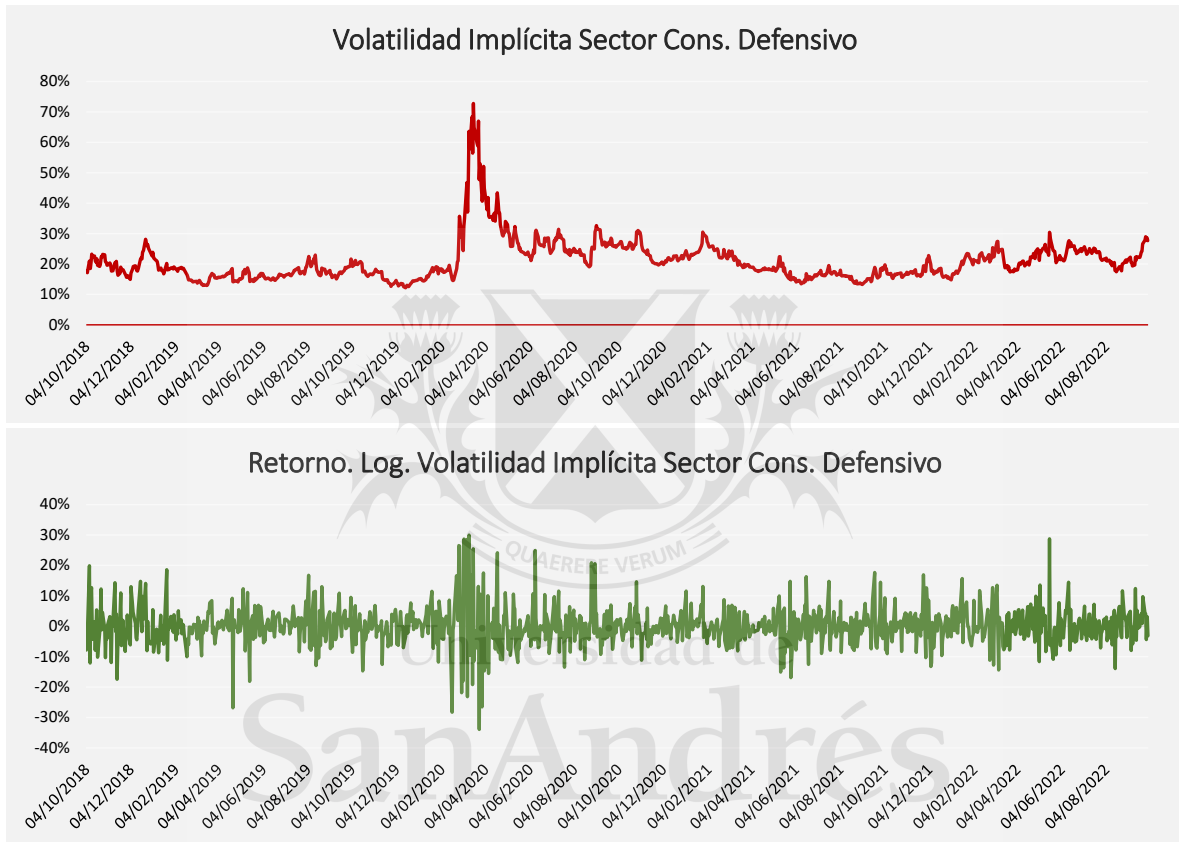
Dickey - Fuller T-Statistic		-10,4006
Valores Críticos	1%	-2,5673
	5%	-1,9411
	10%	-1,6165
Variable	Coficiente	
Ret VI Ind (-1)	-1,0251 ***	
R (Ret VI Ind(-1))	-0,0161	
R (Ret VI Ind(-2))	0,0025	
R (Ret VI Ind(-3))	0,0032	
R (Ret VI Ind(-4))	-0,0333	
R (Ret VI Ind(-5))	0,0578	
R (Ret VI Ind(-6))	0,0088	
R (Ret VI Ind(-7))	-0,0043	
R (Ret VI Ind(-8))	-0,0965 ***	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Sector Consumo Defensivo

Finalmente, para el sector de Consumo Defensivo las compañías utilizadas para elaborar el *proxy* fueron Walmart Inc., Procter & Gamble Co. y The Coca-Cola Company.

Gráfico 5. Retornos y Variación logarítmica diaria del Sector Cons. Defensivo



Fuente: Elaboración propia basada en datos tomados de Barchart

Tabla 14. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada -Vol Imp Sector Cons. Defensivo

Dickey - Fuller T-Statistic		-3,7489
Valores Críticos	1%	-3,4367
	5%	-2,8642
	10%	-2,5683
Variable	Coeficiente	
VI Cons. Def. (-1)	-0,0328 ***	
R (VI Cons. Def.(-1))	-0,1540 ***	
R (VI Cons. Def.(-2))	0,1312 ***	
R (VI Cons. Def.(-3))	-0,0209	
R (VI Cons. Def.(-4))	0,0425	
R (VI Cons. Def.(-5))	0,2050 ***	
R (VI Cons. Def.(-6))	-0,1273 ***	
R (VI Cons. Def.(-7))	0,0473	
R (VI Cons. Def.(-8))	-0,0994 ***	
R (VI Cons. Def.(-9))	0,2194 ***	
R (VI Cons. Def.(-10))	-0,0274	
R (VI Cons. Def.(-11))	-0,0591 *	
R (VI Cons. Def.(-12))	0,0846 **	
R (VI Cons. Def.(-13))	-0,0198	
R (VI Cons. Def.(-14))	-0,0853 ***	
R (VI Cons. Def.(-15))	0,0604 **	
R (VI Cons. Def.(-16))	-0,1527 ***	
R (VI Cons. Def.(-17))	0,0019	
R (VI Cons. Def.(-18))	0,1251 ***	
Constante	0,0069 ***	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Tabla 15. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada - Ret Log VI Sector Cons. Defensivo

Dickey - Fuller T-Statistic		-10,2701
Valores Críticos	1%	-2,5673
	5%	-1,9411
	10%	-1,6165
Variable	Coeficiente	
Ret VI Cons. Def. (-1)	-1,1068 ***	
R (Ret VI Cons. Def.(-1))	-0,0222	
R (Ret VI Cons. Def.(-2))	0,0305	
R (Ret VI Cons. Def.(-3))	-0,0475	
R (Ret VI Cons. Def.(-4))	-0,0547	
R (Ret VI Cons. Def.(-5))	0,0189	
R (Ret VI Cons. Def.(-6))	-0,0453	
R (Ret VI Cons. Def.(-7))	-0,0653	
R (Ret VI Cons. Def.(-8))	-0,1145 ***	

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Para las variables independientes también realicé la prueba de Dickey-Fuller aumentada, pero en este caso, siendo variables *dummy* que claramente no cuentan con una tendencia, no incluí la tendencia determinística en el análisis y realicé la prueba incluyendo únicamente la constante.

Como se puede observar en la tabla 16 en todas las variables el estadístico T es menor que los valores críticos indicando que las 8 series son estacionarias y confirmando la viabilidad de las mismas para el estudio.

Tabla 16. Prueba de Dickey-Fuller Aumentada - Variables Independientes

	CPI	FOMC	IPI	TD	CC	PC	VM	BD
Dickey - Fuller T-Statistic	-26,6886 ***	-21,1978 ***	-37,9453 ***	-25,6078 ***	-39,725 ***	-18,1327 ***	-16,2659 ***	-18,0415 ***
Valores Críticos	-3,4312	-3,4312	-3,4312	-3,4312	-3,4312	-3,4312	-3,4312	-3,4312
1%	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618
5%	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618	-2,8618
10%	-2,5669	-2,5669	-2,5669	-2,5669	-2,5669	-2,5669	-2,5669	-2,5669
Variable	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente
Variable (-1)	-7,2261 ***	-4,7164 ***	-11,9846 ***	-6,8714 ***	-12,9074 ***	-5,9508 ***	-6,0526 ***	-7,0653 ***
R (Variable(-1))	5,8827 ***	3,5586 ***	10,4267 ***	5,5486 ***	11,3388 ***	4,5703 ***	4,6189 ***	5,6602 ***
R (Variable(-2))	5,5177 ***	3,4167 ***	9,8442 ***	5,3316 ***	10,7231 ***	4,1681 ***	4,1816 ***	5,2291 ***
R (Variable(-3))	5,1478 ***	3,2705 ***	9,2653 ***	5,1052 ***	10,1016 ***	3,7694 ***	3,7618 ***	4,7938 ***
R (Variable(-4))	4,7832 ***	3,1022 ***	8,6922 ***	4,7737 ***	9,4849 ***	3,3873 ***	3,3713 ***	4,3712 ***
R (Variable(-5))	4,4271 ***	2,9278 ***	8,1216 ***	4,3793 ***	8,8707 ***	3,0257 ***	2,9999 ***	3,9639 ***
R (Variable(-6))	4,0778 ***	2,7684 ***	7,5511 ***	4,0397 ***	8,2556 ***	2,6822 ***	2,6398 ***	3,5673 ***
R (Variable(-7))	3,7325 ***	2,6154 ***	6,9796 ***	3,7348 ***	7,6401 ***	2,3538 ***	2,2902 ***	3,1785 ***
R (Variable(-8))	3,3892 ***	2,4728 ***	6,4078 ***	3,4228 ***	7,0246 ***	2,0422 ***	1,9495 ***	2,7985 ***
R (Variable(-9))	3,0466 ***	2,3272 ***	5,8362 ***	3,0965 ***	6,4092 ***	1,7400 ***	1,6143 ***	2,4265 ***
R (Variable(-10))	2,7042 ***	2,1742 ***	5,2646 ***	2,7693 ***	5,7938 ***	1,4476 ***	1,2866 ***	2,0645 ***
R (Variable(-11))	2,3618 ***	2,0268 ***	4,6930 ***	2,4411 ***	5,1784 ***	1,1611 ***	0,9686 ***	1,7109 ***
R (Variable(-12))	2,0195 ***	1,8833 ***	4,1214 ***	2,1132 ***	4,5630 ***	0,8811 ***	0,6627 **	1,3654 ***
R (Variable(-13))	1,6771 ***	1,7394 ***	3,5498 ***	1,7888 ***	3,9476 ***	0,5998 ***	0,3696	1,0258 ***
R (Variable(-14))	1,3347 ***	1,5945 ***	2,9815 ***	1,4622 ***	3,3322 ***	0,3185	0,0802	0,6954 ***
R (Variable(-15))	0,9957 ***	1,4497 ***	2,4118 ***	1,1351 ***	2,7201 ***	0,0404	-0,1998	0,3617
R (Variable(-16))	0,6611 ***	1,3060 ***	1,8421 ***	0,8113 ***	2,1065 ***	-0,2395	-0,4765 **	0,0317
R (Variable(-17))	0,3450 ***	1,1619 ***	1,2724 ***	0,4889 ***	1,4931 ***	-0,5128 ***	-0,7535 ***	-0,2969
R (Variable(-18))	0,0795	1,0135 ***	0,7254 ***	0,1869 **	0,8798 ***	-0,7511 ***	-1,0158 ***	-0,5981 ***
R (Variable(-19))	-0,1206 **	0,8745 ***	0,2528 ***	0,2262 ***	0,3897 ***	-0,8668 ***	-1,1663 ***	-0,7896 ***
R (Variable(-20))	-0,1940 ***	0,7315 ***	-0,0683 *	0,2856 ***	0,0380	-0,8740 ***	-1,2121 ***	-0,8116 ***
R (Variable(-21))	-0,1747 ***	0,5838 ***	-0,0874 ***	0,1298 **	-0,0528 **	-0,7635 ***	-1,0842 ***	-0,7347 ***
R (Variable(-22))	-0,1218 ***	0,4364 ***	-0,0216 *	-0,0451	-0,0231 *	-0,6183 ***	-0,8077 ***	-0,6515 ***
R (Variable(-23))	-0,0671 ***	0,3279 ***		-0,1323 ***		-0,4526 ***	-0,6346 ***	-0,4856 ***
R (Variable(-24))	-0,0211 *	0,1947 ***		0,0268		-0,3229 ***	-0,5123 ***	-0,3847 ***
R (Variable(-25))		0,0684		0,0795 ***		-0,2326 ***	-0,4098 ***	-0,3068 ***
R (Variable(-26))		-0,0697		0,0423 ***		-0,1563 ***	-0,3264 ***	-0,2369 ***
R (Variable(-27))		-0,1598 ***				-0,0967 ***	-0,2573 ***	-0,1772 ***
R (Variable(-28))		-0,2325 ***				-0,0528 **	-0,1954 ***	-0,1240 ***
R (Variable(-29))		-0,1506 ***				-0,0197	-0,1440 ***	-0,0818 ***
R (Variable(-30))		-0,1228 ***					-0,1004 ***	-0,0448 **
R (Variable(-31))		-0,1592 ***					-0,0551 **	-0,0183
R (Variable(-32))		-0,1848 ***					-0,0215 *	
R (Variable(-33))		-0,1240 ***						
Constante	0,3423 ***	0,1550 ***	0,5716 ***	0,3278 ***	0,6154 ***	0,2829 ***	0,2867 ***	0,3358 ***

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó Akaike como criterio de rezagos.

Una vez confirmada la estacionariedad de las variables, para intentar corroborar las hipótesis planteadas corrí las regresiones mencionadas en el apartado anterior.

Previo al detalle específico del efecto de los anuncios de los factores macroeconómicos, en la tabla 17 se detallan los resultados de la Ecuación 2 para las diferentes variables dependientes.

Tabla 17. Resultados Ecuación N° 2

Variable	VIX	Financiero	Tecnológico	Industrial	Consumo Defensivo
Lunes	0,0185 *** (-0,0020)	0,0167 *** (0,0047)	0,0221 *** (0,0051)	0,0247 *** (0,0048)	0,0204 *** (0,0047)
Martes	-0,0014 (0,0019)	-0,0003 (0,0045)	0,0017 (0,0048)	-0,0122 *** (0,0046)	-0,0037 (0,0045)
Miércoles	-0,0051 *** (0,0019)	-0,007 (0,0046)	-0,0086 * (0,0048)	-0,0073 (0,0047)	-0,0036 (0,0045)
Jueves	0,0002 (0,0019)	0,0031 (0,0046)	0,0038 (0,0049)	0,0002 (0,0047)	-0,0003 (0,0045)
Viernes	-0,0107 *** (0,0019)	-0,008 * (0,0046)	-0,0147 *** (0,0049)	-0,0002 (0,0047)	-0,0096 ** (0,0046)
Observaciones	6.481	1.005	1.005	1.005	1.005
R ²	0,0191	0,0179	0,0312	0,0340	0,0239
R ² Ajustado	0,0184	0,0129	0,0263	0,0292	0,0190

La tabla muestra los resultados de la Ecuación 2 para cada una de las variables dependientes. Entre () se muestra el desvío estándar y los ***, ** y * muestran el nivel de significancia al 1%, 5% y 10% respectivamente.

Como puede observarse, los resultados comprueban los estudios realizados por otros autores con relación al VIX. El índice muestra una variación positiva de 1,85% los lunes y una baja de poco más del 1% los viernes. Además, se confirma también la forma de sonrisa analizada por Gonzalez-Perez y Guerrero (2013) de la volatilidad implícita en los primeros días de la semana. Un patrón similar también se puede establecer en la mayoría de los sectores analizados.

Con los residuos de estas regresiones como variable dependiente de la Ecuación 3 y la volatilidad implícita utilizada en la Ecuación 1 a continuación, se detallan los resultados de ambas ecuaciones y las comparaciones entre ambas.

En primera instancia las Tablas 18 y 19 muestran los valores a los que se arribó tomando como variable de estudio el VIX.

Tabla 18. Resultados Ecuación N° 1 y N° 3 - VIX - Var. Indep. Completas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0035 *** (0,0001)	0,0020 ** (0,0010)
CPI	-0,0072 * (0,0042)	-0,0030 (0,0042)
FOMC	-0,0261 *** (0,0048)	-0,0223 *** (0,0048)
IPI	-0,0061 (0,0042)	-0,0039 (0,0042)
TD	-0,0287 *** (0,0043)	-0,0168 *** (0,0043)
CC	0,0047 (0,0043)	0,0033 (0,0043)
PC	-0,0079 * (0,0042)	-0,0047 (0,0041)
VM	-0,0076 * (0,0041)	-0,0039 (0,0041)
BD	-0,0017 (0,0041)	0,0028 (0,0040)
Observaciones	6.481	6.481
R ²	0,0133	0,0064
R ² Ajustado	0,0120	0,0052

Tabla 19. Resultados Ecuación N° 1 y N° 3 - VIX - Var. Indep. Significativas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0034 *** (0,0001)	0,0022 ** (0,0010)
CPI	-0,0086 ** (0,0041)	-0,0040 (0,0041)
FOMC	-0,0261 *** (0,0048)	-0,0222 *** (0,0048)
TD	-0,0270 *** (0,0041)	-0,0159 *** (0,0040)
PC	-0,0089 ** (0,0041)	-0,0055 (0,0041)
VM	-0,0083 ** (0,0041)	-0,0046 (0,0040)
Observaciones	6.481	6.481
R ²	0,0127	0,0061
R ² Ajustado	0,0120	0,0053

Las tablas muestran los resultados de la Ecuación 1 y la Ecuación 3 para el VIX. Entre () se muestra el desvío estándar y los ***, ** y * detallan el nivel de significancia al 1%, 5% y 10% respectivamente. CPI se refiere al Índice de precios del Consumidor, FOMC a las reuniones de este órgano, IPI es el Índice de Producción Industrial, TD es la Tasa de Desempleo, CC son los Créditos a los consumidores, PC los Permisos de Construcción, VM las Ventas Minoristas y BD las Órdenes de Bienes Durables. Son variables dummy que toman el valor de 1 en la fecha en la que se anuncian.

Tanto las reuniones del FOMC como la Tasa de Desempleo tienen un alto nivel de significancia en ambas regresiones lo que indica que la publicación de estas variables tiene un impacto importante en el VIX más allá del efecto estacional del índice. Se puede concluir que sufre una baja en promedio de más del 2% los días que el FOMC se reúne y anuncia la tasa y de más del 1,5% los días en que se publica la tasa de desempleo, sacando el componente estacional.

Por otro lado, en relación al CPI, a los Permisos de Construcción y a las Ventas Minoristas, estas variables son significativas al 10% cuando la variable dependiente es el retorno del VIX, pero cuando se usan los residuos de la Ecuación 2 los resultados cambian. En este caso no se encuentra evidencia estadística de un efecto de los anuncios de estas variables en la volatilidad implícita del mercado. Teniendo en cuenta que más de la mitad de estos datos se publican entre miércoles y viernes y que casi no hay publicaciones los lunes, la variación negativa del VIX al compararlo con las fechas de publicación de estos 3 indicadores puede explicarse en su mayoría por el efecto que genera el componente estacional sobre el índice.

Finalmente, en la Tabla 19 se observan los resultados de la regresión una vez eliminadas las variables independientes sin significancia estadística luego de ejecutar la primera ecuación. Como puede observarse, los resultados a los que se arriba son similares ya que las mismas variables tienen significancia en el modelo. De todas formas, esto lo hice para buscar una mayor eficiencia en la estimación de los coeficientes y como se puede concluir a partir de la comparación entre ambas tablas, no sólo el desvío estándar en algunos de los coeficientes se reduce, sino que se identifica un incremento en el R^2 ajustado, indicando una mejor estimación del modelo.

Estos resultados son coincidentes con varios de los trabajos analizados previamente en el sentido que todos encuentran evidencia de una baja en la volatilidad implícita generada por anuncios de variables macroeconómicas provocado por una reducción en la incertidumbre. La principal diferencia se da en el efecto que genera cada variable. Si bien todos los autores que analizan las reuniones del FOMC y los datos de empleo encuentran un efecto de estas variables en el VIX, tanto Nikkinen y Sahlstrom (2001) como Fuss, Mager, Wohlenberg y Zao (2011) identifican un efecto significativo del CPI provocando una caída en el VIX el mismo día del anuncio, pero en el caso de mi análisis esto sucede al no tener en cuenta el efecto de la estacionalidad en el índice, lo que puede explicar esta diferencia. Este resultado sí coincide con el trabajo de Grieb, Krichel & Vaisanen (2016) quienes luego de separar el efecto estacional tampoco encuentran evidencia significativa de un impacto del CPI en el VIX.

Respecto al análisis del impacto en los diferentes sectores de la economía, las Tabla 20 y 21 muestran cómo el sector financiero reacciona ante la publicación de la información de las variables independientes.

Tabla 20. Resultados Regresión - Sector Financiero - Var. Indep. Completas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0042 *	0,0021
	(0,0024)	(0,0024)
CPI	0,0009	0,0061
	(0,0098)	(0,0097)
FOMC	-0,0133	-0,0058
	(0,0115)	(0,0115)
IPI	-0,0244 **	-0,0207 *
	(0,0119)	(0,0118)
TD	-0,0193 *	-0,0095
	(0,0105)	(0,0104)
CC	0,0041	0,0036
	(0,0105)	(0,0104)
PC	-0,0058	-0,0028
	(0,0098)	(0,0097)
VM	-0,0193 *	-0,0177
	(0,0119)	(0,0118)
BD	-0,0005	0,0016
	(0,0097)	(0,0097)
Observaciones	1.005	1.005
R ²	0,0205	0,0142
R ² Ajustado	0,0126	0,0063

Tabla 21. Resultados Regresión - Sector Financiero - Var. Indep. Significativas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0036 *	0,0023
	(0,0022)	(0,0021)
IPI	-0,0239 **	-0,0207 *
	(0,0117)	(0,0116)
TD	-0,0171 *	-0,0083
	(0,0096)	(0,0096)
VM	-0,0205 *	-0,0185
	(0,0117)	(0,0115)
Observaciones	1.005	1.005
R ²	0,0185	0,0133
R ² Ajustado	0,0156	0,0104

Las tablas muestran los resultados de la Ecuación 1 y la Ecuación 3 para el sector financiero. Entre () se muestra el desvío estándar y los ***, ** y * detallan el nivel de significancia al 1%, 5% y 10% respectivamente. CPI se refiere al Índice de precios del Consumidor, FOMC a las reuniones de este órgano, IPI es el Índice de Producción Industrial, TD es la Tasa de Desempleo, CC son los Créditos a los consumidores, PC los Permisos de Construcción, VM las Ventas Minoristas y BD las Órdenes de Bienes Durables. Son variables dummy que toman el valor de 1 en la fecha en la que se anuncian.

Se identifica significancia en la publicación de los datos de producción industrial tanto al analizarlo con los retornos de la volatilidad como con los residuos luego de aislar los efectos estacionales. Este es el único indicador en el cual se identifica que provoque un impacto en la volatilidad implícita de este sector haciendo que caiga aproximadamente un 2% el día de su anuncio y el mismo puede explicarse en parte por el período analizado (2018 – 2022), el cual se caracterizó por la pandemia del Covid, una rápida recuperación y un posterior temor en el mercado por una posible recesión. Siendo que muchas industrias tuvieron que frenar sus operaciones y todas sufrieron una fuerte caída en su nivel de producción, durante este período el IPI fue uno de los indicadores más analizados por los inversores y que más variación presentó. Debido a esto, y el efecto que puede tener en la actividad económica y en el acceso al crédito por parte de las empresas es que puede tener un impacto significativo en el sector financiero.

Respecto a los demás indicadores, no se encuentra evidencia estadística que indique un impacto significativo más allá del efecto estacional. Esto puede deberse a que, en esta etapa de inflación y tasas crecientes, uno de los pocos sectores que puede incrementar sus ingresos es el financiero dado que ante la demanda de créditos pueden obtener rendimientos mayores, por lo que la volatilidad de este segmento puede no verse tan afectada como otros.

En el caso del sector de tecnología, como se puede ver en la Tabla 22, hay una reacción de la volatilidad implícita ante las reuniones del FOMC, la publicación del IPI y de la Tasa de Desempleo, pero en este último caso sólo evidenciable tomando como análisis la Ecuación 1. Si consideramos el factor estacional este último indicador ya no presenta un nivel de significancia que permita identificar un movimiento en la volatilidad de este segmento.

Creo que los resultados reflejados en la tabla siguen cierta lógica dado que como mencioné previamente el IPI es un indicador importante en este período al comportarse como un termómetro de la actividad económica del mercado y generando una reacción a la baja en promedio de aproximadamente un 2% en la volatilidad implícita de este sector.

Por otro lado, las reuniones del FOMC, que determinan el costo del crédito, muestran un fuerte impacto en la volatilidad de las empresas tecnológicas con un nivel de significancia al 1%. Como detalla la tabla, la volatilidad implícita experimenta una baja de más del 4% el día que la información de las tasas de la FED es publicada. Este valor duplica al efecto que esta variable genera sobre la volatilidad implícita del mercado global y se explica principalmente porque este segmento necesita del crédito para invertir en desarrollo y continuar con su crecimiento, lo que hace que los inversores presten principal atención al accionar del FOMC respecto a las tasas.

Finalmente, llama la atención la falta de impacto que tiene la publicación del CPI en este sector dado que como se viene observando en el último tiempo, la inflación creciente

lleva a que la FED incremente las tasas. De todas formas, creo que el resultado de la regresión no refleja un impacto en la volatilidad implícita porque, como analizaré más adelante, la reacción del mercado depende del contexto en el que se encuentra. Siendo que la inflación se convirtió en un problema creciente en los últimos meses, no creo que el mercado presentara una reacción ante la publicación de estos datos en los períodos en que ésta se mantenía dentro de los objetivos planteados por la FED y por ese motivo no muestra un efecto sobre las variables analizadas.

Por otro lado, analizando la Tabla 23 donde retiro del análisis las variables no significativas, se puede ver una mejor estimación del modelo, con mayor significancia estadística en el anuncio del IPI, con un R² Ajustado más grande y desvíos estándar de los coeficientes menores a aquellos de la Tabla 22.

Tabla 22. Resultados Regresión-Sector Tecnológico - Var. Indep. Completas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0051 ** (0,0026)	0,0025 (0,0026)
CPI	-0,0017 (0,0105)	0,0048 (0,0104)
FOMC	-0,0523 *** (0,0123)	-0,0429 *** (0,0122)
IPI	-0,0272 ** (0,0126)	-0,0219 * (0,0125)
TD	-0,0256 ** (0,0112)	-0,0086 (0,0111)
CC	-0,0000 (0,0112)	-0,0011 (0,0111)
PC	0,0055 (0,0104)	0,0087 (0,0103)
VM	-0,0060 (0,0126)	-0,0034 (0,0125)
BD	-0,0035 (0,0103)	-0,0007 (0,0102)
Observaciones	1.005	1.005
R ²	0,0306	0,0184
R ² Ajustado	0,0228	0,0105

Tabla 23. Resultados Regresión - Sector Tecnológico - Var. Indep. Significativas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0050 ** (0,0023)	0,0030 (0,0023)
FOMC	-0,0529 *** (0,0121)	-0,0429 *** (0,0120)
IPI	-0,0299 *** (0,0103)	-0,0233 ** (0,0102)
TD	-0,0253 ** (0,0103)	-0,0094 (0,0102)
Observaciones	1.005	1.005
R ²	0,0299	0,0174
R ² Ajustado	0,0270	0,0144

Las tablas muestran los resultados de la Ecuación 1 y la Ecuación 3 para el sector de tecnología. Entre () se muestra el desvío estándar y los ***, ** y * detallan el nivel de significancia al 1%, 5% y 10% respectivamente. CPI se refiere al Índice de precios del Consumidor, FOMC a las reuniones de este órgano, IPI es el Índice de Producción Industrial, TD es la Tasa de Desempleo, CC son los Créditos a los consumidores, PC los Permisos de Construcción, VM las Ventas Minoristas y BD las Órdenes de Bienes Durables. Son variables dummy que toman el valor de 1 en la fecha en la que se anuncian.

Continuando con el análisis, en la Tabla 24 y 25 se detallan los resultados de las regresiones realizadas en las Ecuaciones 1 y 3 con los datos del sector industrial.

Tabla 24. Resultados Regresión - Sector Industrial - Var. Indep. Completas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0031 (0,0025)	0,0010 (0,0025)
CPI	0,0012 (0,0101)	0,0091 (0,0100)
FOMC	-0,0219 * (0,0119)	-0,0145 (0,0118)
IPI	-0,0253 ** (0,0123)	-0,0199 * (0,0121)
TD	-0,0074 (0,0109)	-0,0054 (0,0107)
CC	0,0041 (0,0109)	0,0045 (0,0107)
PC	0,0003 (0,0101)	0,0077 (0,0099)
VM	-0,0061 (0,0123)	-0,0056 (0,0121)
BD	-0,0034 (0,0101)	-0,0011 (0,0099)
Observaciones	1.005	1.005
R ²	0,0121	0,0087
R ² Ajustado	0,0041	0,0008

Tabla 25. Resultados Regresión - Sector Industrial - Var. Indep. Significativas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0027 (0,0022)	0,0016 (0,0022)
FOMC	-0,0225 ** (0,0118)	-0,0147 (0,0116)
IPI	-0,0285 *** (0,0099)	-0,0228 ** (0,0098)
Observaciones	1.005	1.005
R ²	0,0112	0,0067
R ² Ajustado	0,0093	0,0047

Las tablas muestran los resultados de la Ecuación 1 y la Ecuación 3 para el sector industrial. Entre () se muestra el desvío estándar y los ***, ** y * detallan el nivel de significancia al 1%, 5% y 10% respectivamente. CPI se refiere al Índice de precios del Consumidor, FOMC a las reuniones de este órgano, IPI es el Índice de Producción Industrial, TD es la Tasa de Desempleo, CC son los Créditos a los consumidores, PC los Permisos de Construcción, VM las Ventas Minoristas y BD las Órdenes de Bienes Durables. Son variables dummy que toman el valor de 1 en la fecha en la que se anuncian.

En este caso, analizando los resultados de la regresión con los retornos de la volatilidad implícita del sector, se puede ver un impacto en la variable provocado por las reuniones del FOMC y la publicación de los datos de producción industrial. De todas formas, al compararlos con los resultados de la ecuación 3, se detalla que el impacto generado por el FOMC pierde significancia, por lo que su impacto podría explicarse en mayor medida por el componente estacional. La otra variable, por otro lado, evidencia una significancia al 10% incluso aislando dicho componente, mostrando una baja en promedio del 2% en la volatilidad implícita de este sector. Además, se observa también que tanto el coeficiente como su significancia se incrementan cuando retiro del análisis las variables no significativas (Tabla 25) mostrando una mejora en la estimación del modelo.

Como se mencionó previamente, el Índice de Producción Industrial tiene mucha influencia en el período analizado, evidenciado en el impacto que genera en los diferentes sectores estudiados en este trabajo y claramente el sector industrial recibe el mismo impacto.

Comparando este segmento con el tecnológico podemos encontrar la principal diferencia en el impacto de las reuniones del FOMC. Como señalé en el párrafo anterior, en el sector industrial este indicador pierde significancia al controlar la variable dependiente por el componente estacional, situación que no ocurre en el segmento analizado anteriormente. Esto puede deberse a las diferentes características que tienen ambos sectores siendo que el tecnológico en general necesita mayor financiación.

Finalmente, en las Tablas 26 y 27 pueden verse los resultados del análisis para el sector de Consumo defensivo. En este caso si bien la tasa de desempleo genera un impacto en la volatilidad implícita del sector, se puede concluir que el mismo está influenciado por un componente estacional. El único indicador que muestra un efecto, haciendo caer la volatilidad el mismo día en que se anuncia son las Ventas Minoristas. Este resultado tiene sentido dado que este segmento se compone por empresas que basan sus ingresos en las ventas al consumidor final.

Tiene lógica el hecho de no ver un impacto de otros indicadores siendo que el sector de consumo defensivo se caracteriza por ser de los más estables a lo largo del ciclo económico y como se ve en la Tabla 3 es el que menor volatilidad promedio presenta y al que los inversores apuntan en momentos de incertidumbre, por lo que no debería mostrar variaciones fuertes.

En resumen, al dividir el mercado en diferentes sectores se puede ver que el indicador macroeconómico más significativo es el IPI. Esto no coincide con el análisis realizado con el VIX y puede deberse a 2 principales motivos. En primer lugar, el período analizado es diferente y esto puede tener una gran influencia dado el contexto económico. Por este motivo a continuación analizaré los movimientos del VIX en diferentes etapas.

En segundo lugar, la forma de cálculo de los *proxys* es diferente. El VIX está compuesto por las empresas incluidas en el S&P 500, abarcando mayor diversidad de sectores y cantidad de compañías, pero más allá de esta diferencia el índice se calcula combinando los precios de Puts y Calls usando un vencimiento constante de 30 días. El *proxy* utilizado para la volatilidad implícita de los diferentes segmentos analizados previamente fue armado con los contratos de opciones más cercanos al vencimiento, con un valor decreciente del mismo, lo que puede influir en los resultados de las regresiones al afectar la velocidad e intensidad de reacción de los inversores frente a diferentes estímulos.

Tabla 26. Resultados Regresión - Sector Cons. Def. - Var. Indep. Completas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0040 *	0,0021
	(0,0024)	(0,0024)
CPI	-0,0021	0,0032
	(0,0098)	(0,0097)
FOMC	-0,0071	-0,0025
	(0,0115)	(0,0114)
IPI	-0,0176	-0,0124
	(0,0118)	(0,0117)
TD	-0,0206 **	-0,0093
	(0,0105)	(0,0104)
CC	-0,0003	-0,0011
	(0,0105)	(0,0104)
PC	-0,0061	-0,0020
	(0,0098)	(0,0097)
VM	-0,0221 *	-0,0205 *
	(0,0118)	(0,0117)
BD	-0,0020	0,0001
	(0,0097)	(0,0096)
Observaciones	1.005	1.005
R ²	0,0175	0,0104
R ² Ajustado	0,0096	0,0025

Tabla 27. Resultados Regresión - Sector Cons. Def. - Var. Indep. Significativas

Variable	Ecuación 1	Ecuación 3
Constante	0,0028	0,0018
	(0,0022)	(0,0021)
TD	-0,0198 **	-0,0095
	(0,0096)	(0,0095)
VM	-0,0321 ***	-0,0277 ***
	(0,0096)	(0,0095)
Observaciones	1.005	1.005
R ²	0,0144	0,0091
R ² Ajustado	0,0125	0,0071

Las tablas muestran los resultados de la Ecuación 1 y la Ecuación 3 para el sector de consumo defensivo. Entre () se muestra el desvío estándar y los ***, ** y * detallan el nivel de significancia al 1%, 5% y 10% respectivamente. CPI se refiere al Índice de precios del Consumidor, FOMC a las reuniones de este órgano, IPI es el Índice de Producción Industrial, TD es la Tasa de Desempleo, CC son los Créditos a los consumidores, PC los Permisos de Construcción, VM las Ventas Minoristas y BD las Órdenes de Bienes Durables. Son variables dummy que toman el valor de 1 en la fecha en la que se anuncian.

Finalmente, como mencioné en el apartado IV, con el objetivo de comprobar la segunda hipótesis decidí dividir la muestra obtenida del VIX en diferentes etapas basándome en diferentes eventos del contexto global. Como se detalló en la Tabla 1, obtuve

6 submuestras diferentes. Los períodos 1, 3 y 5 clasificados como épocas de tranquilidad y los períodos 2, 4 y 6 como etapas de incertidumbre.

De esta forma, aplicando la regresión de la Ecuación 4, la Tabla 28 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 28. Resultados Regresión división por etapas del VIX

Variable	Período 1 (01/1997 - 02/2000)	Período 2 (03/2000 - 09/2002)	Período 3 (10/2002 - 11/2007)	Período 4 (12/2007 - 07/2009)	Período 5 (08/2009 - 12/2019)	Período 6 (01/2020 - 09/2022)
Constante	0,0069 *** (0,0023)	0,0051 ** (0,0025)	0,0021 (0,0019)	0,0021 (0,0040)	0,0027 (0,0017)	0,0035 (0,0038)
CPI	-0,0135 (0,0098)	-0,0028 (0,0111)	-0,0057 (0,0080)	-0,0202 (0,0183)	-0,0080 (0,0072)	0,0046 (0,0154)
FOMC	-0,0404 *** (0,0112)	-0,0121 (0,0115)	-0,0348 *** (0,0092)	-0,0252 (0,0199)	-0,0195 ** (0,0084)	-0,0334 * (0,0185)
IPI	-0,0203 ** (0,0099)	0,0062 (0,0107)	0,0006 (0,0080)	0,0105 (0,0182)	-0,0059 (0,0073)	-0,0218 (0,0205)
TD	-0,0644 *** (0,0101)	-0,0211 ** (0,0104)	-0,0079 (0,0078)	-0,0145 (0,0175)	-0,0316 *** (0,0074)	-0,0291 * (0,0167)
CC	0,0001 (0,0101)	-0,0015 (0,0104)	0,0099 (0,0078)	0,0018 (0,0175)	0,0126 * (0,0074)	-0,0167 (0,0167)
PC	-0,0015 (0,0097)	-0,0148 (0,0106)	-0,0229 *** (0,0080)	-0,0046 (0,0167)	-0,0073 (0,0072)	0,0175 (0,0154)
VM	-0,0068 (0,0094)	-0,0288 *** (0,0103)	0,0007 (0,0076)	0,0138 (0,0164)	-0,0088 (0,0071)	-0,0015 (0,0207)
BD	-0,0080 (0,0093)	-0,0189 * (0,0102)	-0,0037 (0,0076)	-0,0080 (0,0166)	0,0007 (0,0071)	0,0214 (0,0152)
Observaciones	797	648	1.302	419	2.622	693
R ²	0,0763	0,0258	0,0216	0,0136	0,0110	0,0217
R ² Ajustado	0,0670	0,0136	0,0156	0,0056	0,0080	0,0102

La tabla muestra los resultados de la regresión por períodos del VIX para cada una de las variables dependientes. Entre () se muestra el desvío estándar y los ***, ** y * muestran el nivel de significancia al 1%, 5% y 10% respectivamente.

Como se puede observar, los resultados coinciden con el análisis realizado a la totalidad de la muestra, pero no se identifica un impacto diferente de la publicación de datos macroeconómicos a lo largo de las diferentes etapas clasificadas como épocas de incertidumbre y estabilidad en el mercado. De todas formas, al analizar estos resultados con los valores de la Tabla 1 sí se puede identificar un patrón que se relaciona con lo mencionado al inicio de este trabajo.

Comparando las etapas dentro de la nueva clasificación (períodos de incertidumbre o de estabilidad), se puede ver que los coeficientes de las diferentes variables independientes van incrementándose, lo que indica que el impacto de la publicación de datos macroeconómicos va en aumento a lo largo del tiempo, especialmente en épocas de incertidumbre (períodos 2, 4 y 6). Además, si comparamos los datos estadísticos de la variación logarítmica del VIX detallados en la Tabla 1, se puede ver que el desvío estándar también va incrementándose a lo largo de los períodos mostrando una volatilidad creciente en los últimos años.

Por eso, si bien estos últimos resultados de la tabla 28 no muestran un impacto estadísticamente significativo del anuncio de factores macroeconómicos dentro de cada período, sí se puede concluir que, mientras aparecen nuevos actores y herramientas en el mercado, a medida que surgen épocas de incertidumbre la reacción de los inversores va en aumento.



Universidad de
SanAndrés

VII. Conclusión

En el presente trabajo analicé el impacto que podrían tener los anuncios de variables macroeconómicas en la volatilidad implícita del mercado de los Estados Unidos. Siendo que estos anuncios brindan información que permite reducir la incertidumbre en el mercado, el efecto que puedan llegar a tener resulta de gran importancia para los inversores.

Dividí mi análisis en diferentes etapas. Por una parte, tomé como *proxy* de la volatilidad implícita del mercado al VIX para el período entre 1997 y 2002. Además, a partir de algunos Índices del S&P construí 4 variables diferentes como *proxys* de la volatilidad implícita de diferentes sectores de la economía para el período que va entre octubre 2018 y septiembre 2022: el sector Financiero, el Tecnológico, el Industrial y el sector de Consumo Defensivo.

Por otro lado, enfoqué mi análisis en 8 factores macroeconómicos: El Índice de precios del consumidor (CPI), las tasas de la FED determinadas a partir de las reuniones del FOMC, el Índice de Producción Industrial (IPI), la tasa de desempleo, los créditos otorgados a los consumidores, los permisos de construcción, las ventas minoristas y las órdenes de bienes durables.

En primera instancia determiné mediante una regresión el componente estacional de la volatilidad implícita, de manera tal que me permitió aislar el efecto que cada día de la semana puede llegar a tener y poder identificar de manera más certera el impacto de los indicadores seleccionados.

A partir de los resultados obtenidos, pude determinar que los indicadores que más impacto tienen en los retornos del VIX son las reuniones del FOMC que determinan las tasas de la FED y la publicación de la tasa de desempleo. Los días en que estas variables se anuncian el VIX cae en promedio 2,6% y 2,9% respectivamente, y si consideramos el componente estacional la baja es de 2,2% y 1,7%. Como vemos, la diferencia entre uno y otro es lógica ya que el nivel de desempleo se anuncia casi siempre un viernes y a partir de la primera regresión se observa que en esos días el índice cae poco más del 1% en promedio. Por otro lado, en las fechas en las que se anuncian las demás variables macroeconómicas analizadas no encuentro evidencia de un movimiento específico en el VIX más allá del provocado por el efecto estacional.

En segundo lugar, realicé el mismo análisis dividiendo el mercado en los 4 sectores mencionados previamente. Los resultados arrojaron conclusiones diferentes a los encontrados para el VIX. En este caso el indicador que más impacto genera en cada uno de los sectores es el IPI, provocando bajas de alrededor del 2% los días en que se publican sus datos, dependiendo el segmento de la economía. Como se mencionó previamente esto

puede deberse al período de la muestra (oct-2018 a sep-2022), caracterizado por una atención especial a indicadores que se relacionen con la actividad económica.

Si dividimos esta etapa en 2 tenemos por un lado el período de pandemia y postpandemia, donde hubo una pausa general en la actividad industrial seguida de una pronta recuperación provocando probablemente que el mercado gire su atención a un indicador que muestre como el nivel de la actividad económica se iba desempeñando. La segunda etapa se caracterizó por una inflación creciente y una búsqueda de la FED por enfriar la economía. El mercado siguió prestando atención a indicadores predictivos que, mediante la información acerca de la actividad económica ayuden a estimar posibles subas de tasas orientadas a controlar la inflación.

De forma particular, también encontré evidencia de un impacto significativo los días en que se llevan a cabo las reuniones del FOMC en el sector tecnológico. Este impacto se relaciona con la alta necesidad de financiación por parte de este sector el cual presta especial atención a las tasas que determina la FED.

Finalmente, en el sector de consumo defensivo, el indicador que provoca un impacto en la volatilidad implícita son las ventas minoristas, generando una baja de más del 2% en los días del anuncio. Este efecto se explica principalmente por la importancia que las ventas al consumidor final tienen en las empresas que componen este índice.

A partir de estos resultados, respecto a la relación negativa entre la volatilidad implícita del mercado de Estados Unidos y los días en los que se publican los datos de factores macroeconómicos planteados en la primera hipótesis, concluyo que efectivamente ésta existe, donde una vez que la información es liberada, la resolución de la incertidumbre hace que el VIX caiga.

Por otro lado, respecto al efecto que las variables macroeconómicas tienen en los diferentes sectores de la economía puedo concluir que, si bien el IPI impacta en casi todos los segmentos y no muestra una diferencia entre ellos, sí se observa de forma particular un efecto de las fechas en las que se reúne el FOMC en el sector tecnológico y las fechas en las que se publica el reporte de las ventas minoristas en el segmento de consumo defensivo. Esto podría explicarse por las características de estos 2 sectores. En el caso del tecnológico, siendo que necesita del crédito para mantener las inversiones y el crecimiento, es lógico que los inversores presten especial atención al accionar del FOMC. Por otro lado, respecto al sector de consumo defensivo, cuya principal actividad es el comercio con los consumidores finales, también resulta razonable que una vez que el informe de ventas minoristas se publique y la incertidumbre se disipe, la volatilidad en este sector disminuya.

Finalmente, dividí la muestra de los datos obtenidos del VIX en diferentes etapas para verificar si el impacto del anuncio de los factores macroeconómicos era diferente según el contexto. Si bien no hay evidencia de un efecto diferente en base a épocas de mayor o menor incertidumbre sí se identifica una evolución en la reacción de los inversores

a lo largo del tiempo, mostrando efectos cada vez mayores a medida que el mercado se moderniza e ingresan nuevos actores, nuevas estrategias y formas de analizar e interpretar la información. Especialmente en épocas de incertidumbre, se puede observar que el valor absoluto de los coeficientes va incrementándose, lo que indica que el impacto de la publicación de la información es cada vez mayor y la volatilidad implícita se ve más afectada. Comparando esta información con la Tabla 1, vemos que el desvío estándar de la variación del VIX también se incrementa a medida que pasa el tiempo.

Si bien estos resultados no me permiten obtener una conclusión acerca del impacto en diferentes etapas del ciclo del mercado, muestran cómo la volatilidad implícita cada vez toma más preponderancia en el análisis de los inversionistas.

Luego de analizar todos los resultados obtenidos surgen nuevas interrogantes que pueden plantearse para futuros estudios. Se podría considerar el impacto de los anuncios teniendo en cuenta el nivel de sorpresa de los datos, comparando el valor informado contra el esperado por el mercado. De todas formas, en este caso sí se debería tener algunas consideraciones ya que por ejemplo en el contexto actual en el que se está intentando frenar la inflación no es lo mismo una diferencia de 0,1% entre el esperado vs el informado del CPI que hace algunos años atrás.

Otro análisis interesante sería identificar los efectos de los anuncios en la volatilidad implícita con una apertura intradiaria. Como se estudió en trabajos anteriores, no hay evidencia significativa de un impacto de las variables macroeconómicas en los días que rodean a los anuncios, pero empíricamente se puede observar un movimiento grande en los precios de los activos momentos antes y después de cada anuncio, lo que podría generar fuertes movimientos en la volatilidad implícita. Creo que sería interesante analizar estos casos y poder medir la velocidad de reacción del mercado ante estos estímulos.

Glosario

- **ATM (Por sus siglas en inglés: At the Money):** Situación en la que puede encontrarse una opción. En este caso el precio del activo subyacente coincide con el precio de ejercicio de la opción.
- **Bureau of Labor Statistics:** Unidad del gobierno federal de Estados Unidos que recoge, analiza y publica datos estadísticos de la economía.
- **Call:** Opción de compra.
- **FED (Federal Reserve):** Banco Central de Estados Unidos.
- **FOMC (Federal Open Market Committee):** Departamento Oficial dependiente de la Reserva Federal de Estados Unidos responsable de tomar decisiones sobre política monetaria a corto y largo plazo.
- **Proxy:** Representación del mercado o una parte de éste.
- **Put:** Opción de venta-
- **Select Sector Index S&P:** Índices que siguen los principales sectores de la economía de Estados Unidos.
- **US Census Bureau:** Agencia perteneciente al Sistema Federal de Estadísticas de Estados Unidos encargada de generar información sobre la sociedad y economía de Estados Unidos.
- **Variables Dummy:** Variable dicotómica que puede tomar el valor de cero (0) o uno (1) para indicar la presencia o ausencia de una característica.

Bibliografía

- Chen, E.-T., & Clements, A. (2007). *S&P 500 implied volatility and monetary policy announcements*. *Finance Research Letters*, 4(4), 227–232. De <https://doi.org/10.1016/j.frl.2007.07.002>
- Fudd, R., Mager, F., Wohlenberg, H. & Zhao, L. (2011), *The impact of macroeconomic announcements on implied volatility*. *Applied Financial Economics*, 21, 1571-1580, julio 2011, De <https://doi.org/10.1080/09603107.2011.583216>
- Gemmill, G. (1986). *The Forecasting Performance of Stock Options on the London Traded Options Market*. *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 13, no. 4 (Winter):535- 546
- Gonzalez-Perez, M. & Guerrero, D. (2013), *Day-of-the-week effect on the VIX. A parsimonious representation*. *North American Journal of Economics and Finance*, 25, 243-260, 2013, De Science Direct Base de datos.
- Grieb, F., Krichel, J. & Vaisanen, V. (2016), *The Impact of Announcement Days on the VIX*. De SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2731632> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2731632>
- Mayhew, S. (1995). *Implied Volatility*. *Financial Analysts Journal*, 51, 8-20. 2022, agosto, De Taylor & Francis Group Base de datos.
- Nikkinen, J., & Sahlstrom, P. (2001). *Impact of scheduled U.S. macroeconomic news on stock market uncertainty: A multinational perspective*. *Multinational Finance Journal*, 5(2), 129-148. De <https://www.proquest.com/scholarly-journals/impact-scheduled-u-s-macroeconomic-news-on-stock/docview/202824603/se-2>.
- Ross, S. (1976). *The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing*. *Journal of Economic Theory*, 13, 341-360. De Science Direct Base de datos.