



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES

Análisis matemático de los precios de las acciones FAANG durante la crisis del coronavirus: ¿las más beneficiadas por la pandemia?

Autor: Manuel Vigário Azagra
Director: Luis Ángel Calvo Pascual

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	8
PALABRAS CLAVE	8
KEY WORDS	8
INTRODUCCIÓN	9
FAANG	11
CAPÍTULO 1: ANÁLISIS TÉCNICO	14
1.1. CANAL DE TENDENCIA.....	14
1.1.1. Facebook (FB).....	14
1.1.2. Amazon (AMZN)	17
1.1.3. Apple (AAPL)	19
1.1.4. Netflix (NFLX)	21
1.1.5. Google (GOOG).....	23
1.2. PATRÓN DE VELAS JAPONESAS	24
1.3. HUECOS DE PRECIOS	28
1.3.1. Hueco de separación	29
1.3.2. Hueco de escape	30
1.3.3. Hueco de agotamiento.....	32
1.4. MODELOS DE CAMBIO MÁS IMPORTANTES	34
1.4.1. Patrón de cambio de cabeza y hombros	34
1.4.2. Patrones superiores e inferiores dobles.....	36
1.5. MEDIA MÓVIL	37
1.6. BANDAS DE BOLLINGER.....	41
1.7. FIBONACCI.....	43
1.8. TEORÍA DE LAS ONDAS DE ELLIOT	45
CAPÍTULO 2: AJUSTES LINEALES Y PARABÓLICOS	47
2.1. DEFINICIÓN	47
2.1.1. Facebook (FB).....	48
2.1.2. Amazon (AMZN)	51
2.1.3. Apple (AAPL)	53
2.1.4. Netflix (NFLX)	55

2.1.5.	Google (GOOG)	58
2.1.6.	Conclusiones.....	61
CAPÍTULO 3: APROXIMACIÓN ESTADÍSTICA		62
3.1.	FACEBOOK (FB)	63
3.1.1.	Antes de la pandemia.....	63
3.1.2.	Durante la pandemia	64
3.1.3.	Caída de finales de 2018	66
3.1.4.	Resultados	66
3.2.	AMAZON (AMZN).....	67
3.2.1.	Antes de la pandemia.....	67
3.2.2.	Durante la pandemia	68
3.2.3.	Caída de finales de 2018	69
3.2.4.	Resultados	70
3.3.	APPLE (AAPL).....	71
3.3.1.	Antes de la pandemia.....	71
3.3.2.	Durante la pandemia	71
3.3.3.	Caída de finales de 2018	73
3.3.4.	Resultados	73
3.4.	NETFLIX (NFLX).....	74
3.4.1.	Antes de la pandemia.....	74
3.4.2.	Durante la pandemia	74
3.4.3.	Caída de finales de 2018	76
3.4.4.	Conclusiones.....	76
3.5.	GOOGLE (GOOG).....	77
3.5.1.	Antes de la pandemia.....	77
3.5.2.	Durante la pandemia	77
3.5.3.	Caída de finales de 2018	79
3.5.4.	Resultados	79
3.6.	Correlaciones y conclusiones	80
CAPÍTULO 4: AJUSTE NO LINEAL Y MODELOS ESTOCÁSTICOS		82
4.1.	AJUSTE NO LINEAL.....	82
4.1.1.	Facebook (FB).....	83

4.1.2. Amazon (AMZN)	85
4.1.3. Apple (AAPL)	86
4.1.4. Netflix (NFLX)	87
4.1.5. Google (GOOG)	88
4.2. MODELOS ESTOCÁSTICOS	89
CONCLUSIONES.....	96
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXO	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES, GRÁFICOS Y TABLAS

ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Regresión lineal de Facebook	49
Ilustración 2: Regresión lineal de Amazon	51
Ilustración 3: Regresión lineal de Apple	54
Ilustración 4: Regresión lineal en Netflix	56
Ilustración 5: Regresión lineal de Google	59
Ilustración 6: Código empleado en Facebook	83
Ilustración 7: Código empleado en Amazon	85
Ilustración 8: Código empleado en Apple.....	86
Ilustración 9: Código empleado en Netflix	87
Ilustración 10: Código empleado en Google	88
Ilustración 11: Movimiento Browniano	90
Ilustración 12: Código empleado en Facebook	101
Ilustración 13: Código empleado en Amazon	101
Ilustración 14: Código empleado en Apple	102
Ilustración 15: Código empleado en Netflix	102
Ilustración 16: Código empleado en Google	103
Ilustración 17: Código empleado en Amazon para el movimiento Browniano	103
Ilustración 18: Código empleado en Amazon para el movimiento Browniano	104

GRÁFICOS

Gráfico 1: Canal de Facebook durante la pandemia	15
Gráfico 2: Tendencia alcista de Facebook	16
Gráfico 3: Tendencia horizontal de Facebook.....	16
Gráfico 4: Canal de Amazon durante la pandemia	17
Gráfico 5: Tendencia lateral de Amazon	18
Gráfico 6: Tendencia alcista de Amazon	18
Gráfico 7: Canal de Apple durante la pandemia.....	19
Gráfico 8: Tendencia alcista de Apple	20
Gráfico 9: Tendencia lateral de Apple	21
Gráfico 10: Canal de Netflix durante la pandemia	21
Gráfico 11: Tendencia alcista de Netflix	22
Gráfico 12: Tendencia horizontal de Netflix	22
Gráfico 13: Canal de Google durante la pandemia.....	23
Gráfico 14: Tendencia alcista de Google	24
Gráfico 15: Cobertura de nube oscura en la compañía Facebook	26
Gráfico 16: Línea penetrante en la compañía Apple	26
Gráfico 17: Estrella matutina en la compañía Google	27
Gráfico 18: Estrella vespertina en la compañía Amazon	28
Gráfico 19: Hueco de separación en la compañía Facebook.....	29
Gráfico 20: Hueco de separación en la compañía Amazon	30
Gráfico 21: Hueco de escape de la compañía Facebook.....	31
Gráfico 22: Hueco de escape de la compañía Apple	32
Gráfico 23: Hueco de escape de la compañía Apple	33
Gráfico 24: Hueco de agotamiento de la compañía Netflix	33
Gráfico 25: Patrón de cambio de cabeza y hombros en Netflix	35
Gráfico 26: Patrón de cambio de cabeza y hombros en Facebook	35
Gráfico 27: Patrón superior doble en Netflix	36
Gráfico 28: Patrón inferior triple en Facebook.....	36
Gráfico 29: Media móvil de Facebook durante la pandemia	38

Gráfico 30: Media móvil de Facebook tras la pandemia	38
Gráfico 31: Media móvil de Amazon durante y tras la pandemia.....	39
Gráfico 32: Media móvil de Apple durante y tras la pandemia	39
Gráfico 33: Media móvil de Netflix durante y tras la pandemia	40
Gráfico 34: Media móvil de Google durante y tras la pandemia.....	40
Gráfico 35: Bandas de Bollinger en Apple	42
Gráfico 36: Bandas de Bollinger en Google	42
Gráfico 37: Líneas de abanico de Fibonacci en Google	44
Gráfico 38: Líneas de abanico de Fibonacci en Netflix	45
Gráfico 39: Teoría de las ondas de Elliot.....	46
Gráfico 40: Regresión lineal de Facebook durante la pandemia	49
Gráfico 41: Parábola de regresión de Facebook durante la pandemia.....	50
Gráfico 42: Ajuste exponencial posterior a la pandemia en Facebook.....	50
Gráfico 43: Regresión lineal de Amazon durante la pandemia	52
Gráfico 44: Parábola de regresión de Amazon durante la pandemia.....	52
Gráfico 45: Regresión lineal de Amazon después de la pandemia.....	53
Gráfico 46: Regresión lineal de Apple durante la pandemia.....	54
Gráfico 47: Parábola de regresión de Apple durante la pandemia	55
Gráfico 48: Ajuste exponencial posterior a la pandemia en Apple	55
Gráfico 49: Regresión lineal de Netflix durante la pandemia	56
Gráfico 50: Parábola de regresión de Netflix durante la pandemia.....	57
Gráfico 51: Ajuste exponencial posterior a la pandemia en Netflix	58
Gráfico 52: Regresión lineal de Google durante la pandemia.....	59
Gráfico 53: Parábola de regresión de Google durante la pandemia	60
Gráfico 54: Ajuste exponencial posterior a la pandemia en Google	60
Gráfico 55: Interpolación lineal de Facebook	84
Gráfico 56: Ajuste de Fourier en Facebook	84
Gráfico 57: Ajuste Sum of Sine en Amazon	85
Gráfico 58: Ajuste Smoothing Spline en Apple	86
Gráfico 59: Ajuste Smoothing Spline en Netflix.....	87
Gráfico 60: Ajuste exponencial en Google	88
Gráfico 61: Ajuste Gaussiano en Google.....	89

Gráfico 62: Movimiento Browniano en Amazon durante la pandemia	92
Gráfico 63: Movimiento Browniano en Amazon después de la pandemia	93
Gráfico 64: Movimiento Browniano en Amazon con Matlab.....	94
Gráfico 65: Movimiento Browniano en Apple durante la pandemia.....	94
Gráfico 66: Movimiento Browniano en Apple con Matlab	95

TABLAS

Tabla 1: Análisis estadístico FB antes de la pandemia	63
Tabla 2: Análisis estadístico FB durante la pandemia (marco temporal diario)	64
Tabla 3: Análisis estadístico FB durante la pandemia (marco temporal 4 horas)	65
Tabla 4: Análisis estadístico FB caída finales de 2018.....	66
Tabla 5: Análisis estadístico AMZN antes de la pandemia	68
Tabla 6: Análisis estadístico AMZN durante la pandemia (marco temporal diario).....	68
Tabla 7: Análisis estadístico AMZN durante la pandemia (marco temporal 4 horas)....	69
Tabla 8: Análisis estadístico AMZN caída finales de 2018	70
Tabla 9: Análisis estadístico AAPL antes de la pandemia.....	71
Tabla 10: Análisis estadístico AAPL durante la pandemia (marco temporal diario)	72
Tabla 11: Análisis estadístico AAPL durante la pandemia (marco temporal 4 horas) ...	72
Tabla 12: Análisis estadístico AAPL caída finales 2018	73
Tabla 13: Análisis estadístico NFLX antes de la pandemia.....	74
Tabla 14: Análisis estadístico NFLX durante la pandemia (marco temporal diario)	75
Tabla 15: Análisis estadístico NFLX durante la pandemia (marco temporal 4 horas) ...	75
Tabla 16: Análisis estadístico NFLX caída finales 2018	76
Tabla 17: Análisis estadístico GOOG antes de la pandemia.....	77
Tabla 18: Análisis estadístico GOOG durante la pandemia (marco temporal diario)	78
Tabla 19: Análisis estadístico GOOG durante la pandemia (marco temporal 4 horas) ..	78
Tabla 20: Análisis estadístico GOOG caída finales 2018	79
Tabla 21: Coeficiente de correlación	80
Tabla 22: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales	81
Tabla 23: Movimiento Browniano en Amazon	91

RESUMEN

La crisis sanitaria provocada por la COVID-19 tuvo un impacto nefasto en la mayoría de las empresas del mundo. En el presente trabajo se analiza cómo ha afectado la pandemia al precio de las acciones de Facebook, Amazon, Apple, Netflix y Google, también conocidas como las FAANG. Por medio de diferentes técnicas matemáticas analizaremos el impacto de la crisis en dichas acciones para dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿ha beneficiado la pandemia a las mayores empresas tecnológicas?

ABSTRACT

The health crisis caused by COVID-19 had a disastrous impact on most of the world's companies. In this paper we analyze in which way this pandemic has affected to the prices of the stocks of Facebook, Amazon, Apple, Netflix, and Google, also known as FAANGs. Using different mathematical techniques, we analyze the impact of the crisis on these stocks to answer the following question: has the pandemic benefited the largest technology companies?

PALABRAS CLAVE

FAANG, tendencia, análisis matemático, análisis técnico, análisis estadístico, regresión lineal, regresión parabólica, ecuación diferencial estocástica, movimiento Browniano, Matlab.

KEY WORDS

FAANG, trend, Mathematical analysis, Technical analysis, Statistical analysis, linear regression, parabolic regression, stochastic differential equation, Brownian motion, Matlab.

INTRODUCCIÓN

Después de mucho tiempo planteándome sobre qué versaría mi Trabajo de Fin de Grado, decidí hacerlo sobre una de las cosas que más me apasiona: el mundo de las finanzas. Por ende, he decidido analizar qué sucedió con el precio de las acciones de las FAANG durante la crisis provocada por la pandemia, que más allá del ámbito sanitario ha tenido un fuerte impacto en lo económico.

Este trabajo se centra principalmente en llevar a cabo una comparativa y un análisis de los precios de las compañías que componen las siglas FAANG durante los fatídicos meses de febrero, marzo y abril. El **objetivo de este trabajo** es analizar mediante diversas técnicas matemáticas si realmente estas empresas tecnológicas se han visto afectadas por la pandemia, o si han sido las grandes beneficiadas de la misma. Todo ello con el fin de extraer conclusiones y predicciones de carácter numérico y probabilístico sobre la evolución de los precios de las acciones FAANG durante la crisis del coronavirus. Dichas conclusiones son fundamentales en diversos campos como: la inversión, la comprensión económica de la naturaleza del activo, la política macroeconómica, etc.

Este trabajo se **estructura** de la siguiente manera, se ha hecho un análisis matemático, dividido en cuatro apartados principales: análisis técnico, estadístico, ajuste de datos a funciones y modelización de los precios mediante ecuaciones estocásticas. Cada apartado será desarrollado en cada capítulo en el que estudiaremos el comportamiento de las acciones antes, durante y después de la pandemia, para obtener una comparativa del comportamiento de las acciones en estos periodos y así podremos afirmar si verdaderamente la pandemia tuvo un impacto negativo y, de ser así, hasta qué punto. Con el análisis técnico, obtenemos una perspectiva global del precio que nos permite estudiar su tendencia, puntos de ruptura, velas y patrones característicos, etc. Con el análisis estadístico, ya podremos establecer conclusiones de carácter probabilístico dados por coeficientes de regresión, intervalos de confianza, etc. Con el ajuste de datos, a partir de datos reales de las acciones, calculamos las funciones que minimizan el error cuadrático

y, finalmente, con un análisis estocástico haremos un modelo bastante fiel del comportamiento del precio.

La **metodología empleada** para tal fin han sido reuniones periódicas con el director del TFG, se han empleado referencias bibliográficas tales como el libro “Análisis técnico de los mercados financieros” cuyo autor es John J. Murphy (ver [8]). Para el desarrollo del trabajo hemos usado programas informáticos como: Matlab, Excel, la plataforma de Etoro, Webull y FactSet. Usaremos el **método científico**, partiendo de la hipótesis de que estas compañías son tecnológicas y el confinamiento mejora sus balances y sus precios, vamos a realizar un análisis de estos precios para verificar o desmentir dicha hipótesis.

Los **antecedentes** de este estudio son varios los artículos periodísticos que mencionan que las compañías analizadas en este trabajo salieron ganadoras de la pandemia. Forbes, La Vanguardia o la BBC News son claros ejemplos de ello. El segundo, en su parte dedicada a la economía, el 6 de febrero de 2021 establece que la pandemia catapultó los ingresos y beneficios obtenidos por dichas empresas. Por ejemplo, en el caso de Amazon sus beneficios netos alcanzaron la cifra de 17.712 millones de euros, lo que supuso un incremento del 83% (Ver [14]). Además, la BBC comenta que las suscripciones de Netflix durante el confinamiento aumentaron, en España, un 34% y que, a nivel mundial, dicho aumento ascendió al 47%. (Ver [7])

FAANG

Las FAANG son unas siglas con las que se designa a las cinco grandes empresas tecnológicas que cotizan en el NASDAQ, el mercado estadounidense. En un principio, incluían solo a Facebook, Amazon, Netflix y Google. Más adelante, se añadió Apple, dando lugar a lo que actualmente se conoce como las FAANG.

Cabe mencionar que cada una de estas compañías tiene un “*ticker*”, que es un código único y específico que se utiliza para identificar el producto que estamos buscando en un determinado mercado, en este caso en concreto, en las acciones. A veces emplearemos dicho código en el trabajo. *Como anécdota, la palabra ticker deriva del ruido que hacen las máquinas de escribir cuando se teclaban las letras.* En nuestro caso los *tickers* son: Facebook (FB), Amazon (AMZN), Apple (AAPL), Netflix (NFLX) y Google (GOOG).

Para una mayor comprensión de las empresas que analizaremos a lo largo del trabajo, realizaremos una breve descripción de las mismas, si bien es cierto que en todos los casos nos encontramos con empresas que se encuentran dentro del sector tecnológico. Dichas empresas tienen gran influencia tanto desde el punto de vista comercial, como político. Un buen ejemplo de ello, es el uso de Facebook que, tanto Hillary Clinton como Donald Trump, hicieron en campaña electoral. Como veremos a continuación, son empresas que seguirán creciendo tras la primera ola de la pandemia hasta el punto de que se desconoce cuál será el techo de dicho crecimiento. Además de la venta de sus productos y servicios, un gran parte de su capital y del volumen de mercado que tienen sus acciones también procede de la inversión y de la especulación financiera.

En 2004, Mark Zuckerberg junto con sus compañeros de habitación Eduardo Saverin, Dustin Moskovitz y Chris Hughes, crearon lo que hoy en día se conoce como Facebook (entonces era “The Facebook”). Se trata de un *Social Networking Services* (en español un servicio de red social), que permite la posibilidad de contactar con diversas personas a través de su plataforma. Tal es su envergadura que el número de usuarios activos supera los 2.700 millones de personas en 2021. Además, la empresa llevó a cabo varias adquisiciones por miles de millones de euros, como fue el caso de Instagram y WhatsApp.

Los ingresos de Facebook ascendieron un 22% tras la pandemia hasta alcanzar el valor de 71.487 millones de euros. En lo que al beneficio neto se refiere, la cuantía de esta empresa ascendió a 24.237 millones de euros, lo que supone un crecimiento del 58% (Ver [14]). En el segundo trimestre del año, la compañía alcanzó unas ganancias cuyo valor superó los 4.320 millones de euros. (Ver [12]).

Apple es una empresa multinacional con sede en California, Estados Unidos que se dedica al diseño y elaboración de equipos electrónicos, software (el más conocido es iOS) y servicios en línea. Dentro de la variedad de productos hardware que ofrece la empresa, destacamos los más conocidos: los teléfonos móvil iPhone, los ordenadores Mac, entre otros. Dicha compañía fue creada por Steve Jobs y Steve Wozniak y fue la primera empresa estadounidense cuyo valor fue superior al billón de dólares. Dicha compañía alcanzó un beneficio neto de 47.742 millones de euros después de la pandemia, lo que supuso un incremento del 3,9%. En términos de ingresos, la cuantía de esta compañía fue de 228.282 millones de euros y un porcentaje del 5,5% (Ver [14]). Concretamente, entre los meses de abril y junio, Apple tuvo unas ganancias superiores a los 9.390 millones de euros. (Ver [12]).

Amazon es la mayor empresa de comercio electrónico y de servicios de computación en la nube del mundo. Es una compañía estadounidense, con sede en Seattle (Washington), que fue creada por Jeffrey Bezos. Actualmente, es la cuarta empresa más valiosa del mundo, con un valor de 1.596 millones de dólares. La empresa se encuentra altamente diversificada, pues ofrece toda clase de productos en su web. La pandemia causó un incremento de los ingresos de la compañía en 321.075 millones de euros, lo que corresponde a un incremento del 38% (Ver [14]). En concreto, entre abril y junio las ganancias superaron los 4.370 millones de euros. (Ver [12]).

Netflix es una compañía estadounidense de entretenimiento y un servicio de PPV (*pay per view*). Esto es, para poder utilizar Netflix se ha de pagar una suscripción. Hoy en día ofrece servicios de contenido audiovisual por medio de *streaming* (retransmisión en directo) o en línea a través de su plataforma. Actualmente, 183 millones de personas están

suscritas a Netflix. Además, los beneficios de la compañía durante el primer trimestre de 2020 fueron de más de 650 millones de euros. Esta cifra representa el doble de lo obtenido el año anterior. Su nivel de facturación ascendió a 5.767 millones de dólares, algo más de 5.300 millones de euros. (Ver [7]).

Alphabet Inc. es una empresa multinacional estadounidense, que está formada por otras muchas, dentro de las que destacamos a Google. La empresa Alphabet Inc. tiene la propiedad total de Google lo que hace que las acciones de esta última se conviertan de forma automática en el mismo número de acciones de Alphabet Inc., con los correspondientes mismos derechos. Cuando hablamos de Google, estamos ante una de las compañías tecnológicas más grandes y mejor valoradas del mundo. Se caracteriza principalmente por su especialización en productos y servicios vinculados a Internet, dispositivos electrónicos y software (programas y rutinas que permiten que el ordenador realice diferentes tareas). Durante el segundo trimestre del año, fue la única compañía que presentó pérdidas con respecto al año pasado. Los beneficios de la compañía ascendieron, a lo largo de ese periodo, hasta los 5.807 millones de euros (Ver [12]). Si bien es cierto que Google, pasados esos meses de pandemia, incrementó un 12,8% sus ingresos hasta alcanzar los 151.787 millones de euros. En lo que al beneficio neto se refiere, dicho aumento fue de un 42% o de 12.663 millones de euros. (Ver [14]).

CAPÍTULO 1: ANÁLISIS TÉCNICO

El análisis técnico es un estudio que se basa en la información histórica acerca de volúmenes y precios y en una serie de indicadores técnicos que se utilizan con la finalidad de prever el futuro de determinadas acciones.

1.1. CANAL DE TENDENCIA

Antes de analizar los canales de tendencia, lo primero y más importante es definir el concepto de tendencia. La tendencia es la dirección general que sigue el precio en un período determinado. En el mercado los precios suben y bajan cada segundo haciendo *zigzags* (y describiendo un movimiento browniano, como veremos en el capítulo 4). Según predominen las subidas o las bajadas, se van conformando una serie de máximos y mínimos que al unirlos generan una dirección ascendente o descendente que conforma una tendencia.

En numerosas ocasiones los precios se mueven entre dos líneas paralelas que formando lo que se denomina un canal: la línea de tendencia básica y la línea de canal. La principal diferencia entre una línea de tendencia y un canal es que este último incluye, además de la línea básica de tendencia, otra línea paralela a la mencionada.

1.1.1. Facebook (FB)

Para ver la evolución de Facebook antes, durante y después de la pandemia, primero se trató de establecer los principales canales de tendencia.

En este caso, durante la pandemia, se puede apreciar en las gráficas que dichos picos y valles van en descenso, lo que se puede interpretar como que se encuentra en una tendencia bajista.

Al encontrarnos ante una tendencia bajista, la línea de canal fue trazada de la siguiente forma: en primer lugar, se trazó la línea de tendencia descendente básica, atendiendo a

los mínimos; posteriormente, se dibujó una línea paralela a la anteriormente mencionada, teniendo en cuenta cómo habían sido las recuperaciones.

En este caso, la tendencia es negativa. Hay que tener en cuenta que para trazarla es necesario tener dos máximos que sean cada vez más bajos, como sucede en la presente gráfica. Además, la gráfica nos permite confirmar la validez de la tendencia pues hay más de dos máximos que pasan por la línea de tendencia.

Si vemos el canal de tendencia podemos apreciar que, trazando una línea paralela a la línea básica de tendencia, nos confirma la existencia de un canal bajista:

Gráfico 1: Canal de Facebook durante la pandemia



Fuente: Grafico elaborado con Webull (2021)

Por ello, atendiendo al criterio de la tendencia, durante la pandemia ha habido una tendencia bajista, que lo corroboraremos más adelante con otros análisis que utilizado en el desarrollo del trabajo.

Dicha tendencia no se alargó mucho en el tiempo, pues como se puede observar en la siguiente gráfica, se pasó rápidamente de una tendencia bajista a una gran tendencia alcista:

Gráfico 2: Tendencia alcista de Facebook



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

En este caso, se puede ver claramente la tendencia alcista, pues al trazar la línea básica de tendencia (la de la derecha) encontramos al menos dos puntos que representan los mínimos, y estos van en ascenso. Para confirmar dicha tendencia, se puede apreciar que incluso hay un tercer punto mínimo que es mayor que los anteriores. Si nos fijamos en el canal de tendencia, la ruptura alcista se produce unas semanas después del comienzo de la pandemia.

Lo curioso que sucede con Facebook es que, una vez finalizado el crecimiento inmediatamente posterior a la crisis, las gráficas nos muestran una tendencia horizontal o lateral, que se producen cuando los precios oscilan de forma plana, lo que se conoce como fluctuación, y da lugar a un equilibrio en el que se igualan las fuerzas de la oferta y la demanda. Un ejemplo de ello es la siguiente gráfica:

Gráfico 3: Tendencia horizontal de Facebook



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

Dicha gráfica refleja lo que ha sucedido desde agosto de 2020 hasta la actualidad. Parece que el crecimiento producido por la euforia del COVID-19 se ha mantenido, y ha dado lugar a la tendencia mencionada.

1.1.2. Amazon (AMZN)

En el caso de Amazon, también hemos analizado el efecto que ha tenido la pandemia en sus acciones. En primer lugar, se llevó a cabo un estudio de lo sucedido con la tendencia durante estas fechas. Se puede apreciar que, durante la pandemia, la compañía tuvo una tendencia ligeramente descendiente. Para clarificarlo, nos apoyaremos en la siguiente gráfica:

Gráfico 4: Canal de Amazon durante la pandemia



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

Y decimos ligeramente, pues más que una tendencia bajista, parece más bien una tendencia horizontal (que ha sido explicada anteriormente), pues si ampliamos el horizonte temporal, se puede observar claramente como dicha tendencia se encuentra entre dos canales horizontales. Para poder verlo de forma más clara, lo ilustraremos de la siguiente forma:

Gráfico 5: Tendencia lateral de Amazon



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

Al final de la imagen nos encontramos con las fechas que coinciden con el COVID-19, parece evidente que, aunque sí que hubo una pequeña caída que llegó a romper con el canal, nos encontramos ante un canal lateral.

Cuestión distinta fue lo que ocurrió tras la pandemia. Dónde vemos una clara tendencia alcista, que va desde el precio mínimo de 1,626.03 \$ hasta el máximo de 3,552.25 \$. Llama la atención cómo en cuestión de meses, y a pesar de la delicada situación en la que nos encontramos, la compañía supo sacar el máximo partido a ello, llegando a duplicar su crecimiento (incluso más del doble).

Gráfico 6: Tendencia alcista de Amazon



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

1.1.3. Apple (AAPL)

Al igual que en las anteriores compañías, las consecuencias que tuvo la pandemia en Apple tampoco fueron muy graves. Como podemos ver en la siguiente imagen, la empresa se encontraba en una tendencia ligeramente alcista, hasta que llegó el COVID-19. A partir de ahí, si nos centramos en el canal podemos apreciar claramente una tendencia bajista, que no se prolongó mucho en el tiempo. Fue otra empresa que supo perfectamente cómo hacer frente a esta difícil situación y manejarla de la mejor forma posible.

Gráfico 7: Canal de Apple durante la pandemia



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

Tras la pandemia, se puede observar cómo las acciones de la compañía han seguido una tendencia alcista, pero más gradual que las compañías anteriores, esto es, el crecimiento ha sido más lento, hasta alcanzar el máximo en 137.96 \$.

Gráfico 8: Tendencia alcista de Apple



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

A partir de entonces, y como sucede con la empresa analizada anteriormente, se pone fin a la tendencia alcista para pasar a una tendencia lateral. Claramente, tras esa gran tendencia alcista, la euforia de los compradores se ralentizó, y dio lugar a dicha tendencia, que aparece reflejada en la siguiente imagen:

Gráfico 9: Tendencia lateral de Apple



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

1.1.4. Netflix (NFLX)

El caso de Netflix es similar a los dos últimos casos comentados. Antes de la pandemia se encontraba en una tendencia alcista, pero al igual que antes, estamos ante una tendencia lenta, cuyo crecimiento es gradual. Al llegar la conocida pandemia, las acciones de Netflix cambiaron a una tendencia bajista, pero que también tuvo una duración escasa. A continuación, podemos ver cómo dichas acciones se encontraban en crecimiento para que, una vez llegada la pandemia, comenzaran a descender.

Gráfico 10: Canal de Netflix durante la pandemia



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

Dicho descenso no duró mucho y, tras él, llegó un cambio de tendencia. Tras estos días de caídas, la tendencia pasó a ser alcista. El canal dibujado en la siguiente imagen nos muestra claramente esa tendencia comentada:

Gráfico 11: Tendencia alcista de Netflix



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

Después de dicho crecimiento, las acciones de la compañía continuaron creciendo hasta alcanzar una tendencia lateral. Tal y como explicábamos anteriormente, las consecuencias de la pandemia en las compañías tecnológicas fueron escasas, y para Netflix no iba a ser menos.

Gráfico 12: Tendencia horizontal de Netflix



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

1.1.5. Google (GOOG)

Tanto Facebook como Google fueron las compañías que más les “afectó” el comienzo del COVID-19. Lo pongo entre comillas pues, aunque la tendencia fuese bajista, la duración fue también escasa, por lo que el impacto no fue muy grande en comparativa con otras empresas.

Gráfico 13: Canal de Google durante la pandemia



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

Como podemos apreciar en la imagen hay una tendencia bajista hasta alcanzar los 1,013.54 \$. Tras esta bajada y una vez pasado el pequeño impacto del COVID-19, las acciones de la compañía comenzaron a ascender, dando lugar a una tendencia alcista, que se refleja en el siguiente canal:

Gráfico 14: Tendencia alcista de Google



Fuente: Gráfico elaborado con Webull (2021)

Ha diferencia de todas las compañías anteriores, Google fue la única que, tras la pandemia, continuó con una tendencia alcista. Antes comentábamos que todas cambiaron a una tendencia horizontal o lateral, pues bien, Google continuó creciendo hasta alcanzar un máximo de 2,152.68 \$.

1.2. PATRÓN DE VELAS JAPONESAS

Esta técnica de gráficos y análisis fue creada en Japón, donde ha sido utilizada durante siglos. La utilidad de las “velas” es doble: por una parte, en este método se lleva a cabo una exposición que contiene numerosa información sobre valores y futuros con el fin de elaborar un análisis del gráfico; por otra, va a servir para reconocer patrones famosos previamente conocidos y probados.

El gráfico de velas incluye información acerca de los precios de apertura, máximo, mínimo y de cierre. Si bien es cierto que contienen la misma información que los gráficos de barra, las velas resultan ser mucho más fáciles de visualizar y, al fin y al cabo, más útiles a la hora de analizar los gráficos.

La vela está compuesta por el cuerpo (lo que visualmente corresponde al rectángulo), donde podemos ver la diferencia entre el precio de apertura y el de cierre. En el presente trabajo, el cuerpo se representará por medio de dos colores, el rojo y el verde. Si el precio de cierre es mayor que el de apertura, se representará con el color verde, lo que nos indicará que estamos ante una vela alcista. En cambio, si es menor, el color utilizado será el rojo y estaremos ante una vela bajista.

Además de por el cuerpo, las velas japonesas están compuestas por unas pequeñas líneas por encima o por debajo del mismo, que reciben el nombre de pelos, sombras o pabilos. Estas pequeñas rayas representan los precios máximos y mínimos del día.

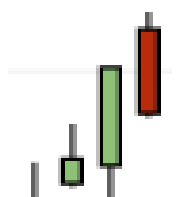
Existen numerosas combinaciones de cuerpos y sombras, y cada cual recibe un significado distinto. Aquellos días en los que las velas presentan cuerpos pequeños y cuyas sombras son más largas que al cuerpo mencionado, se conocen como perinolas. En este tipo de velas, el color resulta esencial, pues nos encontramos ante situaciones en las que los inversores están indecisos.

Para realizar un análisis con mayor profundidad, es necesario examinar la existencia de patrones de velas. Se define este como un “*retrato psicológico de la mentalidad de los operadores en aquel momento*” (ver pág. 324 de [8]). Podemos diferenciar dos tipos de patrones: de inversión y de cambio.

Los primeros se refieren a una combinación de velas que sirven para determinar la existencia de un cambio de tendencia. Cabe mencionar que la media móvil (que explicaremos más adelante) es un buen complemento a las velas japonesas. Pero cuestión más relevante, que merece ser precisada, es que no puede haber un patrón de cambio alcista en una tendencia ascendente (ni tampoco bajista en una tendencia descendente).

En este trabajo, hablaremos de los cuatro patrones de inversión o cambio más conocidos y utilizados por los inversores. El primero de ellos es la cobertura de nube oscura, que se trata de un patrón de cambio que suele aparecer al final de una tendencia alcista. Ello hace que pase de una tendencia alcista a una bajista. Este patrón lo conforman dos velas, la primera es una vela larga de color verde (alcista) y la segunda abre por encima de la mecha de la primera, pero tiene un color rojo (bajista) y el precio de cierre suele quedar, como mínimo, a la mitad de la altura del cuerpo de la vela verde. Cabe mencionar que, cuanto más grandes sean los cuerpos de las velas y cuanto mayor sea la penetración de la vela roja sobre la verde, el patrón tendrá más fuerza tendrá el patrón mencionado. En la siguiente imagen se puede apreciar un ejemplo sobre esto surgido en las acciones de Facebook, durante la subida posterior a la época del COVID-19, en concreto, en los días 24 y 27 de marzo:

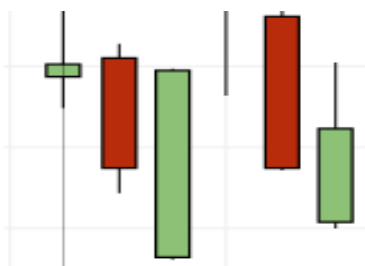
Gráfico 15: Cobertura de nube oscura en la compañía Facebook



Fuente: Gráfico de velas obtenido de Etoro (2021)

El segundo es la línea penetrante, que es el patrón opuesto al anteriormente mencionado. Es un patrón de cambio que acostumbra a manifestarse al final de una tendencia bajista. En este supuesto, pasamos de una tendencia bajista a una alcista. Las velas que conforman este patrón son una roja (bajista) y una verde (alcista), donde la verde refleja que en el segundo día los precios abrieron a un nuevo mínimo, pero el precio de cierre es mayor que el del día anterior. Esto se puede apreciar claramente (encima por partida doble), en las acciones de Apple, en septiembre de 2020:

Gráfico 16: Línea penetrante en la compañía Apple

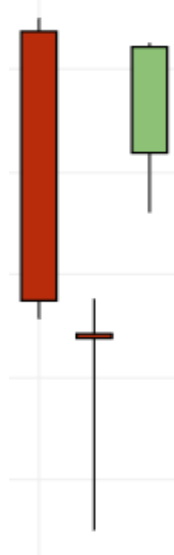


Fuente: Gráfico de velas obtenido de Etoro (2021)

El tercer y cuarto patrón que analizaremos es la estrella vespertina y la estrella matutina. En este caso, y a diferencia de los dos anteriores, son patrones de tres días (en los dos primeros, son de dos días). En el caso de la estrella matutina estamos ante un patrón de cambio alcista, donde el primer día es una vela larga roja (bajista), en el segundo día los precios son más bajos que el día anterior, donde el precio de cierre suele coincidir con el precio de apertura. A diferencia del primer día, el cuerpo de la segunda vela, que también es de color rojo (bajista), es pequeño. Finalmente, el tercer día tenemos una vela verde (alcista), donde el precio de cierre se encuentra a mitad de la vela del primer día. El caso de la estrella vespertina es el mismo, pero de forma opuesta.

Un ejemplo de estrella matutina se puede observar en la siguiente imagen:

Gráfico 17: Estrella matutina en la compañía Google

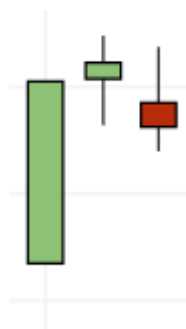


Fuente: Gráfico de velas obtenido de Etoro (2021)

Dicha imagen corresponde a los días 20, 23 y 24 de marzo de 2020 de la compañía Google, es decir, en plena pandemia. Además, en esta imagen podemos ver una mecha larga, esto quiere decir que el precio cerró antes de lo que realmente se pensaba. Implica cierta debilidad en la tendencia y, de facto, es el momento en el que Google comienza a recuperarse tras la pandemia. De tratarse de una mecha corta (como es el caso de la vela verde), es una señal de que hay cierta fuerza en la tendencia.

En cambio, un ejemplo de estrella vespertina es el siguiente:

Gráfico 18: Estrella vespertina en la compañía Amazon



Fuente: Gráfico de velas obtenido de Etoro (2021)

Dicha imagen representa los precios de las acciones de Amazon en los días 6, 7 y 8 de enero de 2020.

Una vez analizado el patrón de cambio o inversión, comentaremos el otro patrón relevante que es el de continuidad. Dicho patrón nos ayuda a decidir si mantener nuestras acciones en un determinado mercado o si hay que salir de este. El patrón más importante es el de los tres métodos ascendentes y descendientes. El patrón de continuidad de los tres métodos ascendentes ocurre solo cuando estamos ante una tendencia alcista, al igual que un patrón de continuidad bajista solo puede aplicarse cuando nos encontramos ante una tendencia a la baja. En el caso del patrón de continuidad alcista, el primer día estamos ante una vela larga verde (alcista), y los tres días siguientes tenemos tres velas rojas, con tendencia a la baja. Si bien es cierto que no necesariamente tienen que ser tres, pues con que sean dos velas rojas se sigue cumpliendo el patrón. Las tres velas anteriores se mantienen dentro del alcance de la vela verde grande. Al día siguiente, hay una vela larga verde cuyo precio de cierre es máximo. En el caso de los tres métodos descendientes, es igual, pero a la inversa.

1.3. HUECOS DE PRECIOS

Los huecos de precios los podemos definir como las áreas del gráfico de velas donde no se ha realizado ninguna operación. Existen tres tipos de huecos que analizaremos en el presente trabajo: el de separación o *breakaway*, el de escape, medida o *runaway* y el de agotamiento o *exhaustion*.

1.3.1. Hueco de separación

El hueco de separación suele marcar el comienzo de un movimiento importante del mercado, o bien suele aparecer en los supuestos de ruptura de una tendencia principal e indica el cambio a la tendencia contraria. Suelen aparecer, además, cuando hay mucho volumen y lo normal es que dichos huecos no se rellenen. Si estamos ante una tendencia alcista, es importante que los precios no desciendan por debajo de los huecos. Una muestra de debilidad ocurriría si el precio de cierre fuese inferior al hueco ascendente.

Un buen ejemplo de ello es lo que sucedió en Facebook el 25 de julio de 2018, donde se puede apreciar claramente un hueco de separación que indica un cambio de tendencia alcista a uno bajista:

Gráfico 19: Hueco de separación en la compañía Facebook



Fuente: Gráfico diario obtenido de Etoro (2021)

Otro buen ejemplo de ello se puede apreciar en la siguiente imagen, donde vemos lo que sucedió con Amazon justo antes de la pandemia. El día 30 de enero, se rompe con la tendencia bajista que había hasta entonces y pasa a reflejar una alcista. Algo que confirma dicha tendencia es que los precios no descenden por debajo del hueco que deja el precio de cierre del día mencionado previamente.

Gráfico 20: Hueco de separación en la compañía Amazon



Fuente: Gráfico diario obtenido de Etoro (2021)

1.3.2. Hueco de escape

En lo que al hueco de escape se refiere, revela que el mercado está moviéndose con un volumen moderado y suele encontrarse a medio camino de una tendencia. Si nos encontramos ante una tendencia alcista, dicho hueco refleja fuerza; en cambio, si hablamos de una tendencia bajista, nos encontraríamos ante un problema pues es una señal de que el mercado está débil. Al igual que en el hueco explicado anteriormente, tendrá un impacto negativo si el precio de cierre se encuentra por debajo del hueco de escape en una tendencia alcista.

Gráfico 21: Huevo de escape de la compañía Facebook



Fuente: Gráfico diario obtenido de Etoro (2021)

En esta imagen se puede apreciar como las acciones Facebook muestran una señal de debilidad, ya que estamos ante una tendencia bajista. Esto sucedió el 24 de febrero de 2020, momentos en los que la pandemia ya comenzaba a afectar sus acciones.

Apple, por su parte, ese mismo día también presentó ciertas muestras de debilidad en sus acciones, como se puede apreciar a continuación:

Gráfico 22: Hueco de escape de la compañía Apple



Fuente: Gráfico diario obtenido de Etoro (2021)

Claramente estamos ante una tendencia bajista. En ambos casos, la causa por la que el hueco ha sido producido es que el precio máximo del día mencionado es inferior al precio mínimo del día anterior (21 de febrero de 2020).

1.3.3. Hueco de agotamiento

Finalmente, el hueco de agotamiento suele reflejarse al final del movimiento establecido por el mercado y una vez se hayan determinado los dos tipos de huecos mencionados anteriormente. Por ejemplo, si estamos ante una tendencia alcista, es el punto en el que los precios realizan un último esfuerzo para continuar creciendo, pero que inmediatamente después empiezan a descender. Normalmente, el hueco de agotamiento suele aparecer cuando los precios cierran por debajo del último hueco.

Esto es lo que precisamente ocurrió con Google el día 4 de noviembre de 2020, unos meses después de la pandemia, donde todavía se notaban ciertas secuelas de la misma:

Gráfico 23: Hueco de escape de la compañía Apple



Fuente: Gráfico diario obtenido de Etoro (2021)

Algo semejante sucedió con Netflix el día 11 de marzo de 2020:

Gráfico 24: Hueco de agotamiento de la compañía Netflix



Fuente: Gráfico diario obtenido de Etoro (2021)

Como se puede apreciar, nos encontramos ante una tendencia bajista en la que los precios efectúan un último esfuerzo con el fin de seguir descendiendo pero que, de forma posterior, empiezan a crecer.

1.4. MODELOS DE CAMBIO MÁS IMPORTANTES

Para el desarrollo del trabajo, y con el fin de explicar de forma más precisa lo sucedido durante la pandemia, nos apoyaremos en los modelos de cambio más prácticos para analizar el efecto de dicha pandemia en las acciones de las FAANG.

1.4.1. Patrón de cambio de cabeza y hombros

Se refiere a un patrón de reversión que permite a los inversores determinar el momento en el que una tendencia puede agotarse y, posteriormente, revertirse. Esta figura es similar a la de una persona, por ello tendremos un hombro izquierdo, una cabeza, un hombro derecho y una línea clavicular. Esto suele encontrarse en una tendencia alcista, y dará lugar a un cambio hacia una tendencia bajista, a medida que nuevos máximos decrecientes van apareciendo.

Un hombro-cabeza-hombro (H-C-H) invertido expresa lo mismo que lo anteriormente mencionado, pero de forma traspuesta. En este caso, estamos ante una tendencia bajista, que se modificará hacia una alcista, dando lugar a nuevos mínimos crecientes.

Para entender mejor este patrón, lo explicaremos con ejemplos encontrados en alguno de los cinco títulos objeto de análisis en el presente trabajo.

El mejor ejemplo de H-C-H invertido es lo sucedido con Netflix durante la pandemia:

Gráfico 25: Patrón de cambio de cabeza y hombros en Netflix



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

Nos encontramos ante una tendencia bajista que, posteriormente, cambia hacia una tendencia alcista. Las acciones de Netflix, durante los primeros meses de pandemia, reflejaron claramente el H-C-H invertido.

Otro buen ejemplo de ello es lo sucedido con Facebook entre los meses de septiembre y noviembre:

Gráfico 26: Patrón de cambio de cabeza y hombros en Facebook



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

Aquí se puede apreciar otro H-C-H invertido donde, tras comenzar siendo una tendencia bajista, se rompe dicha tendencia y pasa a ser alcista.

1.4.2. Patrones superiores e inferiores dobles

Los patrones superiores dobles (o triples) se caracterizan por tener dos (o tres) picos que se encuentran, aproximadamente, al mismo nivel. Lo que sucede es que hay un cierre definitivo que está por debajo del valle que queda entre ambos picos, lo que da lugar a un cambio de tendencia. Puede apreciarse claramente, pues se referencia por medio de un “M”. Un ejemplo de ello fue lo sucedido con Netflix a mediados de 2018:

Gráfico 27: Patrón superior doble en Netflix



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

Por otra parte, los patrones inferiores dobles (triples) son semejantes a los anteriores, pero en este caso la dirección es opuesta, es decir, se verá reflejado por medio de una “W”. Esto se puede apreciar en las acciones de Facebook donde incluso hay un patrón inferior triple:

Gráfico 28: Patrón inferior triple en Facebook



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

1.5. MEDIA MÓVIL

La media móvil es uno de los indicadores técnicos más utilizados para seguir las tendencias del mercado. Esto se debe a su precisión y versatilidad. La mejor forma de definir este concepto es definiendo cada término que lo conforma. Como ya sabemos, la media consiste en un promedio correspondiente a un número de datos; móvil hace referencia a que está en movimiento. Es habitual calcularla es teniendo en cuenta los precios de cierre de los últimos 10 días.

Dicha media opera con un cierto desfase temporal, esto es, por ejemplo, si buscamos medir la media móvil en los últimos diez días, se suman los precios de esos días y se divide entre el número de días, que en este supuesto es 10. Lo que sucede es que hay una repetición de este procedimiento cada día, por lo que el nuevo cierre se añade al total y se resta el cierre de 11 días atrás. Dicho número sigue siendo dividido por el número de días, que seguirá siendo 10.

El principal uso que le daremos a la media móvil en el presente trabajo será una referencia para analizar la tendencia. Además, es importante tener en cuenta que los números de Fibonacci, que desarrollaremos más adelante, sirven de apoyo para un análisis más preciso de las medias móviles.

En el caso de Facebook, se puede ver claramente como la media móvil sigue la tendencia bajista que ya se había predicho por medio de los canales de tendencia. Esto nos sirve para confirmar que, durante la pandemia, las acciones de Facebook pasaron a tener una tendencia a la baja:

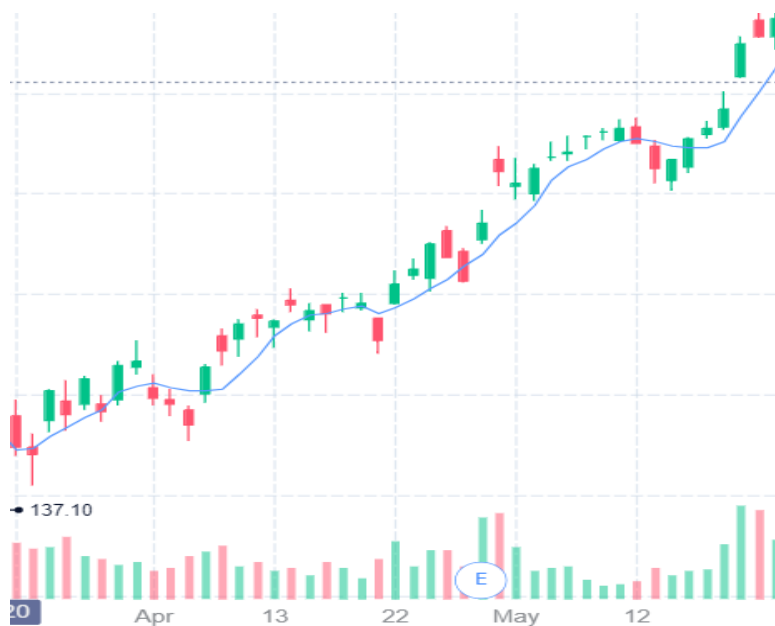
Gráfico 29: Media móvil de Facebook durante la pandemia



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

Si bien es cierto que, cómo se pudo apreciar en los canales de tendencia, tras el mes de pandemia, hubo un claro cambio hacia una tendencia alcista:

Gráfico 30: Media móvil de Facebook tras la pandemia



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

Lo mismo sucede con el resto de las compañías analizadas en este trabajo, como se puede ver a continuación:

AMAZON

Gráfico 31: Media móvil de Amazon durante y tras la pandemia



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

APPLE

Gráfico 32: Media móvil de Apple durante y tras la pandemia



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

NETFLIX

Gráfico 33: Media móvil de Netflix durante y tras la pandemia



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

GOOGLE

Gráfico 34: Media móvil de Google durante y tras la pandemia



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

En todos los casos expuestos, en la imagen de la izquierda se puede observar que se confirma la tendencia bajista que se analizó previamente por medio de los canales. Además, tras la caída sufrida durante el primer mes de pandemia, las acciones de todas estas empresas sufrieron un cambio de tendencia, hacia una clara tendencia alcista. Es un método más por el que confirmamos que la pandemia no tuvo un gran impacto en las acciones de las empresas tecnológicas analizadas, al menos si consideramos dicho impacto como negativo.

1.6. BANDAS DE BOLLINGER

Es una técnica que fue desarrollada por John Bollinger. Este indicador consiste en colocar dos bandas de fluctuación que se encuentran alrededor de una media móvil (concepto definido anteriormente). La particularidad de esta técnica es que las bandas se colocan dos desviaciones típicas por encima y dos por debajo de dicha media móvil que, por lo general, es de 20 días. Además, los precios encuentran apoyo en la banda inferior y resistencia en la superior. La contracción y expansión de los precios dependerá de la volatilidad existente en los últimos 20 días.

Al utilizar dos desviaciones típicas nos aseguramos de que el 95% de la información relativa a los precios se encontrará dentro de las bandas de fluctuación mencionadas. Cabe precisar que, si los precios alcanzan la banda superior se dice que están sobrecomprados; en cambio, si están en la banda inferior están sobrevendidos.

En el presente trabajo, utilizaremos las Bandas de Bollinger de la siguiente forma: se usará tanto las bandas superiores como inferiores como metas de los precios. Para ser más precisos, si nos encontramos en una tendencia bajista, los precios fluctuarán entre la banda inferior y la media de 20 días por lo que, si hay un cruce por encima de la media de 20 días, nos estará informando de la existencia de un cambio de tendencia. Lo mismo sucede con la tendencia alcista, pero a la inversa, es decir, los precios fluctuarán entre la banda superior y la media de 20 días, habiendo cambio de tendencia cuando rompe con la media. Además, si las bandas se encuentran muy separadas, podemos estar ante un cambio de

tendencia y, si se acercan mucho la una a la otra, significa que se está iniciando una nueva tendencia.

La mejor forma de analizarlo es poniendo ejemplos concretos de alguno de los títulos objeto de estudio en este trabajo.

En el caso de Apple, sucedió lo siguiente:

Gráfico 35: Bandas de Bollinger en Apple



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

Como se puede ver claramente en la imagen, a finales de febrero se rompe la tendencia, y se pasa a una tendencia bajista. Tendencia que coincide con el periodo de la pandemia. Se puede apreciar que los precios oscilan entre la media móvil (de 20 días) y la banda inferior. Una vez se pasaron los primeros efectos de la pandemia, se produce un cambio de tendencia, pues rompe con la media. Ahora, los precios oscilan entre la banda superior y la media móvil de 20 días.

Otro ejemplo es lo sucedido con Google:

Gráfico 36: Bandas de Bollinger en Google



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

En este caso, es interesante ver que sucede algo semejante a lo ocurrido con Apple. A finales de febrero la tendencia pasa a ser bajista con motivo del COVID-19 pero, a principio de abril, se rompe con la media móvil, y los precios pasan a fluctuar entre dicha media y la banda superior. Cabe añadir que en este caso se puede observar que a finales de junio hay un nuevo cambio de tendencia, pues se rompe con la mencionada media móvil, y pasa a ser bajista y los precios fluctúan entre la media móvil y la banda inferior. En cuestión de días se produce un nuevo cambio de tendencia, y ahora pasa a ser alcista. Algo semejante ocurre en el mes de agosto y a principio de septiembre donde se puede ver cómo las acciones de Google han sufrido grandes cambios en su tendencia, lo que indica que, durante estos periodos ha habido una gran volatilidad.

1.7. FIBONACCI

Cuando hablamos de las líneas de abanico de Fibonacci estamos ante una línea de velocidad trazadas con ángulos de 38% y 62%. Estas cifras están relacionadas con los números de Fibonacci. Normalmente, cuando se rompe una de las líneas marcadas por el método de Fibonacci, estamos ante una caída de los precios hasta la siguiente línea situada por debajo.

Los números de Fibonacci son la base de la Teoría de las ondas de Elliot que desarrollaremos en el apartado siguiente. Dichos números se apoyan en una secuencia numérica que es la siguiente: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144... y así sucesivamente hasta el infinito. Las principales propiedades de dicha secuencia son las siguientes:

- El resultado de la suma de dos números consecutivos (cualquiera de ellos) es el número siguiente. Ejemplo: $2 + 1 = 3$; $21 + 34 = 55$...
- Aparecen dos porcentajes importantes: 62%, número asociado a los retrocesos de Fibonacci y el retroceso inverso, que en este caso es el 38%.
- La ratio de cualquier número con respecto del anterior se aproxima a la proporción áurea, el número 1,6180, un número de gran importancia histórica, conocido por los griegos, que aparece en el arte, la naturaleza, etc. En análisis técnico este número se utiliza para lograr alcanzar los objetivos de precios marcados por Fibonacci.

Las ratios o coeficientes son especialmente útiles para definir los objetivos de precios tanto para las ondas correctoras como para las impulsoras. La forma más utilizada es por medio de retrocesos porcentuales. Para ello, los números más empleados son el 61,8% que normalmente se redondea al 62% y marca el retroceso máximo; su inverso, el 38%, que hace referencia al retroceso mínimo; y el 50%. Todo ello si hablamos de una tendencia fuerte.

Gráfico 37: Líneas de abanico de Fibonacci en Google



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

En este caso, se aplicó las líneas de abanico de Fibonacci a las acciones de Google justo durante la pandemia y los meses de después. Podemos ver como en muchos casos las acciones rebotan justo en las líneas predeterminadas por Fibonacci. En este caso el marco temporal es diario.

Para verlo con más claridad, se representan los precios en un marco temporal menor (4h)

Gráfico 38: Líneas de abanico de Fibonacci en Netflix



Fuente: Gráfico diario obtenido de Webull (2021)

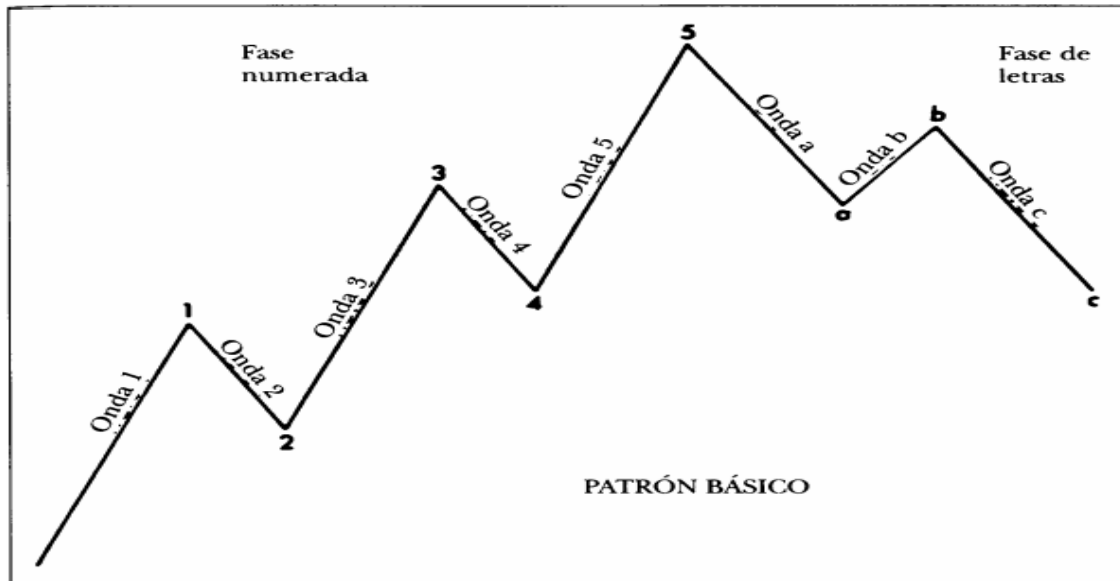
Esta imagen refleja lo sucedido durante la pandemia en las acciones de Netflix, aplicando las líneas de Fibonacci.

1.8. TEORÍA DE LAS ONDAS DE ELLIOT

La mejor forma de entender esta teoría es comprendiendo los tres aspectos fundamentales que la conforman: patrón, coeficiente y tiempo.

Patrón hace alusión a los diferentes modelos de ondas o formaciones que conforman el elemento esencial de la mencionada teoría. El análisis de coeficientes resulta especialmente útil para delimitar los puntos de regresión y los objetivos de precios determinando la relación existente entre las diversas ondas. El último elemento importante son las relaciones de tiempo, pues se utilizan para confirmar los dos elementos anteriormente mencionados, si bien es el elemento menos fiable.

Gráfico 39: Teoría de las ondas de Elliot



Fuente: Murphy, J., *Análisis técnico de los mercados financieros*, (1986), pág. 343. (Ver [8])

La teoría de las ondas de Elliot establece que “el mercado de valores sigue un ritmo repetitivo de cinco ondas de adelante seguidas por tres ondas de retroceso” (ver pág. 342 de [8]). Las ondas de impulso son las que en la imagen vemos con el número 1, 3 y 5, y son ondas ascendentes; mientras que las que se reflejan con los números 2 y 4, son ondas descendentes y se conocen como ondas de corrección. Una vez finalizado el avance de las cinco ondas mencionadas anteriormente, comienza la corrección que se realiza por medio de tres ondas, que en la imagen se reflejan por medio de las letras a, b y c.

CAPÍTULO 2: AJUSTES LINEALES Y PARABÓLICOS

La segunda forma empleada en el trabajo para analizar la tendencia de las acciones fue por medio de aproximaciones funcionales, principalmente, por medio de la regresión lineal o exponencial. En este trabajo se decidió emplear ambas y ver cuál era la óptima para cada una de las acciones objeto de análisis.

2.1. DEFINICIÓN

En términos generales, el análisis de regresión *“trata del estudio de la dependencia o explicación del comportamiento de una variable respecto a una o varias variables independientes o explicativas, con el objetivo de estimar y/o predecir el valor esperado o valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las últimas”*. (Ver pág. 50 de [11])

En concreto, en este trabajo se pretende analizar el comportamiento del precio de las FAANG en un determinado periodo largo de tiempo (antes, durante y después de la pandemia), con el fin de analizar cuál es la tendencia que siguen dichas acciones y averiguar cuál es la recta que mejor se aproxima a los precios. Esto quiere decir que el precio oscila, de forma lineal, entre dos rectas paralelas o, como se definió anteriormente, un canal. De forma complementaria, se pretende analizar cuál es la parábola de regresión que mejor se aproxima a los puntos mencionados (si la hubiera).

Para poder obtener dicha regresión, lo primero que se hizo fue definir las variables. Para ello, la variable “x” hace referencia al tiempo y la “y” al precio. Dicho precio y tiempo varían en función del periodo temporal objeto de análisis. La fórmula empleada fue la siguiente:

$$Y = A + BX$$

Para averiguar el valor de “A” y “B”, se utilizaron matrices que tenían la siguiente estructura:

$$\begin{bmatrix} N & \sum x_i \\ \sum x_i & \sum x_i^2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \end{bmatrix}$$

Dónde el símbolo \sum representa el sumatorio de x_i e y_i y N el número de datos.

Como hemos mencionado anteriormente, también se emplearon en el trabajo las parábolas de regresión, cuya fórmula utilizada fue:

$$Y = A + BX + CX^2$$

Para el cálculo de los valores “A”, “B” y “C”, se utilizó la siguiente estructura matricial:

$$\begin{bmatrix} N & \sum (x_i) & \sum (x_i)^2 \\ \sum (x_i) & \sum (x_i)^2 & \sum (x_i)^3 \\ \sum (x_i)^2 & \sum (x_i)^3 & \sum (x_i)^4 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \end{bmatrix}$$

Finalmente, todos los resultados obtenidos se representaron por medio de gráficos, con el fin de apreciar si verdaderamente nos encontrábamos ante una tendencia o no.

2.1.1. Facebook (FB)

En el caso de Facebook se recopilamos 43 datos que correspondían a los precios de las acciones durante la pandemia. En concreto, desde el 19 de febrero de 2020 a las 21:00. Para un cálculo más preciso, se utilizaron los precios más llamativos durante dicha fecha y el 18 de marzo de 2020 a las 13:00. Como podemos apreciar, el marco temporal aplicado es de 4 horas, todo ello para poder analizar de forma mucho más precisa lo sucedido con los precios en esas fechas.

Para poder obtener la regresión lineal, se utilizó la siguiente matriz:

$$\begin{bmatrix} 43 & 793.440 \\ 793.440 & 20.253.312.002 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.933 \\ 136.992.655 \end{bmatrix}$$

Todo ello fue calculado por medio de la herramienta matemática de Excel. Una vez se definieron ambas variables, donde “x” refleja el tiempo e “y” el precio, se procedió a seleccionar los precios que más información útil nos podrían transmitir, entre las fechas y el marco temporal ambos mencionados anteriormente. En lo que al tiempo se refiere, la diferencia de fecha se guarda en Excel como un número en segundos (pues se multiplica por 60 y 24), con el fin de hacer diferencia de fechas y, como queremos que el tiempo sea acumulativo, hacemos la suma de las mencionadas diferencias; el precio fue seleccionado personalmente teniendo en cuenta el nivel de significación de los mismos, dentro del canal. Una vez se realizó esto, el tiempo se elevó al cuadrado, y se multiplicó el precio y

el tiempo. Finalmente, se realizó una suma de cada variable individualmente (tiempo, precio, tiempo² y precio*tiempo) para configurar la matriz que se puede apreciar más arriba.

El próximo paso consistió en aplicar la fórmula MINVERSA de la parte de la matriz relacionada con el tiempo (representado con la variable “x”). Los precios (variable “y”) no sufrieron ninguna modificación y, para concluir y obtener los valores de “A” y “B”, se utilizó la fórmula de Excel MMULT con los valores obtenidos de la matriz inversa y los precios.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: A = 215,32; B = - 0,00167

Por ello, la regresión lineal resultante fue la siguiente:

$$Y = 215,32 - 0,00167X$$

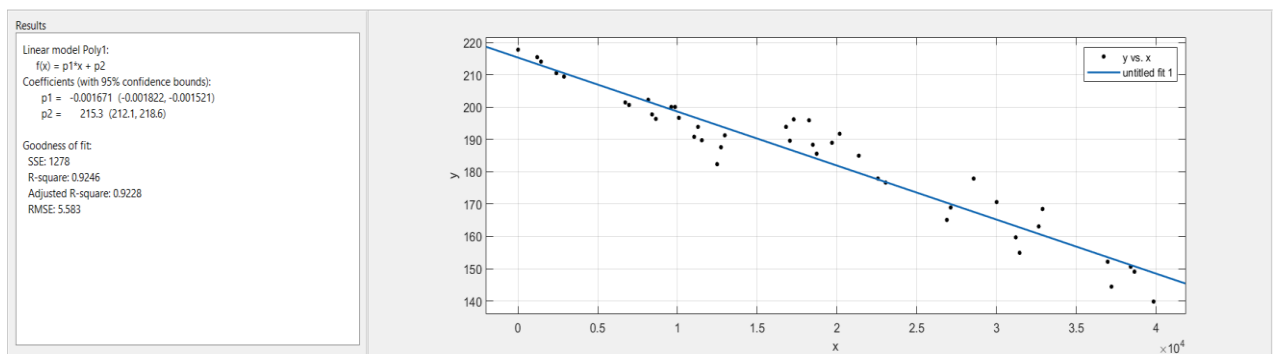
Para comprobar que los resultados obtenidos eran correctos, se empleó el complemento matemático “Análisis de datos” y la gráfica obtenida en Matlab:

Ilustración 1: Regresión lineal de Facebook

	<i>Coeficientes</i>
Intercepción	215,3186958
tiempo	-0,001671322

Fuente: elaboración propia (2021)

Gráfico 40: Regresión lineal de Facebook durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

En lo que a la parábola de regresión respecta, la matriz empleada fue la siguiente:

$$\begin{bmatrix} 43 & 793.440 & 20.253.312.002 \\ 793.440 & 20.253.312.002 & 599.826.954.273.177 \\ 20.253.312.002 & 599.826.954.273.177 & 19.313.072.615.441.900.000 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.933 \\ 136.992.655 \\ 3.350.003.671.084 \end{bmatrix}$$

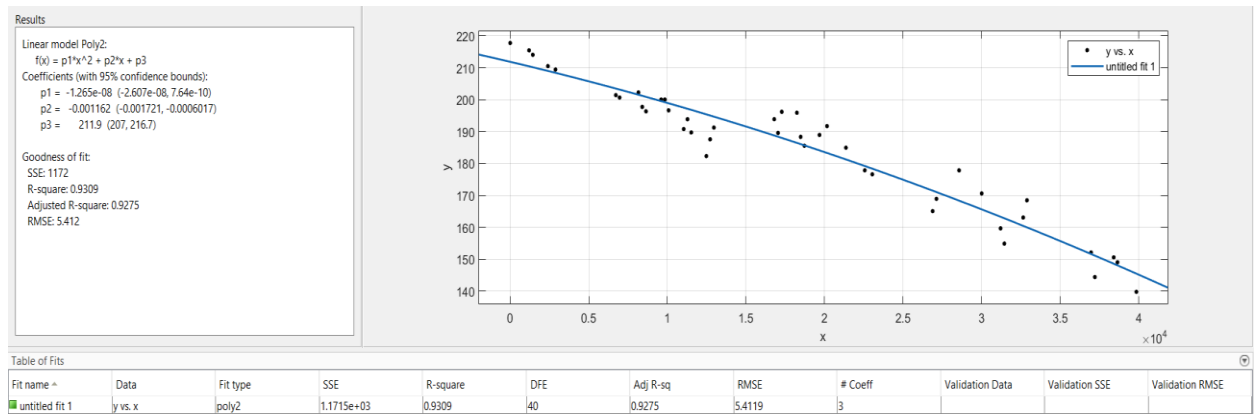
El procedimiento empleado para obtener la parábola fue muy parecido que el anterior. La principal diferencia, es que hubo que añadir el tiempo³, el tiempo⁴ y el precio²*tiempo. Tras realizar la suma de todas las variables, se formó la matriz previamente expuesta.

Una vez aplicada la fórmula MINVERSA para la variable “x” (tiempo) y la fórmula MMULT con los valores previamente calculados de la matriz inversa, y de los precios, los resultados fueron: A = 211,87; B = -0,0012; C = 0,000000013. Con estos datos, se logró la siguiente parábola:

$$Y = 211,87 - 0,0012X + 0,000000013X^2$$

La representación gráfica de dicha parábola es la siguiente:

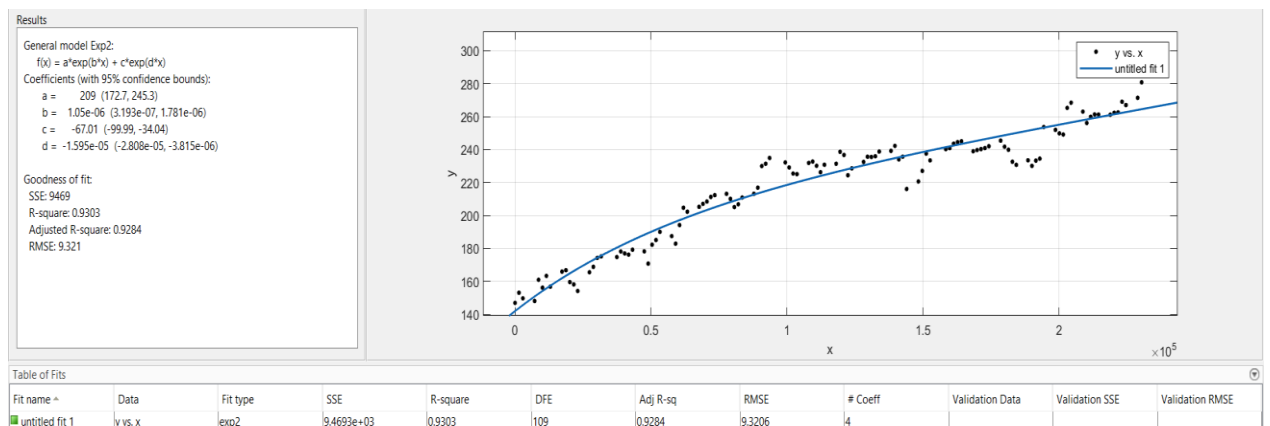
Gráfico 41: Parábola de regresión de Facebook durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Finalmente, se empleó la herramienta Matlab (ver Anexo 1) para ver qué sucedió con las acciones de Facebook tras la pandemia:

Gráfico 42: Ajuste exponencial posterior a la pandemia en Facebook



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Para definir el presente gráfico se emplearon los datos diarios desde el 13 de marzo de 2020 hasta el 26 de agosto de ese mismo año. Se puede apreciar claramente, por medio del ajuste exponencial, como ha habido un crecimiento de los precios.

2.1.2. Amazon (AMZN)

Para el cálculo de la regresión lineal y de la parábola de regresión en Amazon, se recogieron 42 datos que pertenecientes a los precios de dichas acciones durante el 10 de febrero de 2020 a las 21:00 y el 16 de marzo de 2020 a las 17:00 horas. El criterio de selección de los precios, en un marco temporal de 4 horas, fue su utilidad y aplicación en el presente trabajo.

La matriz aplicada para la obtención de la regresión lineal fue:

$$\begin{bmatrix} 42 & 719.760 \\ 719.760 & 16.912.224.002 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 80.507 \\ 1.329.230.940 \end{bmatrix}$$

La metodología empleada para la definición de variables y selección de precios fue la misma que para el resto de las empresas que componen las FAANG. Tras llevar a cabo la suma de cada variable individualmente, se definió la matriz expuesta anteriormente.

Después de aplicar la fórmula MMINVERSA en la variable tiempo (“x”) y tras utilizar la fórmula MMULT con los valores obtenidos anteriormente en la matriz inversa y los precios, los resultados fueron: A = 2.105,65; B = - 0,011

Por ello, la regresión lineal resultante fue la siguiente:

$$Y = 2.105,65 - 0,011X$$

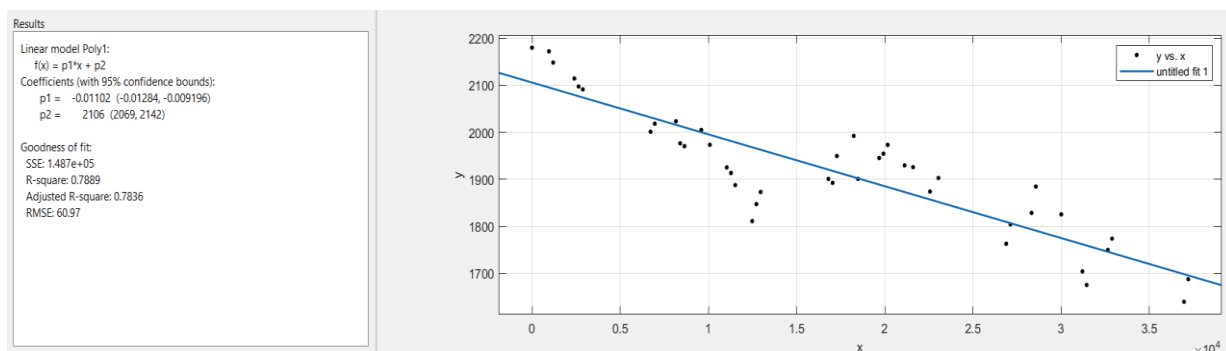
Todo ello fue comprobado por medio del complemento matemático “Análisis de datos” y Matlab:

Ilustración 2: Regresión lineal de Amazon

	<i>Coefficientes</i>
Intercepción	2105,646491
tiempo	-0,011017426

Fuente: elaboración propia (2021)

Gráfico 43: Regresión lineal de Amazon durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Para la obtención de la parábola de regresión respecta, se utilizó la siguiente matriz:

$$\begin{bmatrix} 42 & 719.760 & 16.912.224.002 \\ 719.760 & 16.912.224.002 & 455.151.204.897.179 \\ 16.912.224.002 & 455.151.204.897.179 & 13.267.300.377.372.500.000 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 80.507 \\ 1.329.230.940 \\ 30.623.211.027.816 \end{bmatrix}$$

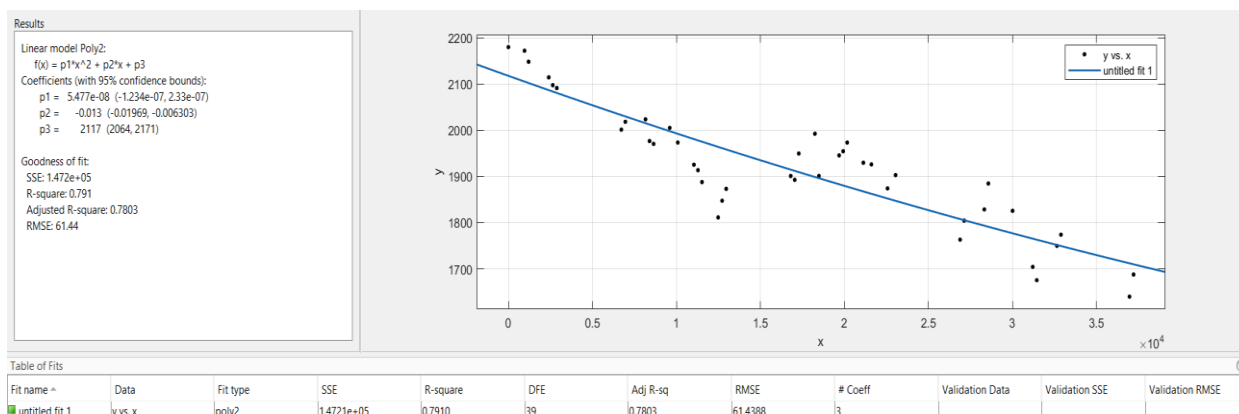
La metodología para la obtención de la parábola fue semejante al del resto de empresas analizadas en este trabajo. Después de sumar todas las variables independientes (tiempo, precio, tiempo², tiempo*precio, tiempo³, tiempo²*precio y tiempo⁴) se formó la matriz determinada previamente.

Tras aplicar la fórmula MINVERSA para la variable tiempo (“x”) y después de emplear la fórmula MMULT con los valores anteriormente calculados en la matriz inversa y los precios, se lograron estos resultados: A = 2.117,49; B = - 0,013; C = 0,000000054.

La parábola obtenida y su representación gráfica fueron:

$$Y = 2.117,49 - 0,013X + 0,000000054X^2$$

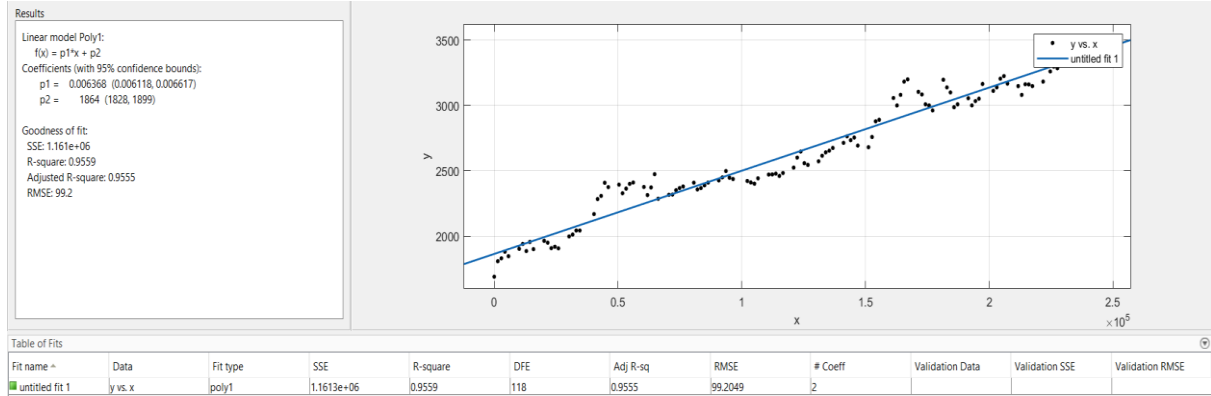
Gráfico 44: Parábola de regresión de Amazon durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Por último, se hizo uso de la herramienta Matlab (ver Anexo 2) con el fin de observar lo sucedido, después de los meses de pandemia, con las acciones de Amazon:

Gráfico 45: Regresión lineal de Amazon después de la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

En este caso, las acciones de Amazon siguieron un ajuste lineal. Tras la pandemia, las acciones siguieron una tendencia alcista. Los precios representados en la gráfica se encuentran entre las fechas 16 de marzo de 2020 y el 2 de septiembre de ese mismo año.

2.1.3. Apple (AAPL)

En Apple se utilizaron 48 datos con el fin de obtener la regresión lineal y la parábola de regresión de dicha compañía. Estos datos hacen referencia a los precios de las acciones de la compañía entre los días 12 de febrero de 2020 a las 21:00 y el 23 de marzo de 2020 a las 13:00. A la hora de seleccionar los precios, el criterio utilizado fue su conveniencia para el presente trabajo, siempre teniendo en cuenta que se utilizó un marco temporal de 4 horas.

La matriz empleada para la elaboración de la regresión lineal fue la siguiente:

$$\begin{bmatrix} 48 & 1.411.680 \\ 1.411.680 & 51.247.756.804 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.369 \\ 95.230.342 \end{bmatrix}$$

Esta matriz se obtuvo tras sumar cada variable individualmente. Para ello, y con la finalidad de definir las variables y seleccionar los precios, se empleó una metodología idéntica a las anteriormente desarrolladas.

Los pasos siguientes fueron idénticos a los de las empresas anteriores: aplicar la fórmula MINVERSA en la variable “x” que está atribuida al tiempo y, posteriormente, usar la

fórmula MMULT con los precios y los resultados que se hubieran obtenido por medio de la aplicación de la fórmula MINVERSA. Los resultados logrados fueron: $A = 81,83$; $B = -0,000396$

Si aplicamos estos datos a su respectiva fórmula, el resultado de la regresión sería:

$$Y = 81,83 - 0,000396X$$

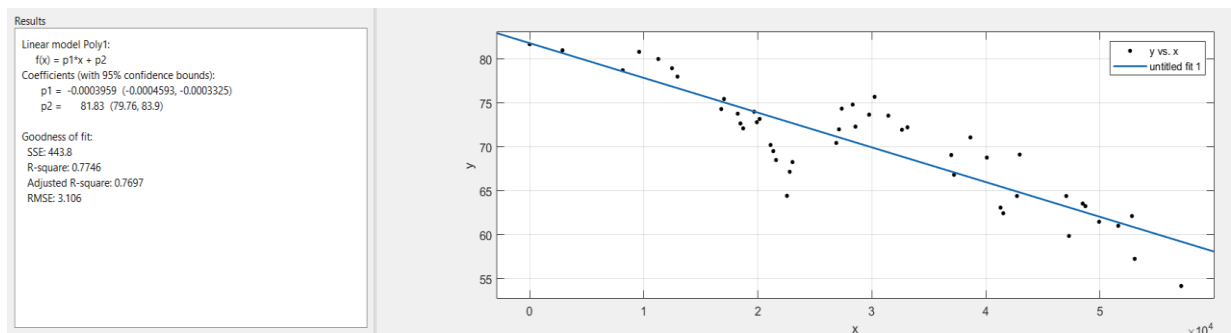
De la misma forma que con el resto de las empresas, esto fue verificado a través del complemento matemático “Análisis de datos” y la gráfica obtenida en Matlab:

Ilustración 3: Regresión lineal de Apple

	<i>Coefficientes</i>
Intercepción	81,83233739
tiempo	-0,000395934

Fuente: elaboración propia (2021)

Gráfico 46: Regresión lineal de Apple durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Con el fin de obtener la parábola de regresión, se aplicó la siguiente matriz:

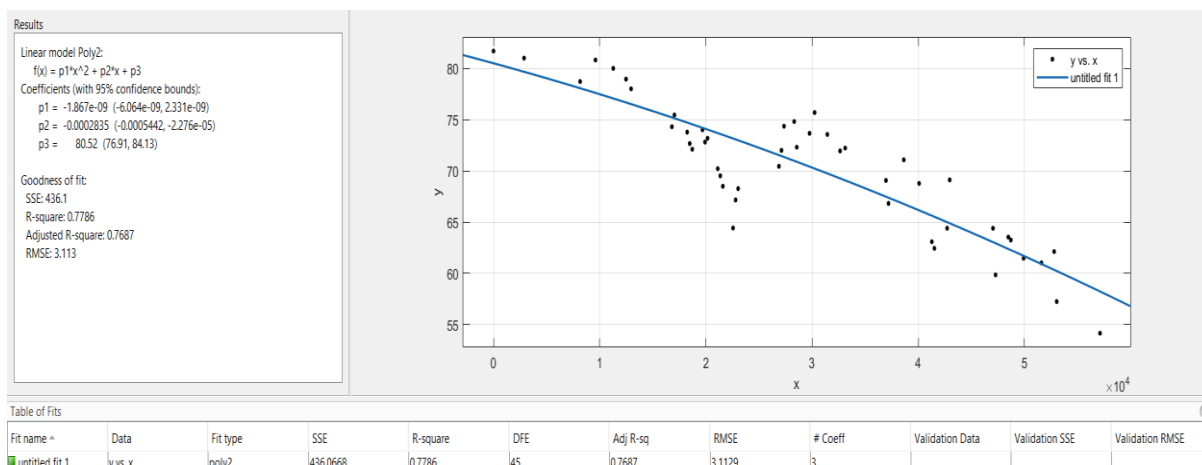
$$\begin{bmatrix} 48 & 1.411.680 & 51.247.756.804 \\ 1.411.680 & 51.247.756.804 & 2.093.359.693.940.640 \\ 51.247.756.804 & 2.093.359.693.940.640 & 92.257.629.312.286.400.000 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.369 \\ 95.230.342 \\ 3.360.726.740.407 \end{bmatrix}$$

Al igual que el resto de las empresas, se utilizó una metódica idéntica para conseguir la parábola de regresión. La matriz se obtuvo tras llevar a cabo la suma de todas las variables de forma individual. Posteriormente, se aplicaron las fórmulas MINVERSA y MMULT de la misma forma que en el resto de las empresas analizadas en este trabajo, y el resultado fue el siguiente: $A = 80,52$; $B = -0,00028$; $C = 0,0000000019$

Finalmente, aplicando los datos anteriormente expuestos se obtuvo la siguiente parábola y su representación gráfica:

$$Y = 80,52 - 0,00028X + 0,0000000019X^2$$

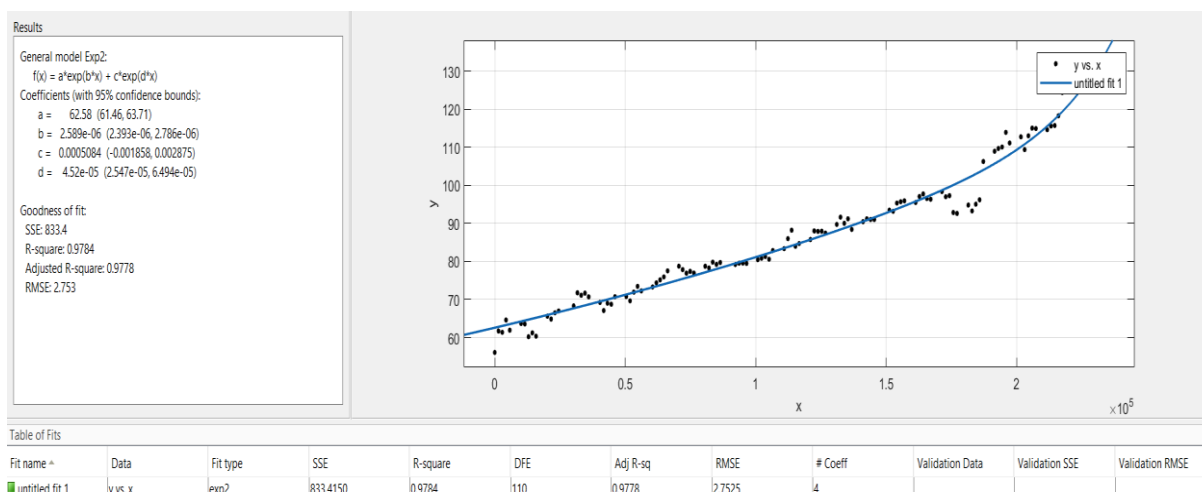
Gráfico 47: Parábola de regresión de Apple durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Para averiguar qué sucedió tras la pandemia, se empleó Matlab (ver Anexo 3), que nos permitió calcular la siguiente gráfica:

Gráfico 48: Ajuste exponencial posterior a la pandemia en Apple



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Los precios seleccionados se encontraban entre el 23 de marzo de 2020 y el 1 de septiembre de ese año. Se puede observar que los precios siguieron una tendencia alcista. Para ello, se aplicó en Matlab un ajuste exponencial con dos términos.

2.1.4. Netflix (NFLX)

En lo que a Netflix respecta, para lograr configurar la regresión lineal y la parábola de regresión, se emplearon 43 datos. Dichos datos fueron seleccionados atendiendo al mismo

criterio establecido para el resto de las compañías, esto es, su utilidad. Estos precios fueron elegidos de entre las siguientes fechas: 19 de febrero de 2020 a las 17:00 y el 18 de marzo de 2020 a esa misma hora. El marco temporal aplicado es el mismo, esto es, 4 horas.

Tras sumar todas las variables de forma individual, se logró obtener la siguiente matriz:

$$\begin{bmatrix} 43 & 815.280 \\ 815.280 & 21.123.936.002 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15.473 \\ 283.227.799 \end{bmatrix}$$

La metodología aplicada para escoger los precios y determinar las variables es idéntica que para el resto.

Los resultados que se lograron tras aplicar las fórmulas de Excel, MINVERSA y MMULT (de la misma forma que se ha explicado para el resto de los títulos) fueron: $A = 393,73$; $B = -0,00178$

La regresión que se obtiene tras incluir estos datos en la fórmula pertinente es:

$$Y = 393,73 - 0,00178X$$

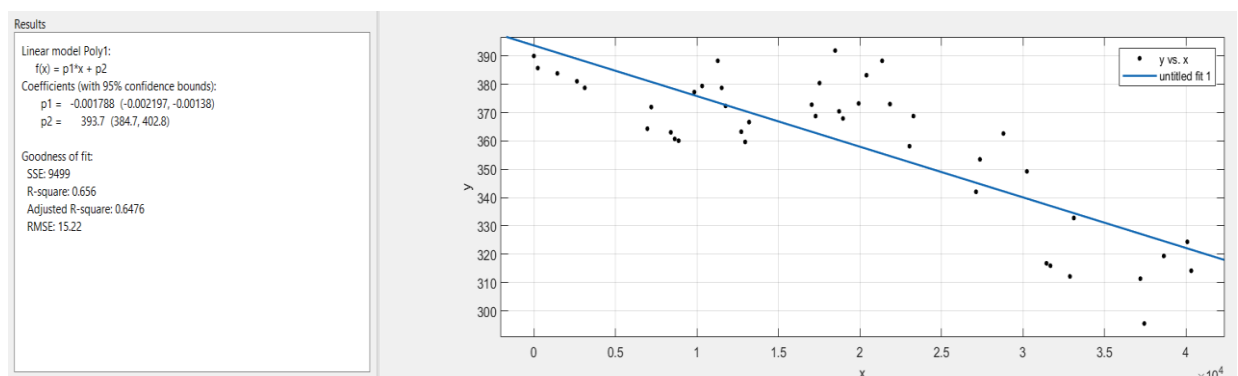
Para constatar si dicha regresión es la correcta, se utilizó el complemento matemático “Análisis de datos” y Matlab:

Ilustración 4: Regresión lineal en Netflix

	<i>Coefficientes</i>
Intercepción	393,7298799
tiempo	-0,001788128

Fuente: elaboración propia (2021)

Gráfico 49: Regresión lineal de Netflix durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Una vez calculada la regresión lineal, se procedió a determinar la parábola de regresión. Tras sumar todas las variables individualmente (tiempo, precio, tiempo², tiempo*precio, tiempo³, tiempo²*precio y tiempo⁴), se logró esta matriz:

$$\begin{bmatrix} 43 & 815.280 & 21.123.936.002 \\ 815.280 & 21.123.936.002 & 630.756.702.754.354 \\ 21.123.936.002 & 630.756.702.754.354 & 20.472.987.399.947.000.000 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15.473 \\ 283.227.799 \\ 7.143.002.670.104 \end{bmatrix}$$

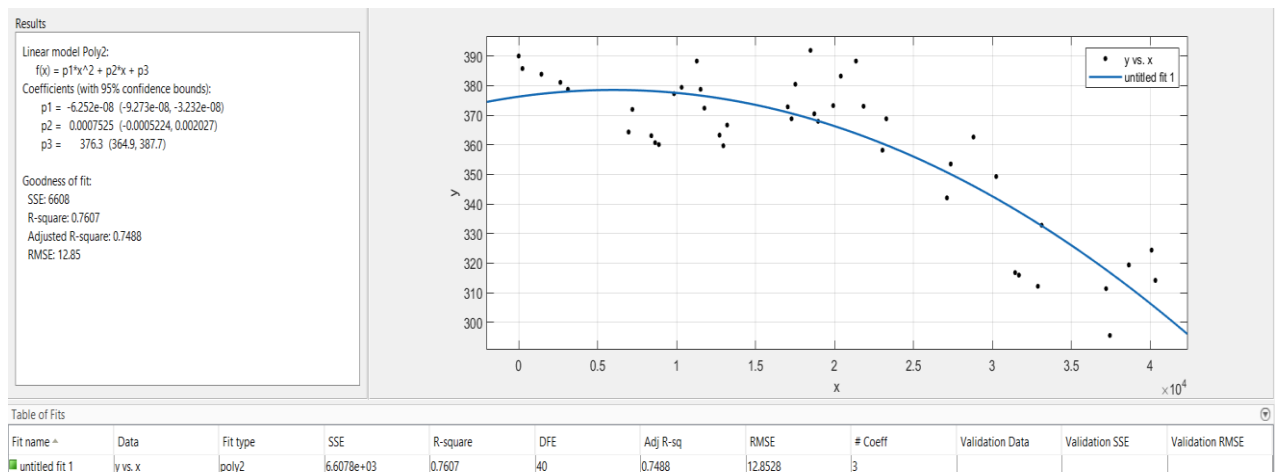
Tras emplear las fórmulas MINVERSA y MMULT de igual forma que en el resto de las compañías objeto de análisis en el presente trabajo, los resultados fueron: A = 376,27; B = - 0,00075; C = 0,000000063.

Finalmente, la parábola resultante fue:

$$Y = 376,27 - 0,00075X + 0,000000063X^2$$

Y quedaría representada de la siguiente forma:

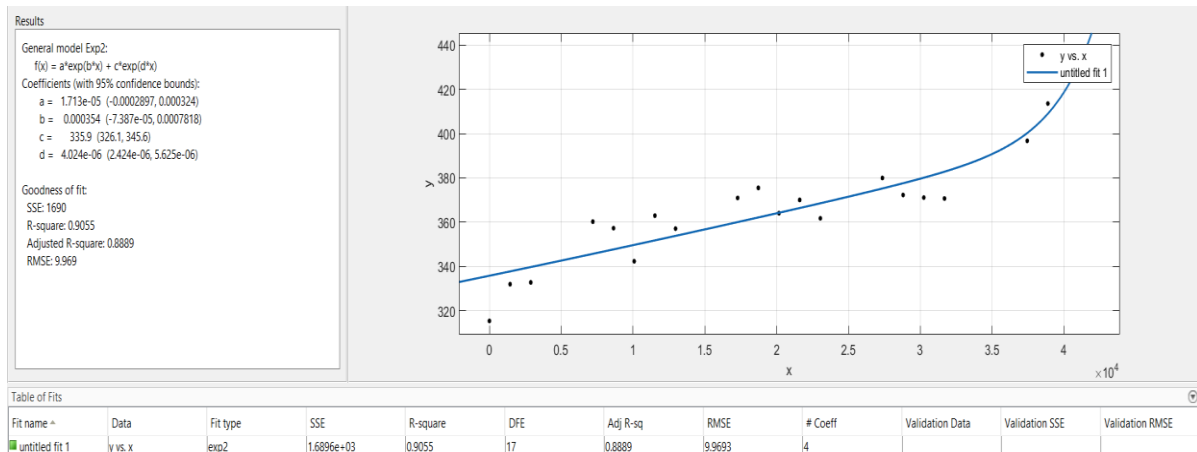
Gráfico 50: Parábola de regresión de Netflix durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Tras la pandemia, se puede ver cómo los precios de las acciones de Netflix pasaron a una tendencia alcista:

Gráfico 51: Ajuste exponencial posterior a la pandemia en Netflix



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Durante el 18 de marzo de 2020 y el 16 de abril de ese año, los precios siguen un ajuste exponencial, en el que se emplearon dos términos. La herramienta Matlab (ver Anexo 4) nos permite apreciar cómo las acciones crecieron enormemente durante dicho periodo (tras el COVID-19).

2.1.5. Google (GOOG)

Finalmente, para determinar la regresión lineal y la parábola de regresión de Google, fueron utilizados un total de 43 datos. Los datos fueron obtenidos conforme al criterio previamente establecido para el resto de las empresas que se están analizando en este trabajo (utilidad). Los precios fueron seleccionados entre el 19 de febrero de 2020 a las 21:00 y el 23 de marzo de 2020 a las 17:00. En lo que al marco temporal respecta, se aplicó el de 4 horas.

Una vez sumadas las variables de forma individual, se configuró la matriz que podemos apreciar a continuación:

$$\begin{bmatrix} 43 & 941.040 \\ 941.040 & 28.367.596.802 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 54.984 \\ 1.126.098.331 \end{bmatrix}$$

La metodología utilizada para seleccionar los precios y determinar las variables es exactamente la misma que la empleada para el resto.

Después de emplear las fórmulas de Excel, MINVERSA y MMULT (de forma idéntica a como se ha explicado para el resto de los títulos) los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: $A = 1.496,02$; $B = - 0,0099$

La regresión resultante, tras incluir estos datos en la fórmula pertinente, fue:

$$Y = 1.496,02 - 0,0099X$$

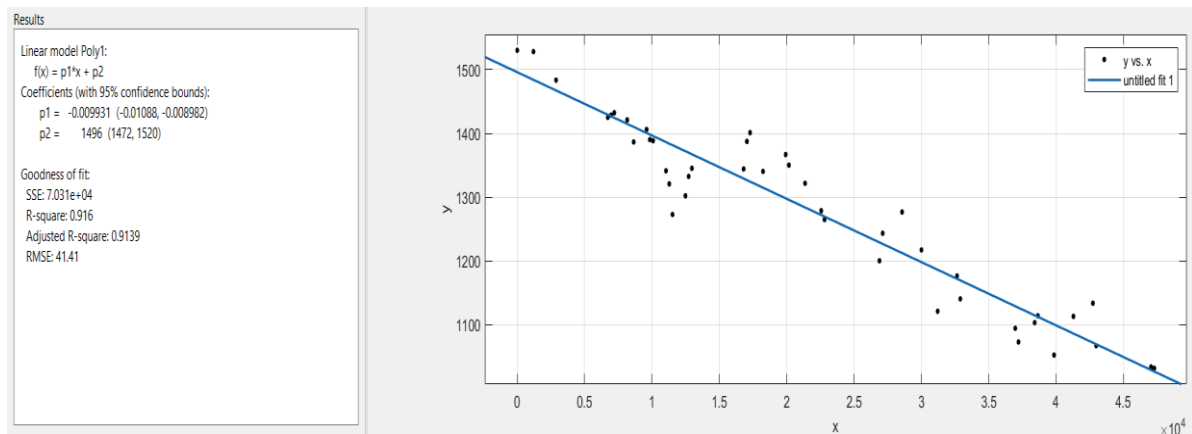
Con el fin de corroborar que los resultados obtenidos eran los correctos, se utilizó el complemento matemático “Análisis de datos” y Matlab:

Ilustración 5: Regresión lineal de Google

	<i>Coefficientes</i>
Intercepción	1496,023632
tiempo	-0,00993104

Fuente: elaboración propia (2021)

Gráfico 52: Regresión lineal de Google durante la pandemia



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Calculada y comprobada la regresión lineal, se procedió a determinar la parábola de regresión. La matriz que se obtuvo tras sumar todas las variables de forma individual (tiempo, precio, tiempo², tiempo*precio, tiempo³, tiempo²*precio y tiempo⁴), fue:

$$\begin{bmatrix} 43 & 941.040 & 28.367.596.802 \\ 941.040 & 28.367.596.802 & 992.915.698.209.159 \\ 28.367.596.802 & 992.915.698.209.159 & 37.623.903.871.197.600.000 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 54.984 \\ 1.126.098.331 \\ 32.583.954.242.444 \end{bmatrix}$$

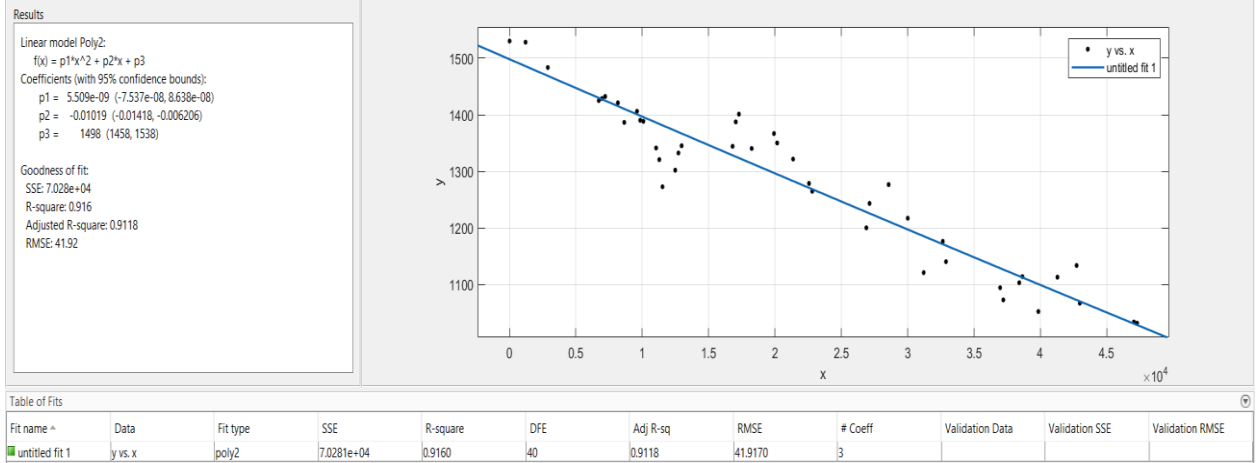
El paso siguiente consistió en aplicar las fórmulas de Excel MINVERSA y MMULT de la misma forma que en el resto de las empresas que están siendo analizadas a lo largo del trabajo. Los resultados obtenidos tras aplicar las fórmulas, previamente mencionadas, fueron: $A = 1.498,16$; $B = -0,01$; $C = 0,0000000055$.

Finalmente, la parábola resultante fue:

$$Y = 1.498,16 - 0,01X + 0,0000000055X^2$$

Dicha parábola se representa de la forma siguiente:

Gráfico 53: Parábola de regresión de Google durante la pandemia

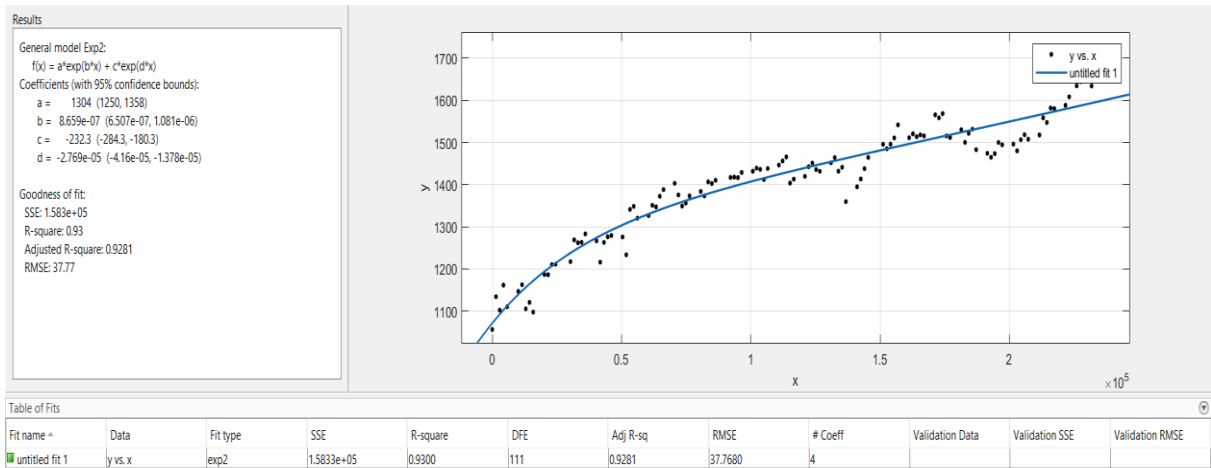


Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Es cierto que, en el caso de Google, la recta de regresión y la parábola son bastante semejantes, incluso su R^2 es el mismo.

Finalmente, con el fin de averiguar qué sucedió tras la pandemia, se utilizó la herramienta matemática Matlab (ver Anexo 5) y los resultados obtenidos fueron:

Gráfico 54: Ajuste exponencial posterior a la pandemia en Google



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

En esta imagen se puede ver cómo los precios de las acciones de Google, entre el 23 de marzo de 2020 y el 2 de septiembre de ese mismo año, sufrieron un ascenso posterior a la pandemia. Para ello, se hizo uso de un ajuste exponencial con dos términos.

2.1.6. Conclusiones

Con todo lo expuesto anteriormente, si atendemos a la pendiente de las rectas de regresión calculadas, se pueden realizar las siguientes deducciones:

- Las acciones que más descendieron durante la pandemia fueron las de Amazon, ya que es la compañía que mayor pendiente negativa tiene. El valor de la pendiente es de $-0,011017426$.
- La segunda compañía a la que más le afectó el COVID-19, desde la perspectiva de sus acciones, fue a Google, pues su pendiente fue de $-0,00993104$.
- Las acciones de Netflix, por su parte, fueron las terceras con mayor pendiente negativa. Su valor ascendió a $-0,001788128$.
- Mejor suerte tuvo las acciones de Facebook que, con una pendiente de $-0,001671322$, fue la segunda compañía menos perjudicada por la pandemia.
- Finalmente, las acciones que se vieron menos afectadas fueron las de menor pendiente negativa. En este caso, fueron las de Apple, cuya pendiente fue de $-0,000395934$.

Cabe puntualizar que, para llevar a cabo dicha comparación de pendientes, se ha empleado la misma escala: el precio en dólares, y el marco temporal en 4 horas.

Además, tras la pandemia, todas las acciones crecieron enormemente. Si bien es cierto que el crecimiento de Netflix fue más paulatino. En todos los casos se produjo un cambio de tendencia, pues se pasó de una tendencia bajista a una alcista.

CAPÍTULO 3: APROXIMACIÓN ESTADÍSTICA

La tercera forma empleada en el trabajo para analizar lo ocurrido con las acciones de las FAANG es usar métodos de la Estadística. Se han analizado los precios y se ha llevado a cabo una comparativa de los mismos en tres momentos distintos: antes y durante la pandemia y tras las caídas registradas en la Bolsa estadounidense a finales del año 2018. Por medio del análisis de los dos primeros se pretende observar si ha habido o no un cambio de tendencia y la forma en la que ha podido afectar la pandemia. Finalmente, el fin de comparar los precios durante el COVID-19 y durante la caída de finales de 2018 es apreciar si lo sucedido durante la pandemia con las acciones de las mencionadas empresas es tan grave como otras crisis previas.

Se ha escogido como crisis previa la de 2018, pues tuvo un gran impacto en las empresas que se analizan en este trabajo. Dichas caídas surgieron debido a los diversos enfrentamientos internos existentes en Estados Unidos, y la sensación de que podría acercarse un final de ciclo presidencial. Se registraron caídas históricas: se rompió una racha de 3.578 días sin caídas superiores al 20% atendiendo a un máximo reciente. Como hemos mencionado, las principales causas aparentes fueron los conflictos que se produjeron en la Administración estadounidense, con un elevado endeudamiento, y todo lo relacionado con el levantamiento del muro que quería llevar a cabo el entonces presidente de Estados Unidos, Donald Trump. Todo ello, se debe sumar a la guerra comercial que dicho presidente declaró a varias potencias mundiales dentro de las que destaca China y las presiones ejercidas por Trump contra la Reserva Federal (Fed). Como se puede apreciar, es una época donde las acciones sufrieron grandes caídas. Esto se utilizará para ver si la reciente crisis durante el coronavirus ha tenido mayor o menor impacto respecto de la crisis de 2018.

Las herramientas empleadas para el cálculo de lo previamente mencionado fueron “Excel” y sus complementos “análisis estadístico” y “regresión lineal”.

3.1. FACEBOOK (FB)

Para cada compañía, se dividirá el análisis en las tres partes principales mencionadas previamente para, finalmente, sacar conclusiones sobre todas ellas.

3.1.1. Antes de la pandemia

Para poder apreciar qué sucedió antes del COVID-19, se escogió una muestra de 140 precios recogidos entre el 25 de julio de 2019 al 18 de febrero de 2020. El marco temporal empleado en el periodo previo a la pandemia fue diario. Posteriormente, se **atribuyó a cada sesión de precios un número atendiendo al color de su vela**. Si la vela era roja, el número asignado es el 0; en cambio, si la vela es verde, el número que se le atribuye es el 1. Este criterio será el mismo para el resto de las compañías.

Una vez recogidos todos los datos, se empleó el complemento matemático “análisis estadístico”, todo ello con el fin de obtener los siguientes datos:

Tabla 1: Análisis estadístico FB antes de la pandemia

<i>Antes de la pandemia</i>	
Media	0,507142857
Error típico	0,042405119
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0,501744132
Varianza de la muestra	0,251747174
Curtosis	-2,028350659
Coficiente de asimetría	-0,02888475
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	71
Cuenta	140
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,083842456

Fuente: elaboración propia (2021)

Los datos más relevantes y que hemos aplicado al presente trabajo fueron la media y el nivel de confianza (95%).

A partir de estos, podemos determinar que el precio oscilará con una probabilidad del 95% entre 0,423300401 y 0,590985313. La forma de obtener estos datos es la siguiente:

$$MEDIA - Nivel de confianza ; MEDIA + Nivel de confianza$$

Dicha fórmula será la utilizada para todas las empresas objeto de análisis en este trabajo.

3.1.2. Durante la pandemia

Para analizar lo sucedido durante las fechas que más afectaron a las acciones de esta compañía, se utilizarán dos marcos temporales: diario y de 4 horas. La finalidad de esto es poder comparar, por un lado, lo sucedido antes y durante la pandemia con el mismo marco temporal (diario) y, por otro, lo que pasó durante la pandemia y en la crisis de 2018, en este caso con un marco temporal de 4h.

Siguiendo el procedimiento previamente establecido, los resultados que se obtuvieron aplicando el marco temporal diario fueron los siguientes:

Tabla 2: Análisis estadístico FB durante la pandemia (marco temporal diario)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,470588235
Error típico	0,086888111
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,506640397
Varianza de la muestra	0,256684492
Curtosis	-2,112861223
Coficiente de asimetría	0,123361659
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	16
Cuenta	34
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,176775192

Fuente: elaboración propia (2021)

Cabe mencionar que las fechas seleccionadas van desde el 19 de febrero de 2020 al 6 de abril de 2020 y que el número de datos empleados fue de 34. A raíz de estos resultados, podemos afirmar que los precios fluctuarán con una probabilidad del 95% entre

0,293813044 y 0,647363427. Estos resultados fueron obtenidos gracias a la fórmula mencionada en el apartado anterior en la que a la media se le resta y se le suma el nivel de confianza, respectivamente.

Ahora bien, ya que la pandemia tuvo un impacto muy pequeño en las compañías que se analizan a lo largo del presente trabajo, se empleó un marco temporal más reducido (4h). Las fechas seleccionadas en este caso fueron del 20 de febrero de 2020 a las 17:00 al 17 de marzo de 2020 a esa misma hora. En este supuesto, el número de datos seleccionados fue mayor, concretamente 49. Tras la obtención de los datos, y el empleo de la herramienta “análisis estadístico”, los resultados más llamativos fueron:

Tabla 3: Análisis estadístico FB durante la pandemia (marco temporal 4 horas)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,408163265
Error típico	0,070940999
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,496586991
Varianza de la muestra	0,246598639
Curtosis	-1,931927653
Coefficiente de asimetría	0,385610911
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	20
Cuenta	49
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,142636438

Fuente: elaboración propia (2021)

De ello, podemos deducir que, con un 95% de probabilidades, la probabilidad de obtener velas verdes osciló entre 0,265526828 y 0,550799703.

3.1.3. Caída de finales de 2018

Con el fin de averiguar el impacto que tuvieron dichas caídas en las acciones de Facebook, se obtuvo una muestra de 31 precios, que van desde el 3 de diciembre de 2018 a las 17:00, al 31 de diciembre de ese mismo año a las 13:00. Ya que la intención es comparar estos resultados con los de la pandemia, el marco temporal fue el mismo, de 4 horas.

Los resultados obtenidos tras realizar el procedimiento mencionado en apartados anteriores, los resultados obtenidos son:

Tabla 4: Análisis estadístico FB caída finales de 2018

<i>Caída final 2018</i>	
Media	0,322580645
Error típico	0,085346816
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,475190963
Varianza de la muestra	0,225806452
Curtosis	-1,461646728
Coficiente de asimetría	0,798227185
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	10
Cuenta	31
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,174301453

Fuente: elaboración propia (2021)

De estos resultados se puede deducir que, con una probabilidad del 95%, los precios oscilarán entre 0,148279193 y 0,496882098

3.1.4. Resultados

A la hora de sacar conclusiones tenemos que centrarnos en dos principales comparativas: antes y durante la pandemia; y lo que acaeció durante la pandemia y en la crisis de 2018.

En primer lugar, podemos observar que antes de la pandemia la media se encontraba en 0,507142857, esto es que había casi las mismas velas rojas y verdes (ligeramente más verdes). En cambio, después de la pandemia la media descendió hasta alcanzar el valor de 0,470588235, que quiere decir que el número de velas rojas es mayor que el de velas

verdes. En este caso, se puede apreciar como la pandemia sí que tuvo un efecto sobre las acciones de la compañía desde un marco temporal diario, pero su impacto no fue tan grande como en otras compañías de otros sectores. Además, mencionábamos en relación con los datos obtenidos antes de la pandemia que el precio va a oscilar entre 0,423300401 y 0,590985313 con un 95% de probabilidad, si bien podemos ver que la media alcanzada durante la pandemia se encuentra dentro de dicho rango, por lo que el impacto del COVID-19 fue menor del esperado.

En segundo lugar, si aplicamos un marco temporal de 4 horas, se debe comparar lo sucedido durante la pandemia y en las caídas que se ocasionaron en el NASDAQ a finales de 2018. En este supuesto, la media obtenida durante la pandemia descendía a 0,408163265. Si bien es cierto que, en la caída de 2018, la media era mucho menor, pues alcanzó el valor de 0,322580645. Esto quiere decir que el número de velas rojas era muy superior al de velas verdes. En el caso de Facebook se puede apreciar que **el impacto que ocasionó la caída de la Bolsa estadounidense en 2018 fue mucho mayor que la del COVID-19.**

3.2. AMAZON (AMZN)

Al igual que con el resto de las compañías, se desarrollará lo sucedido en cada una de las tres etapas (antes y durante la pandemia, y crisis del 2018) para, posteriormente, obtener conclusiones.

3.2.1. Antes de la pandemia

En el caso de Amazon, la muestra seleccionada para esta etapa fue de 144 precios entre el 11 de julio de 2019 y el 10 de febrero de 2020. El marco temporal utilizado fue diario, ya que posteriormente lo compararemos con lo sucedido durante la pandemia, con el mismo marco temporal. El criterio de atribución de precios será el mismo que el utilizado previamente. Los resultados más relevantes que se lograron obtener sobre esta etapa fueron:

Tabla 5: Análisis estadístico AMZN antes de la pandemia

<i>Antes de la pandemia</i>	
Media	0,451388889
Error típico	0,041614024
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,499368288
Varianza de la muestra	0,249368687
Curtosis	-1,988840124
Coefficiente de asimetría	0,19743254
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	65
Cuenta	144
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,082258117

Fuente: elaboración propia (2021)

Una vez empleada la fórmula, se puede afirmar que la probabilidad de que los precios oscilen entre 0,369130772 y 0,533647005 es del 95%.

3.2.2. Durante la pandemia

Para este apartado, se analizarán los dos marcos temporales más relevantes, el diario y el de 4 horas, con el fin de poder llevar una comparación con lo sucedido antes de la pandemia y en la crisis de 2018, respectivamente.

Una vez se aplicó la herramienta matemática “análisis estadístico”, estos fueron los resultados para el marco temporal diario:

Tabla 6: Análisis estadístico AMZN durante la pandemia (marco temporal diario)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,540540541
Error típico	0,083058959
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0,505227924
Varianza de la muestra	0,255255255
Curtosis	-2,087217004
Coefficiente de asimetría	-0,169654688
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	20
Cuenta	37
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,168451377

Fuente: elaboración propia (2021)

El número de precios seleccionados fue de 37, y estos se encontraban entre el 11 de febrero de 2020 y el 2 de abril de ese mismo año.

$$MEDIA - Nivel de confianza ; MEDIA + Nivel de confianza$$

Si aplicamos esta fórmula (que ha sido y será objeto de aplicación en todo lo que al análisis estadístico respecta), se puede afirmar que los precios oscilarán entre 0,372089164 y 0,708991917 con un 95% de confianza.

De otra forma, si aplicamos el marco temporal de 4 horas y los 46 precios seleccionados entre el 19 de febrero de 2020 a las 21:00 horas y el 13 de marzo de 2020 a las 13:00 horas, los resultados fueron:

Tabla 7: Análisis estadístico AMZN durante la pandemia (marco temporal 4 horas)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,413043478
Error típico	0,073399752
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,49782134
Varianza de la muestra	0,247826087
Curtosis	-1,953562553
Coeficiente de asimetría	0,365227778
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	19
Cuenta	46
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,14783469

Fuente: elaboración propia (2021)

De estos datos se puede observar que, con un 95% de probabilidades, el precio fluctuará entre 0,265208789 y 0,560878168.

3.2.3. Caída de finales de 2018

Después de seleccionar 60 precios entre el 8 de noviembre de 2018 a las 13:00 horas y el 27 de diciembre de 2020 a esa misma hora, y aplicando un marco temporal de 4 horas se obtuvo lo siguiente:

Tabla 8: Análisis estadístico AMZN caída finales de 2018

<i>Caída final 2018</i>	
Media	0,3833333333
Error típico	0,063297641
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,490301418
Varianza de la muestra	0,24039548
Curtosis	-1,819445896
Coefficiente de asimetría	0,492308
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	23
Cuenta	60
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,126658287

Fuente: elaboración propia (2021)

Si se mira en profundidad esta tabla y se aplica la fórmula anteriormente utilizada, se puede ver que los precios fluctuarán entre 0,256675047 y 0,50999162 con una probabilidad del 95%.

3.2.4. Resultados

Al realizar la comparación entre lo sucedido antes y durante la pandemia, desde un marco temporal diario, se pueden sacar las siguientes conclusiones: que la pandemia tuvo un impacto reducido en las acciones de Amazon, ya que antes de la pandemia la media era de 0,451388889 y durante la misma dicho valor ascendió a 0,540540541. Parece ser que la compañía de Jeff Bezos fue una de las grandes beneficiadas de la pandemia.

Si nos centramos en comparar lo sucedido a lo largo de la misma con lo que acaeció a finales de 2018, se puede ver que las medias fueron 0,413043478 y 0,383333333, respectivamente. Al aplicar un marco temporal de 4 horas, vemos como la media durante la pandemia desciende enormemente, pero, aun así, sigue siendo superior a los valores obtenidos durante lo sucedido a finales de 2018.

3.3. APPLE (AAPL)

3.3.1. Antes de la pandemia

Los precios que se escogieron para la compañía Apple corresponden a aquellos entre el 31 de julio de 2019 y el 18 de febrero de 2020. El número total de precios elegidos fue de 139, dentro de un marco temporal diario.

Durante dichas fechas se pudo observar los siguientes datos:

Tabla 9: Análisis estadístico AAPL antes de la pandemia

<i>Antes de la pandemia</i>	
Media	0,575539568
Error típico	0,042074276
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0,496048403
Varianza de la muestra	0,246064018
Curtosis	-1,93252951
Coefficiente de asimetría	-0,309011521
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	80
Cuenta	139
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,083193616

Fuente: elaboración propia (2021)

De estos datos, nos quedamos con la media y el nivel de confianza, pues nos permiten afirmar que con un 95% de probabilidad los precios se encontrarán entre 0,492345953 y 0,658733184.

3.3.2. Durante la pandemia

Si empleamos un marco temporal diario sobre los 30 datos obtenidos entre el 19 de febrero de 2020 y el 31 de marzo de ese mismo año, se obtienen los datos que se pueden apreciar a continuación:

Tabla 10: Análisis estadístico AAPL durante la pandemia (marco temporal diario)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,533333333
Error típico	0,092641111
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0,507416263
Varianza de la muestra	0,257471264
Curtosis	-2,126913265
Coeficiente de asimetría	-0,14076918
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	16
Cuenta	30
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,189472347

Fuente: elaboración propia (2021)

Una vez aplicada la fórmula, se observa que los precios variarán entre 0,343860987 y 0,72280568 con un 95% de probabilidad.

Por otro lado, para comparar con lo sucedido en la caída que se produjo en 2018, se empleó un marco temporal de 4 horas. Los datos utilizados fueron 49 y corresponden a aquellos precios entre las siguientes fechas: el 20 de febrero de 2020 a las 17:00 horas y el 17 de marzo de 2020 a la misma hora. La información obtenida fue la siguiente:

Tabla 11: Análisis estadístico AAPL durante la pandemia (marco temporal 4 horas)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,448979592
Error típico	0,071792078
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,502544546
Varianza de la muestra	0,25255102
Curtosis	-2,040235846
Coeficiente de asimetría	0,211688655
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	22
Cuenta	49
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,144347647

Fuente: elaboración propia (2021)

Se puede ver claramente que los precios se encontrarán entre 0,304631945 y 0,593327239 con un 95% de probabilidad.

3.3.3. Caída de finales de 2018

Tras escoger 50 datos entre las fechas 12 de noviembre de 2018 a las 13:00 y el 31 de diciembre de ese mismo año y a esa misma hora, se logró obtener la siguiente información:

Tabla 12: Análisis estadístico AAPL caída finales 2018

<i>Caída final 2018</i>	
Media	0,362068966
Error típico	0,063656842
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,484796064
Varianza de la muestra	0,235027223
Curtosis	-1,712981999
Coficiente de asimetría	0,589349434
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	21
Cuenta	58
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,127470627

Fuente: elaboración propia (2021)

Cabe mencionar que se aplicó un marco temporal de 4 horas con el fin de poder compararlo con lo sucedido durante la pandemia. Atendiendo a esta tabla se puede concluir que los precios fluctuarán entre 0,234598339 y 0,489539592, con 95% de probabilidad.

3.3.4. Resultados

Otra de las grandes beneficiadas por la crisis del COVID-19 fue Apple. Esto se puede observar ya que, al aplicar un marco temporal diario, antes de la pandemia la media ascendía a 0,575539568. En este caso el número de velas verdes era bastante superior al de rojas. Aunque durante la pandemia la media descendió hasta 0,533333333, el valor

sigue siendo mayor a 0,5, lo que quiere decir que el número de velas verdes siguió siendo superior al de rojas a lo largo de la pandemia.

En el caso de aplicar un marco temporal de 4 horas, si comparamos lo sucedido durante la pandemia y a finales de 2018, podemos apreciar que **la compañía sufrió mucho más las consecuencias de lo sucedido en el fatídico año de 2018** que durante la pandemia. Esto se puede ver ya que la media en dicho año fue de 0,362068966 y a lo largo de la pandemia de 0,448979592.

3.4. NETFLIX (NFLX)

3.4.1. Antes de la pandemia

Los resultados que se obtuvieron al analizar 150 precios seleccionados entre el 10 de julio de 2019 y el 18 de febrero de 2020 y aplicando un marco temporal diario fueron:

Tabla 13: Análisis estadístico NFLX antes de la pandemia

<i>Antes de la pandemia</i>	
Media	0,493333333
Error típico	0,040957955
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,501630451
Varianza de la muestra	0,25163311
Curtosis	-2,026475357
Coficiente de asimetría	0,026939181
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	74
Cuenta	150
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,080933458

Fuente: elaboración propia (2021)

Si aplicamos la fórmula mencionada anteriormente, podemos concluir que con una probabilidad del 95% los precios variarán entre 0,412399875 y 0,574266792.

3.4.2. Durante la pandemia

Por una parte, se realizó un análisis basado en un marco temporal diario, a partir de 30 precios que se obtuvieron entre el 19 de febrero de 2020 y el 31 de marzo de 2020.

Tras emplear la herramienta matemática “análisis estadístico”, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 14: Análisis estadístico NFLX durante la pandemia (marco temporal diario)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,566666667
Error típico	0,092018655
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0,504006933
Varianza de la muestra	0,254022989
Curtosis	-2,062055591
Coficiente de asimetría	-0,283442813
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	17
Cuenta	30
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,188199282

Fuente: elaboración propia (2021)

Con todo ello se aplica la siguiente fórmula:

$$MEDIA - Nivel de confianza ; MEDIA + Nivel de confianza$$

Se puede inferir de esto que con una probabilidad del 95% los precios oscilarán entre 0,378467385 y 0,754865948.

Por otra parte, se eligieron 47 precios entre las fechas 19 de febrero de 2020 a las 17:00 horas y el 13 de marzo de 2020 a las 13:00 horas y se aplicó un marco temporal de 4 horas. De esto se puede observar lo siguiente:

Tabla 15: Análisis estadístico NFLX durante la pandemia (marco temporal 4 horas)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,382978723
Error típico	0,071673478
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,491368607
Varianza de la muestra	0,241443108
Curtosis	-1,832416115
Coficiente de asimetría	0,497476723
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	18
Cuenta	47
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,144271228

Fuente: elaboración propia (2021)

Con una probabilidad del 95%, los precios se encontrarán entre 0,238707496 y 0,527249951. Todo ello si aplicamos la fórmula que hemos hecho referencia previamente.

3.4.3. Caída de finales de 2018

Entre el 19 de noviembre de 2018 a las 13:00 horas y el 31 de diciembre de 2018 a la misma hora, se escogieron 48 datos, utilizando un marco temporal de 4 horas. La información alcanzada fue:

Tabla 16: Análisis estadístico NFLX caída finales 2018

<i>Caída de 2018</i>	
Media	0,39583333
Error típico	0,0713322
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,49420399
Varianza de la muestra	0,24423759
Curtosis	-1,8869723
Coficiente de asimetría	0,43988172
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	19
Cuenta	48
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,14350188

Fuente: elaboración propia (2021)

A la vista de dicha información, se puede afirmar con una probabilidad del 95% que los precios oscilarán entre 0,252331452 y 0,539335215.

3.4.4. Conclusiones

El precio de las acciones de Netflix tuvo un comportamiento similar a las de Amazon. La media de acciones en verde, aplicando un marco temporal de 1 día, durante la pandemia fue superior a la de antes de la misma pues los valores fueron 0,493333333 y 0,566666667, respectivamente. Además, podemos ver que antes de la pandemia el número de velas rojas era superior al de las verdes, y durante la pandemia esto cambió.

Estas conclusiones parecen sorprendentes ya que, si aplicamos el marco temporal de 4 horas, la media durante la pandemia desciende a 0,382978723 y durante 2018 su valor fue de 0,395833333. Esto quiere decir que el impacto del COVID-19 fue superior al de las caídas producidas en 2018.

Es llamativa esta diferencia, por eso hemos utilizado dos marcos temporales distintos, con el fin de tener en cuenta todas las hipótesis posibles y para poder demostrar que, al aplicar diferentes marcos, los valores podrían cambiar, como ha sucedido con Netflix.

3.5. GOOGLE (GOOG)

3.5.1. Antes de la pandemia

El número de datos empleados para analizar a la compañía fue de 139. Dichos datos se recogen de las fechas comprendidas entre el 26 de julio de 2019 y el 18 de febrero de 2020. La información obtenida, una vez empleada la herramienta de “análisis estadístico” fue:

Tabla 17: Análisis estadístico GOOG antes de la pandemia

<i>Antes de la pandemia</i>	
Media	0,561151079
Error típico	0,042243304
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0,498041205
Varianza de la muestra	0,248045042
Curtosis	-1,966429097
Coficiente de asimetría	-0,249151255
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	78
Cuenta	139
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,083527834

Fuente: elaboración propia (2021)

Tras aplicar la fórmula anteriormente mencionada, podemos afirmar que la probabilidad de que los precios fluctúen entre 0,477623245 y 0,644678913 es del 95%.

3.5.2. Durante la pandemia

Los resultados alcanzados tras emplear un marco temporal diario fueron:

Tabla 18: Análisis estadístico GOOG durante la pandemia (marco temporal diario)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,489795918
Error típico	0,072153753
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,505076272
Varianza de la muestra	0,255102041
Curtosis	-2,085106383
Coefficiente de asimetría	0,04212551
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	24
Cuenta	49
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,145074844

Fuente: elaboración propia (2021)

La información se obtuvo de 49 precios seleccionados entre el 19 de febrero de 2020 y el 28 de abril de ese mismo año. Se puede apreciar, una vez aplicada la fórmula previamente utilizada, que los precios estarán entre 0,344721074 y 0,634870762 con un 95% de probabilidad.

En cambio, al implementar un marco temporal de 4 horas, los resultados alcanzados resultaron ser:

Tabla 19: Análisis estadístico GOOG durante la pandemia (marco temporal 4 horas)

<i>Durante la pandemia</i>	
Media	0,431818182
Error típico	0,075537029
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,501055967
Varianza de la muestra	0,251057082
Curtosis	-2,012396846
Coefficiente de asimetría	0,285112147
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	19
Cuenta	44
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,152334938

Fuente: elaboración propia (2021)

Los datos fueron escogidos entre 44 precios. Dichos precios se encontraban entre el 20 de febrero de 2020 a las 17:00 horas y el 13 de marzo de 2020 a las 13:00 horas. Si aplicamos la fórmula, podemos deducir que hay un 95% de probabilidades de que el precio oscile entre 0,279483244 y 0,584153119.

3.5.3. Caída de finales de 2018

Google también sufrió las caídas del NASDAQ a finales de 2018. Para analizar el impacto que estas tuvieron, se escogieron 53 datos entre el 30 de noviembre de ese año a las 13:00 horas y el 29 de enero de 2019 a esa misma hora. El marco temporal utilizado para evaluar el impacto fue de 4 horas y estos fueron los resultados:

Tabla 20: Análisis estadístico GOOG caída finales 2018

<i>Caída final 2018</i>	
Media	0,283018868
Error típico	0,062468329
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,454776297
Varianza de la muestra	0,20682148
Curtosis	-1,05803096
Coefficiente de asimetría	0,991653248
Rango	1
Mínimo	0
Máximo	1
Suma	15
Cuenta	53
Mayor (1)	1
Menor(1)	0
Nivel de confianza(95,0%)	0,125351872

Fuente: elaboración propia (2021)

Al observar esta información, podemos concluir que los precios oscilarán entre 0,157666996 y 0,40837074. Todo ello con una probabilidad del 95%.

3.5.4. Resultados

La pandemia tuvo un impacto un tanto mayor en Google, pues la media (aplicando el mismo marco temporal de un día) antes de la misma era de 0,561151079 y después descendió hasta 0,489795918. Con estos valores podemos afirmar que el número de velas

verdes era superior a la de rojas y que, a lo largo de la crisis sanitaria, esto cambió radicalmente.

Aunque el COVID-19 tuvo cierto impacto en Google, este no es nada comparado con lo sucedido a finales de 2018, donde la media descendió hasta 0,283018868. En cambio, durante la pandemia su valor fue de 0,431818182. Por lo que se puede afirmar que, si empleamos un marco temporal de 4 horas, los precios de las acciones de Google sufrieron mucho más el impacto de la caída del NASDAQ a finales de 2018 que los de la pandemia.

3.6. Correlaciones y conclusiones

La mejor forma de concluir este apartado es analizando la correlación existente entre las acciones durante la pandemia y, posteriormente, realizar un contraste de hipótesis entre las dos compañías que estén más correlacionadas.

En primer lugar, se tomaron los precios de todos los títulos durante las fechas 11 de febrero de 2020 y el 28 de abril de ese mismo año. Posteriormente, los resultados que se obtuvieron tras emplear la herramienta matemática “Análisis de datos” y, en concreto, “coeficiente de correlación” fueron:

Tabla 21: Coeficiente de correlación

	<i>FB</i>	<i>AMZN</i>	<i>AAPL</i>	<i>NFLX</i>	<i>GOOG</i>
<i>FB</i>	1				
<i>AMZN</i>	0,47036302	1			
<i>AAPL</i>	0,95269033	0,462461923	1		
<i>NFLX</i>	0,45830644	0,932673856	0,43096875	1	
<i>GOOG</i>	0,9855216	0,4114094	0,97446293	0,38594753	1

Fuente: elaboración propia (2021)

Se puede apreciar claramente en la imagen que las empresas con mayor correlación fueron Facebook y Google, pues su valor es de 0,9855216 (el más cercano a 1). Además, resulta especialmente llamativo el hecho de que Google y Netflix tengan una correlación de 0,38594753. Esto se debe a que, durante dicho periodo, hay una gran diferencia entre las pendientes que representan la recta de regresión lineal. Ello lleva a pensar que las empresas presentaron caídas distintas.

Finalmente, se realizó un contraste de hipótesis entre estas dos empresas con mayor correlación, donde las hipótesis eran las siguientes:

$$H_0: \mu_{FB} = \mu_{GOOG}$$

$$H_1: \mu_{FB} \neq \mu_{GOOG}$$

Con este contraste se busca averiguar si la diferencia de medias es significativa o si, en cambio, no lo es. Para analizarlo correctamente, se empleó nuevamente la herramienta “Análisis de datos” y, en concreto, la “prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales”. En este caso se utilizaron las varianzas desiguales, pues estas no tienen por qué ser las mismas ya que, por ejemplo, el riesgo de dichas acciones es diferente.

Tabla 22: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	GOOG	FB + 1100
Media	1266,23642	1278,564906
Varianza	19545,4916	417,3026947
Observaciones	53	53
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	54	
Estadístico t	-0,63523903	
P(T<=t) una cola	0,26397763	
Valor crítico de t (una cola)	1,67356491	
P(T<=t) dos colas	0,52795527	
Valor crítico de t (dos colas)	2,00487929	

Fuente: elaboración propia (2021)

Para poder hacer los cálculos, se sumó a los precios de Facebook la cuantía de 1.100.

De los datos que se muestran en la tabla, los más importantes son la varianza, que nos muestra que hay una gran diferencia entre las varianzas de ambas acciones. Además, se han realizado un número total de 53 observaciones. Finalmente, podemos afirmar que dichas acciones están correlacionadas, pues el estadístico t de Student, cuyo valor es de -0,635239033, se encuentra dentro del valor crítico, en este caso (1,673564906; -1,673564906). Con ello, se sacan las siguientes conclusiones:

- Se acepta la hipótesis nula, en la que se afirma que las medias son iguales; por ende, la hipótesis alternativa de que eran distintas no es válida.
- Las variables están correlacionadas, por lo que la diferencia de las medias es igual a cero.

CAPÍTULO 4: AJUSTE NO LINEAL Y MODELOS ESTOCÁSTICOS

En este último capítulo trataremos de modelar de una manera mucho más precisa, el comportamiento de los precios de las acciones. Dividiremos este estudio en dos partes: en la primera ajustaremos datos a funciones no lineales, teniendo en cuenta de que en realidad este proceso es equivalente a resolver un problema de optimización. En la segunda parte, creamos modelos más realistas y precisos empleando técnicas de las ecuaciones diferenciales estocásticas como el movimiento Browniano.

4.1. AJUSTE NO LINEAL

En el capítulo 2, hemos trabajado con la regresión lineal, que es aquella recta que hace que el error cuadrático sea mínimo.

Cuando queremos hacer ajustes de datos a funciones que no son lineales, sino que son exponenciales, podemos reducir este problema al primero teniendo en cuenta que el logaritmo nos permite transformar un ajuste exponencial en uno rectilíneo. Para ello partimos de la siguiente función:

$$Y = A * e^{r*x}$$

Donde A y r son dos constantes que tendremos que calcular para conseguir determinar el ajuste y para que los datos se aproximen al máximo a la función mencionada. Desde el punto de vista matemático el procedimiento es el siguiente:

$$Y = A * e^{r*x}$$

Tomamos logaritmos y quedaría:

$$\text{Ln}(y) = \text{Ln}(A) + \text{Ln}(e^{r*x})$$

Posteriormente despejamos la r:

$$\text{Ln}(y) = \text{Ln}(A) + r * \text{Ln}(e^x)$$

Finalmente quedaría:

$$\text{Ln}(y) = \text{Ln}(A) + r * x$$

Como podemos apreciar la “x” no cambia con respecto a la regresión lineal; en cambio, la “y” sí que cambia pues ahora tomamos logaritmos. Por lo que la matriz resultante sería:

$$\begin{bmatrix} N & \sum x_i \\ \sum x_i & \sum x_i^2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} n \\ m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Ln(y_i) \\ \sum x_i * Ln(y_i) \end{bmatrix}$$

Donde

- $A = e^n \rightarrow \text{Ln}(A) = n$
- $m = r$

Un ejemplo del ajuste con funciones exponenciales será representado más adelante en la compañía Google.

Cuando se hacen ajustes de datos en varios intervalos pequeños, se utiliza la herramienta “Curve Fitting” de Matlab, que ofrece más posibilidades que las dos anteriormente mencionadas.

4.1.1. Facebook (FB)

En la herramienta Matlab se empleó el siguiente código:

Ilustración 6: Código empleado en Facebook

```
% datos iniciales
filename = "./regresion.xlsx";
sheet = "FB";
columnTime = "C4:C46";
columnPrice = "D4:D46";
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on      % aparezcan las dos gráficas

plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

% función a ajustar

z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

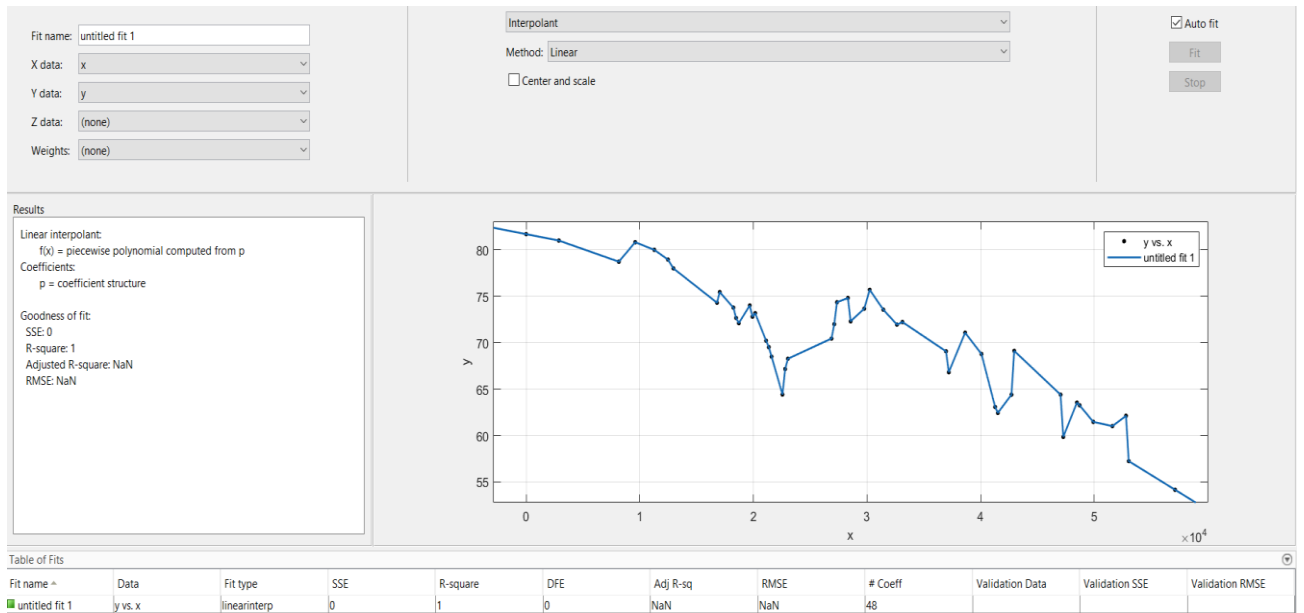
hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Posteriormente, se hizo uso de la herramienta “Curve Fitting”, para poder averiguar en qué supuesto el error cuadrático es mínimo.

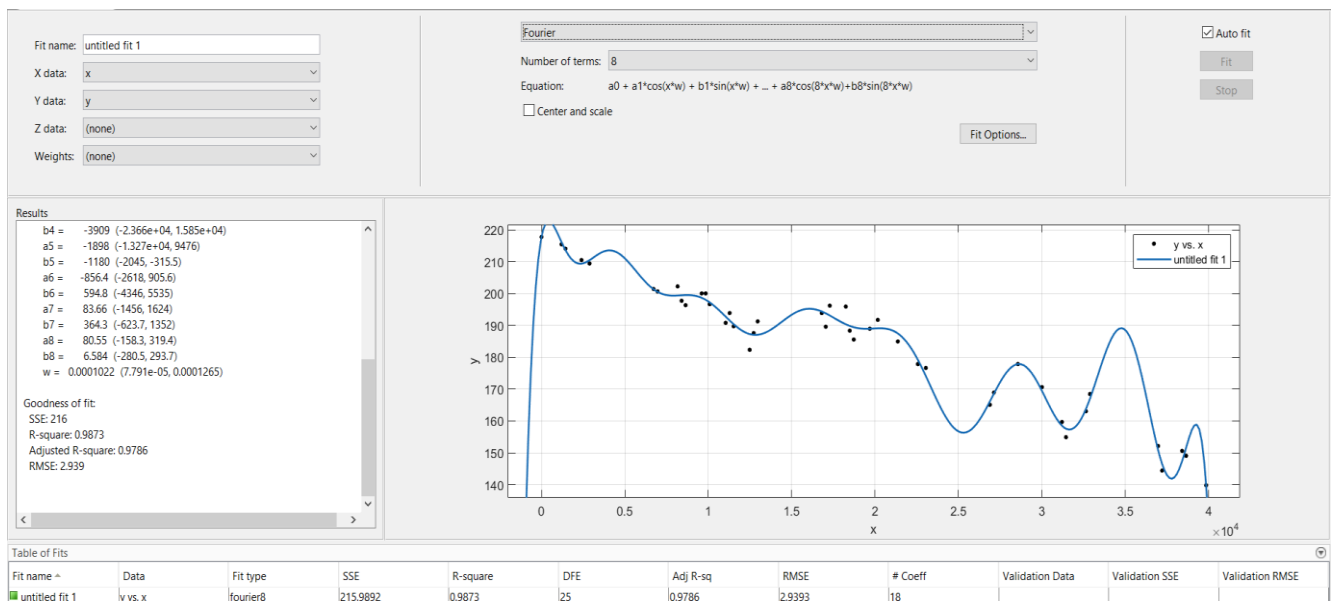
Si bien es cierto que, en el caso de los ajustes, el que hace que el error cuadrático sea mínimo en todos los casos es el ajuste “Interpolant”, pues el R^2 es igual a 1. Es el nombre que utiliza Matlab para referirse a una interpolación. En esta compañía pondremos un ejemplo de ello, pero para no ser repetitivos y monótonos, se decidió escoger en todos los casos el segundo que más R^2 tuviera. Los resultados alcanzados son los siguientes:

Gráfico 55: Interpolación lineal de Facebook



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Gráfico 56: Ajuste de Fourier en Facebook



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

En el caso de Facebook, en la primera imagen podemos apreciar una interpolación lineal que hace que el R^2 sea igual a 1. Además, se empleó el ajuste de Fourier (segunda imagen) con un número de términos igual a 8. Hemos seleccionado este pues es el que segundo mayor R^2 tiene, en este caso, su valor es de 0,9873.

4.1.2. Amazon (AMZN)

Para la empresa Amazon se utilizó este código:

Ilustración 7: Código empleado en Amazon

```
% datos iniciales
filename = "./regression.xlsx";
sheet = "AMZN";
columnTime = "C4:C45";
columnPrice = "D4:D45";
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on % aparezcan las dos gráficas
plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

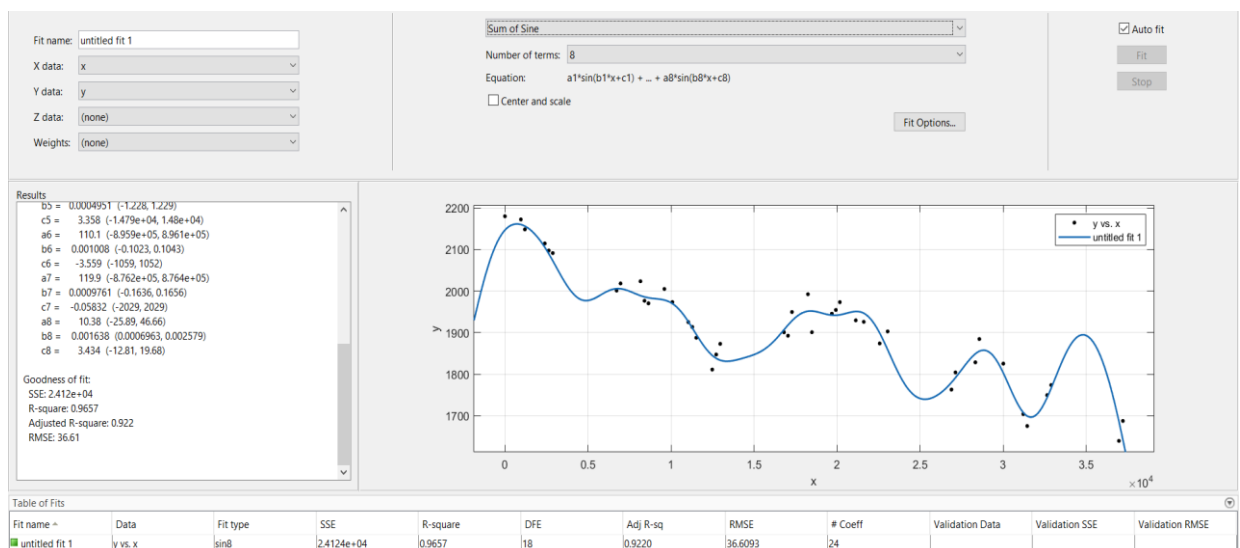
% función a ajustar
z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Utilizada la herramienta “Curve Fitting”, el ajuste que minimiza el error cuadrático fue:

Gráfico 57: Ajuste Sum of Sine en Amazon



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

En Amazon se empleó el ajuste “Sum of Sine” con 8 términos, que dio lugar a un R^2 de 0,9657.

4.1.3. Apple (AAPL)

El código empleado en Apple fue el siguiente:

Ilustración 8: Código empleado en Apple

```
% datos iniciales
filename = './regresion.xlsx';
sheet = 'APPL';
columnTime = 'C4:C51';
columnPrice = 'D4:D51';
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on % aparezcan las dos gráficas
plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

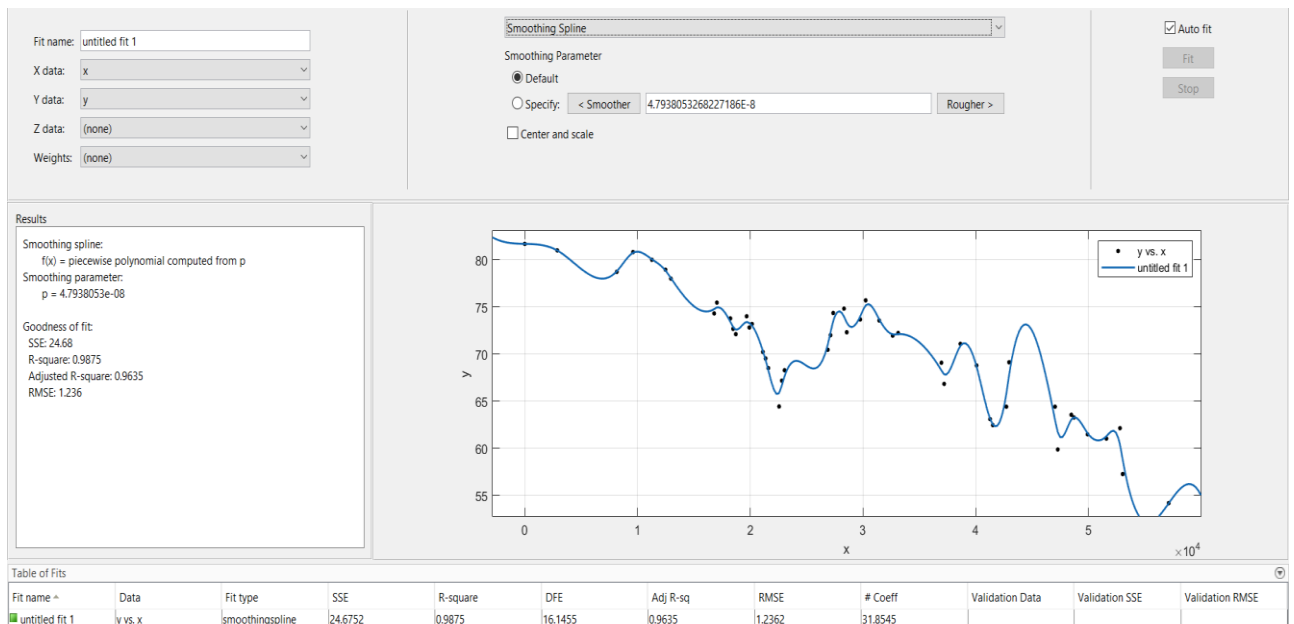
% función a ajustar
z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

En este caso, el ajuste con mayor R^2 fue el que Matlab denomina como “Smoothing Spline”. Su valor es de 0,9875. Esto fue obtenido gracias al empleo de la herramienta “Curve Fitting”.

Gráfico 58: Ajuste Smoothing Spline en Apple



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

4.1.4. Netflix (NFLX)

El código que se utilizó fue:

Ilustración 9: Código empleado en Netflix

```
% datos iniciales
filename = './regresion.xlsx';
sheet = 'NFLX';
columnTime = 'C4:C46';
columnPrice = 'D4:D46';
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on % aparezcan las dos gráficas

plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

% función a ajustar

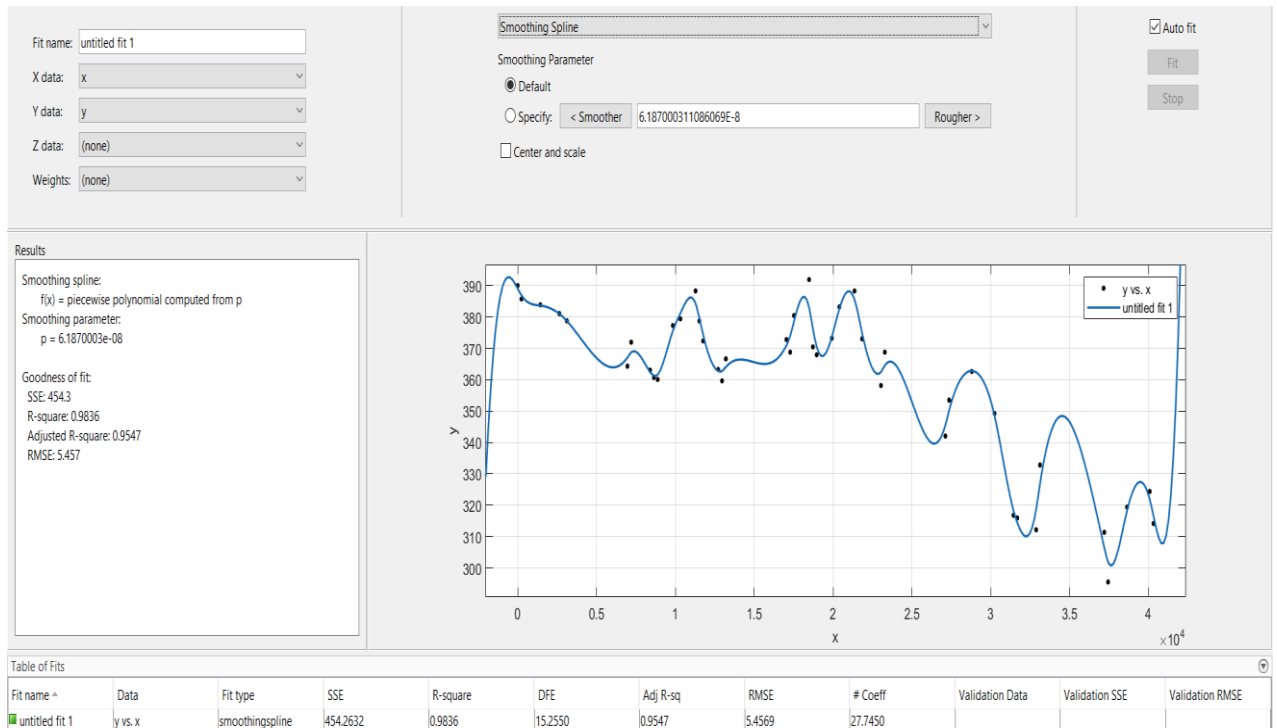
z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Tras emplear la herramienta “Curve Fitting”, en este supuesto también se empleó el ajuste “Smoothing Spine”, donde el R^2 ascendió hasta 0,9836.

Gráfico 59: Ajuste Smoothing Spline en Netflix



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

4.1.5. Google (GOOG)

En la empresa Google, se empleó en Matlab el siguiente código:

Ilustración 10: Código empleado en Google

```
% datos iniciales
filename = "./regresion.xlsx";
sheet = "GOOGL";
columnTime = "C4:C46";
columnPrice = "D4:D46";
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on      % aparezcan las dos gráficas

plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

% función a ajustar

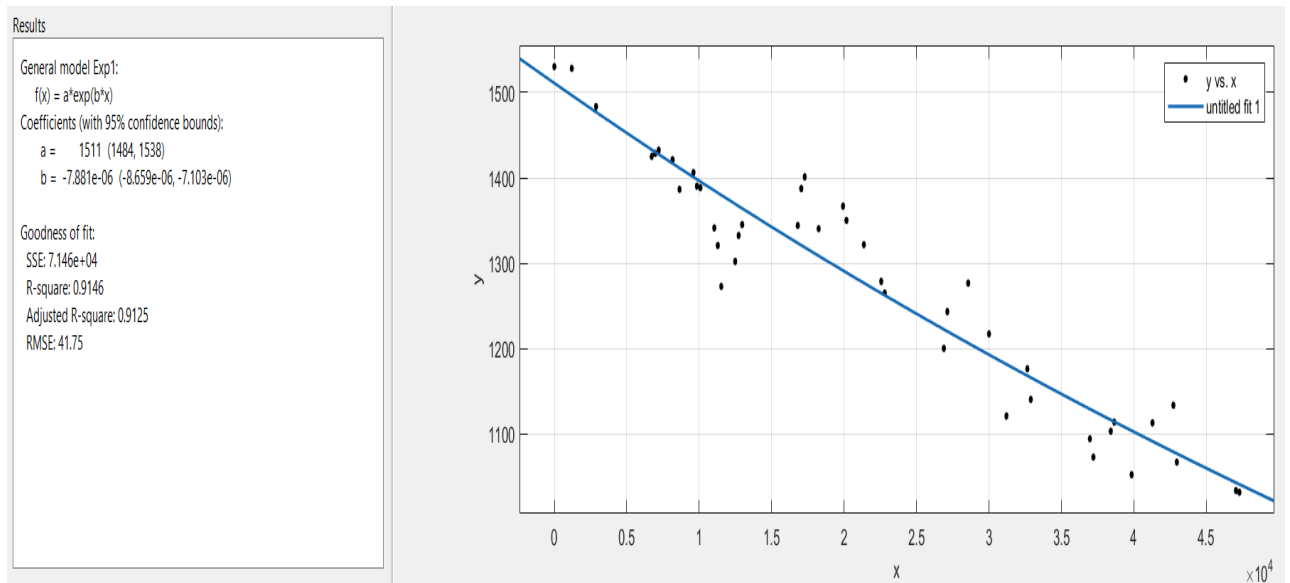
z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

En este caso, se decidió poner un ejemplo de ajuste exponencial explicado previamente y, además, se incluyó aquel ajuste que hiciera que el R2 sea mayor (sin tener en cuenta la interpolación).

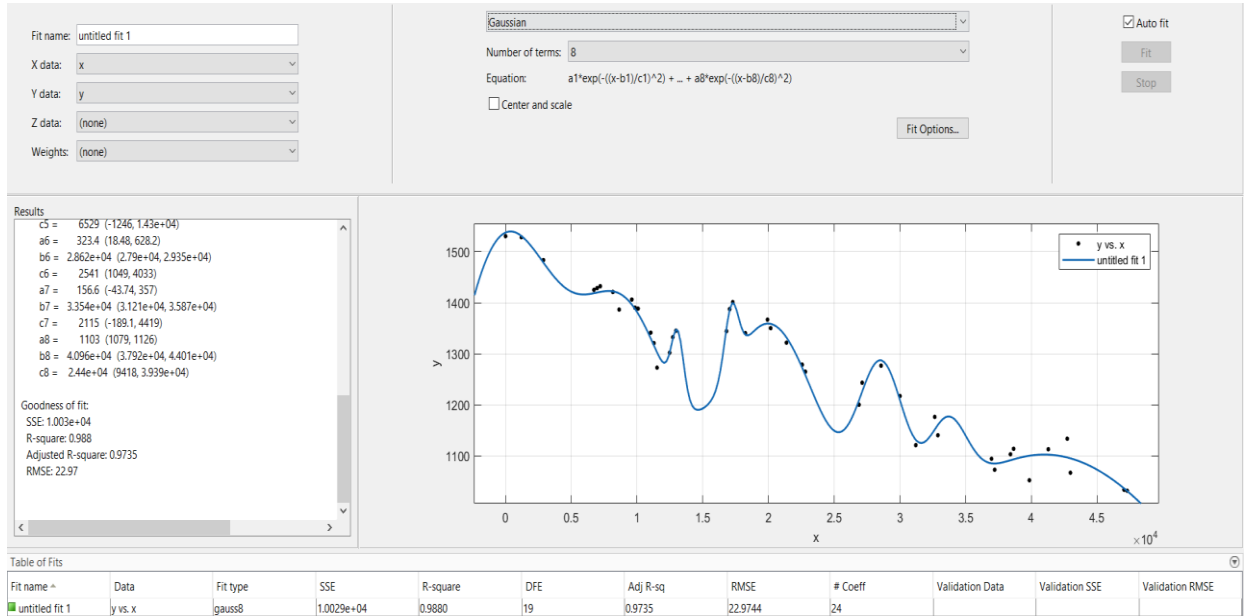
Gráfico 60: Ajuste exponencial en Google



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

En esta imagen se puede observar el ajuste exponencial, y ver cómo su R2 tiene un valor de 0,9146 (que es bastante elevado).

Gráfico 61: Ajuste Gaussiano en Google



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Se puede ver claramente como el R2, si empleamos un ajuste Gaussiano, es muy cercano a 1, por lo que es el que hace que el error cuadrático sea mínimo (sin tener en cuenta las interpolaciones). En este caso, su valor asciende a 0,988.

Todo ello una vez empleada la herramienta “Curve Fitting”, en ambos casos.

4.2. MODELOS ESTOCÁSTICOS

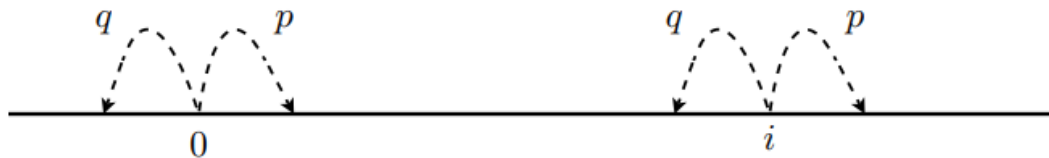
En este capítulo haremos una introducción a las ecuaciones diferenciales estocásticas y al movimiento Browniano siguiendo las principales ideas expuestas por Ricardo Vélez Ibarrola en “Introducción al Movimiento Browniano”. (Ver [15])

El movimiento Browniano fue un fenómeno investigado por Robert Brown, botánico inglés, y otros científicos a lo largo del siglo XIX. Surgió a raíz de una investigación realizada por el propio Brown en la que vio cómo las partículas del polen, que estaban suspendidas sobre una solución acuosa, realizaban un movimiento que él definió como errático y zigzagueante. Si bien es cierto que el primer modelo matemático que

representaba dicho movimiento había sido desarrollado previamente por Albert Einstein y Marian Smoluchowski.

Para entender estudiar dicho movimiento, se enfocará desde una dimensión, si bien es cierto que puede representarse en dos e incluso tres dimensiones.

Ilustración 11: Movimiento Browniano



Fuente: Vélez Ibarrola, R., Introducción al Movimiento Browniano, UNED, pág. 3

En la imagen se puede apreciar que, si partimos desde el punto de origen, la partícula podrá desplazarse (saltos) o bien hacia la derecha (probabilidad) o bien hacia la izquierda (probabilidad q), con una determinada amplitud. Cabe mencionar que la suma de probabilidades será igual a 1 y que dichos movimientos se realizarán en un determinado intervalo de tiempo (t).

El valor de los saltos dependerá de la amplitud de estos, si va hacia la derecha valdrá $+\Delta$ con probabilidad p ; y si va hacia la izquierda, $-\Delta$ con probabilidad q .

Para que se cumpla el movimiento Browniano, se han de cumplir tres condiciones, que se resumen de la siguiente forma:

- $X_0 = 0$
- Para cualesquiera instantes $s < t$, la variación en la posición $X_t - X_s$ tiene distribución $N(\mu(t-s), \sigma\sqrt{t-s})$. (Ver pág. 5 de [15])
- En intervalos disjuntos $(s_1, t_1), (s_2, t_2), \dots, (s_n, t_n)$, los incrementos en la posición $X_{t_1} - X_{s_1}, X_{t_2} - X_{s_2}, \dots, X_{t_n} - X_{s_n}$ son variables aleatorias independientes. Ello constituye lo que se denomina un proceso de incrementos independientes. (Ver pág. 5 de [15])
- Esta última puede reemplazarse por: cualesquiera que sean n y $t_1 < t_2 < \dots < t_n$, la variable aleatoria $(X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_n})$ tiene distribución Normal n -dimensional. (Ver pág. 6 de [15])

Dicho movimiento tiene una tendencia y un parámetro de varianza. La ecuación estocástica que descubre un movimiento Browniano y que emplearemos en este trabajo es la siguiente:

$$dX_t = \mu * dt + \sigma * dW_t$$

Donde W_t es la variable aleatoria, σ la desviación típica, t el tiempo y μ la media.

Todo ello con el fin de conocer, de forma más precisa, el comportamiento de los precios. Para que sea mucho más claro, se exponen algunos ejemplos del movimiento Browniano en las empresas Amazon y Apple pues fueron las que mayor y menor pendiente negativa tuvieron, respectivamente:

En el caso de Amazon, se analiza lo sucedido durante y después de la pandemia. Se empleó para ello la herramienta matemática Excel. En concreto, se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:

Tabla 23: Movimiento Browniano en Amazon

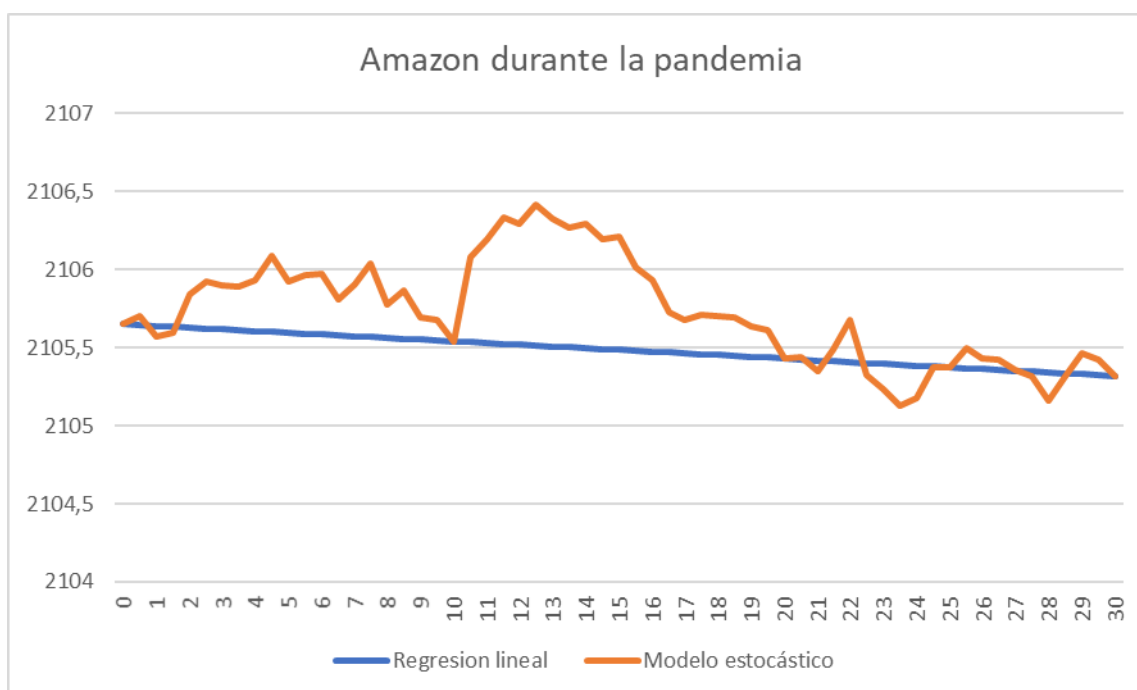
tiempo	Aleatoria	W_t	Movimiento Browniano	Brownian Bridge	Regresion lineal	Modelo estocástico
0	0,716692629	0,081040693	0	0	2105,65	2105,65
0,5	0,239986788	-0,099892277	0,081040693	0,054797828	2105,644491	2105,699289
1	0,671161671	0,062667077	-0,018851584	-0,071337313	2105,638983	2105,567645
1,5	0,973370131	0,273340463	0,043815494	-0,034913101	2105,633474	2105,598561
2	0,785913712	0,112051342	0,317155957	0,212184497	2105,627965	2105,84015
2,5	0,523497764	0,008334563	0,429207298	0,297992974	2105,622456	2105,920449
3	0,567325281	0,023980618	0,437541861	0,280084672	2105,616948	2105,897032
3,5	0,694217503	0,071819535	0,461522479	0,277822425	2105,611439	2105,889261
4	0,912425522	0,191745232	0,533342013	0,323399094	2105,60593	2105,929329
4,5	0,176298459	-0,131460189	0,725087245	0,488901461	2105,600422	2106,089323
5	0,694164128	0,071798011	0,593627056	0,331198407	2105,594913	2105,926111
5,5	0,615604635	0,041571804	0,665425066	0,376753553	2105,589404	2105,966158
6	0,162622734	-0,139121241	0,70699687	0,392082491	2105,583895	2105,975978
6,5	0,823206021	0,131189847	0,567875629	0,226718386	2105,578387	2105,805105
7	0,883575205	0,168722822	0,699065476	0,331665368	2105,572878	2105,904543
7,5	0,04789823	-0,235549034	0,867788298	0,474145325	2105,567369	2106,041515
8	0,810135581	0,124223958	0,632239263	0,212353426	2105,561861	2105,774214
8,5	0,16563925	-0,137396773	0,756463221	0,310334519	2105,556352	2105,866686
9	0,524035589	0,008525556	0,619066448	0,146694881	2105,550843	2105,697538
9,5	0,233783288	-0,102734707	0,627592004	0,128977572	2105,545334	2105,674312
10	0,593490315	0,033450769	0,524857297	0	2105,539826	2105,539826

Fuente: elaboración propia (2021)

En esta imagen, se puede apreciar que la diferencia entre los tiempos es de 0,5. Esto representa al propio mercado, pues se toma un periodo temporal de 4 horas, la mitad de lo que opera el NASDAQ cada día. El primer día es el 10 de febrero de 2020 a las 21:00 horas. Se incluye, además, la variable aleatoria y para calcular los la W_t se emplea la

función DISTR.NORM.INV en la que se incluye el tiempo, su raíz, la media y el riesgo o desviación estándar. Hemos puesto en todos los supuestos un riesgo de 0,2. Posteriormente se refleja el movimiento Browniano y el Brownian Bridge. Este último es el más relevante, pues para representar a Amazon y Apple, se han realizado tres tramos: 0-10, 10-20 y 20-30 (en la imagen se representa el primer tramo). Además, una cuestión peculiar es que se puede apreciar que en el tiempo 10, 20 y 30, el valor en esos casos es 0. Finalmente, se aplica la fórmula de la regresión lineal calculada previamente y, para calcular el modelo estocástico, se suma la regresión lineal y el Brownian Bridge. La representación es la siguiente:

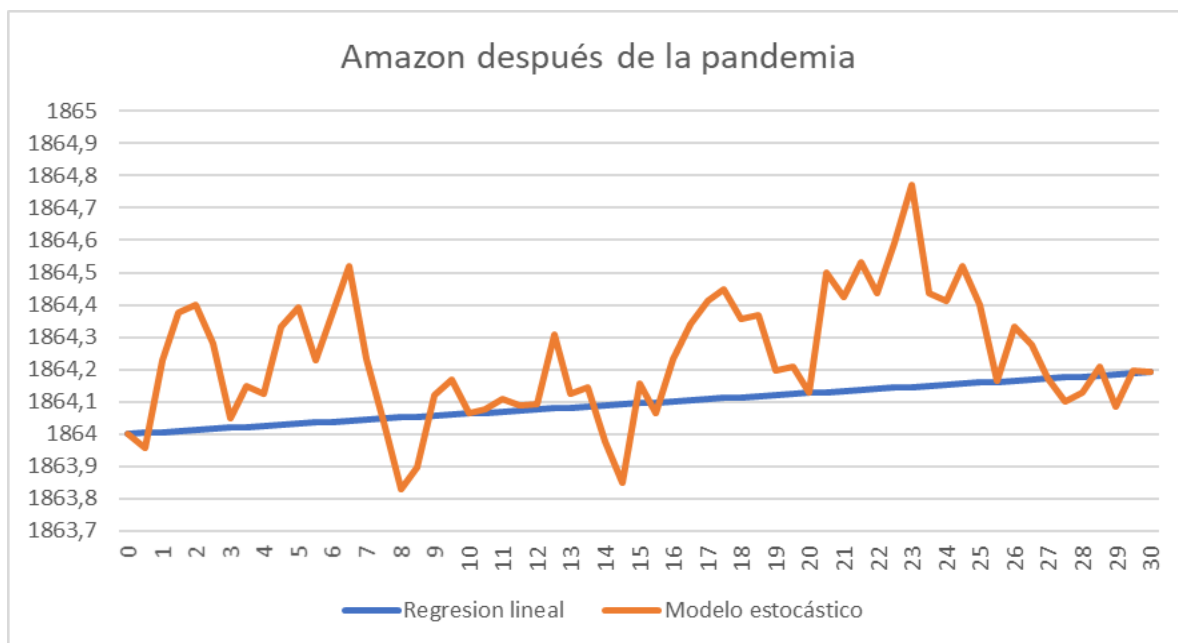
Gráfico 62: Movimiento Browniano en Amazon durante la pandemia



Fuente: elaboración propia (2021)

Además, para poder ver qué sucedió después de la pandemia, se aplicó el mismo procedimiento, y el resultado fue el siguiente:

Gráfico 63: Movimiento Browniano en Amazon después de la pandemia

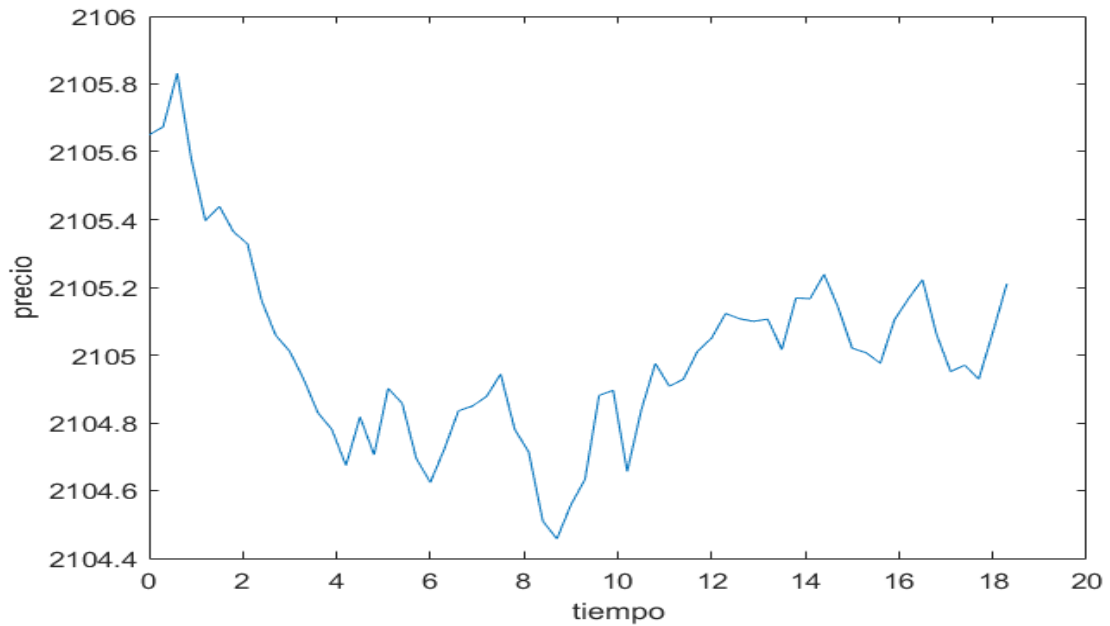


Fuente: elaboración propia (2021)

En este caso, el cero representa el día 16 de marzo de 2020 a las 17:00 horas, y se aplicó un marco temporal de 4 horas.

Para realizar una gráfica mucho más precisa y exacta de lo sucedido, se empleó con los mismos datos un código de Matlab (ver Anexo 6) y quedó representada de la siguiente forma:

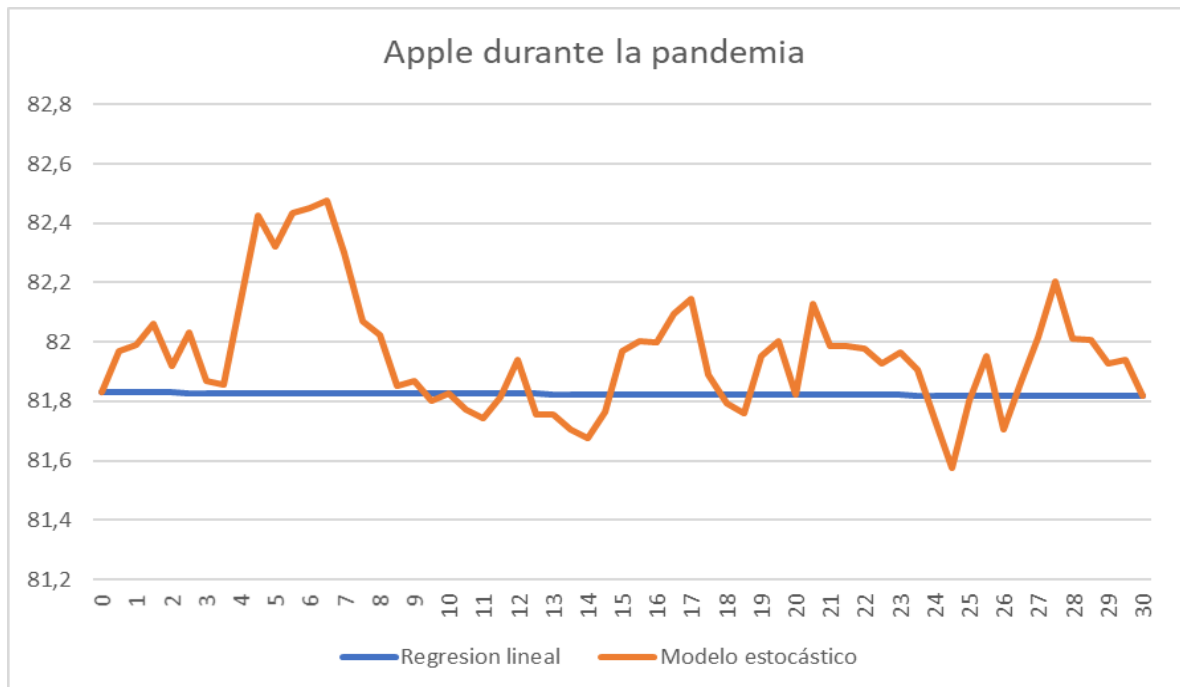
Gráfico 64: Movimiento Browniano en Amazon con Matlab



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

Finalmente, como Apple fue la que menor pendiente negativa tuvo, resulta interesante analizar cuál es el movimiento Browniano aplicable a este supuesto. La gráfica resultante fue la siguiente:

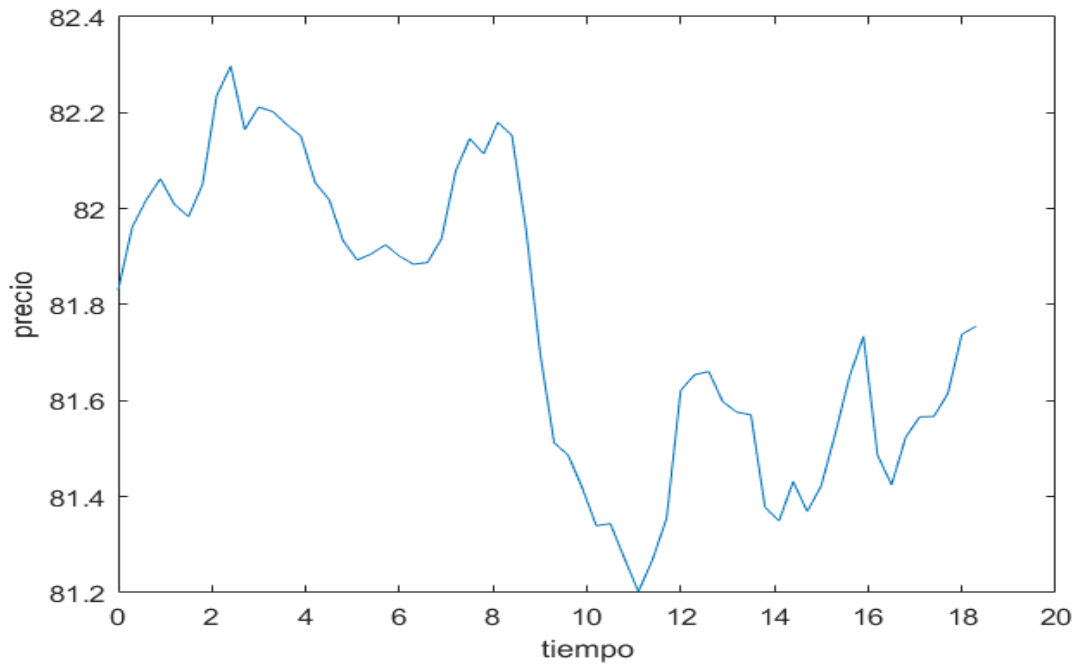
Gráfico 65: Movimiento Browniano en Apple durante la pandemia



Fuente: elaboración propia (2021)

En este supuesto, el cero refleja el día 12 de febrero de 2020 a las 21:00. Para una representación gráfica más exacta, se empleó un código en Matlab (ver Anexo 7), y quedó de la siguiente forma:

Gráfico 66: Movimiento Browniano en Apple con Matlab



Fuente: Gráfico obtenido de Matlab (2021)

A modo de conclusión, se puede apreciar, por medio del movimiento Browniano, una aproximación realista al comportamiento de los precios. En este caso, hemos podido ver lo sucedido con Amazon durante y después de la pandemia, y con Apple durante la misma, con las herramientas matemáticas Excel y Matlab.

CONCLUSIONES

Tras la elaboración y desarrollo del trabajo, se puede afirmar que la pandemia tuvo un **impacto positivo** en las acciones de las FAANG. Esto lo hemos ido analizando en profundidad desde varias perspectivas.

Desde el punto de vista del **análisis técnico**, tras trazar y observar los canales de tendencia, las velas y la media móvil se llegó a la conclusión de que todas las compañías descendieron levemente durante un periodo corto de tiempo con motivo de la pandemia, pero en todas ellas se produjo un cambio de tendencia, y se pasó de una tendencia bajista pequeña que llega hasta el soporte de un gran canal a una tendencia alcista que en algunos casos rompe la tendencia alcista previa a la crisis. Llama la atención Google, pues es la única cuya tendencia alcista se prolongó en el tiempo, mientras que el resto de las compañías se estabilizaron una vez se puso fin a dicha tendencia, dando lugar a una tendencia lateral.

Para reforzar lo anteriormente expuesto, se emplearon la regresión lineal y las parábolas de regresión. Además, se hizo uso de la herramienta Matlab para poder trazar los gráficos, con el fin de dotar de un mayor componente visual a las explicaciones realizadas. Una vez aplicado esto, se pudo observar que la compañía más afectada por la pandemia fue Amazon pues, estableciendo como escala, los precios en dólares y la unidad de tiempo como periodos de 4 horas, es la compañía que tuvo mayor pendiente negativa cuyo valor ascendió a $-0,011017426$. En cambio, Apple fue la que menos notó el impacto de la crisis sanitaria, ya que su pendiente fue de $-0,000395934$.

En el tercer capítulo, se empleó la **estadística**, con la finalidad de analizar y comparar los precios en tres momentos temporales distintos: antes y durante la pandemia, y a lo largo de la crisis acaecida en Estados Unidos a finales de 2018, que tuvo una gran repercusión en el NASDAQ. Se compara, por una parte, lo sucedido antes y durante la pandemia empleando un marco temporal diario y, por otra, lo sucedido durante la crisis sanitaria y las mencionadas caídas en el NASDAQ en el año 2018, empleando un marco temporal

más preciso, de 4 horas. Para poder compararlos, se seleccionaron una serie de precios durante dichas fechas, y si las velas eran verdes se le daba el valor de 1, mientras que si eran rojas se le daba el valor de 0. Lo que se busca observar es si hay un mayor número de ceros entre dichas fechas, y si la media está por encima o por debajo del 0,5.

Las conclusiones que se pueden sacar es que en la mayoría de los supuestos la pandemia no tuvo un gran impacto en las acciones de la FAANG pues, si aplicamos un marco temporal diario, todas ellas rondaban el 0,5. Si aplicamos el marco temporal de 4 horas, podemos ver que el impacto de la pandemia es mucho menor si lo comparamos con 2018. Un buen ejemplo de ello es Google, cuya media descendió hasta 0,283018868. En cambio, durante la pandemia su valor fue de 0,431818182. Esto es una muestra más de que el COVID-19 tuvo consecuencias leves en las compañías tecnológicas.

Por otro lado, también desde el punto de vista estadístico, se estudió la correlación existente entre las acciones de dichas compañías a lo largo de la pandemia, y se realizó un contraste de hipótesis entre aquellas compañías con mayor correlación. Estas fueron Facebook y Google con una correlación de 0,9855216. Como consecuencia del contraste de hipótesis, aceptamos la hipótesis nula de que la diferencia entre la media de precios entre dichas compañías es nula.

Finalmente, empleamos **un ajuste de datos no lineal y teoría estocástica**, para llevar a cabo una aproximación realista al comportamiento de los precios. Ello se llevó a cabo en dos fases, en la primera, se trató de hacer un ajuste de datos a funciones con el fin de obtener un ajuste lo más preciso posible. Para ello, se empleó la herramienta Matlab. En la segunda, se hizo uso del movimiento Browniano, y se expusieron sendos ejemplos para clarificarlo. El más claro es Amazon, donde se representa el comportamiento de los precios durante y después de la pandemia.

Por todo lo expuesto anteriormente, tras realizar un análisis matemático en profundidad de las acciones de las FAANG, se puede llegar a la conclusión de que todas ellas salieron favorecidas por la pandemia, pues el impacto de esta fue muy corto en el tiempo, y tuvo un gran crecimiento tras ese mes de debacle. Además, si se compara con otro impacto negativo acaecido a las acciones de dichas empresas, en concreto, lo sucedido a finales

de 2018, se puede observar que, salvo en el caso de Netflix, la pandemia tuvo un pacto menos severo.

Este trabajo se **podría mejorar** si fuera posible obtener los gráficos con marcos temporales de 4 horas de periodos más lejanos en el tiempo. Si se hace uso simplemente de plataformas gratuitas como Webull o Etoro, esto es imposible. Esto sería de utilidad, pues nos permitiría llevar a cabo una comparación con situaciones pasadas en las que la empresa haya pasado por momentos de dificultad, y poder analizarlo de una forma más precisa. Además, el análisis elaborado sería muchísimo más exacto si el marco temporal fuese de una hora o menos, pero continuamos con el problema expuesto anteriormente.

Las conclusiones obtenidas en el presente trabajo **podrán ser utilizadas en un futuro** en caso de que nos encontremos en una situación de crisis como la actual. Ello permitirá llevar a cabo una comparativa con la crisis en la que nos encontramos, y se podrá realizar un análisis semejante al elaborado en este trabajo para poder predecir qué sucederá con los precios y el impacto que tendrá la crisis en las diferentes compañías. Esto será aplicable no solo a las empresas tecnológicas analizadas, sino a cualquier otra empresa que cotice en el mercado continuo.

Además, en lo que a **futuras líneas de investigación** se refiere, sería deseable realizar un mayor análisis basado en la media móvil y en el cruce de medias y una mayor profundización en los movimientos estocásticos, y en otras ecuaciones diferenciales para modelar de manera cada vez más precisa el precio de un activo.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Álvarez Ramirez J.**, *Métodos numéricos I*, Universidad de Tabasco, (2006).
2. **Arnaiz Vellando, G.**, *Introducción a la estadística teórica*, Lex nova, (1978).
3. **Centol Cortes, C.**, *Análisis de las empresas que han transformado la relación con los consumidores a nivel global*, Universidad de Zaragoza, (2017/2018).
Obtenido el 06/03/2021, de <https://zaguan.unizar.es/record/69537/files/TAZ-TFG-2018-161.pdf>
4. **Evans L.**, *An Introduction to Stochastic Differential Equations*, notes departament of Berkeley.
5. **Font Ferrer, A.**, *Análisis técnico bursátil*, Profit editorial, (2010).
6. **Gispert, B.**, *La pandemia dispara el crecimiento de las grandes tecnológicas*, La Vanguardia, (2021).
Obtenido el 05/04/2021, de <https://www.lavanguardia.com/economia/20210206/6227316/amazon-google-facebook-apple-resultados-coronavirus.html>
7. *Los negocios ganadores y los sorprendidos perdedores durante la pandemia del coronavirus*, BBC News Mundo, (2020).
Obtenido el 05/04/2021, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52647431>
8. **Murphy, J.**, *Análisis técnico de los mercados financieros*, (1986).
9. **Novalés, A.**, *Econometría*, Mc Graw Hill, Segunda edición (1993).
10. **Øksendal B.**, *Stochastic Differential Equations_ An Introduction with Applications*, Springer, (1998).
11. **Ordaz Sanz, J.A., Melgar Hiraldo, M.C. y Rubio Castaño, C.M.**, *Métodos estadísticos y econométricos en la empresa y para finanzas*, Universidad Pablo de Olavide, (2011).
Obtenido el 05/04/2021, de https://www.upo.es/export/portal/com/bin/portal/upo/profesores/jaordsan/profesor/1479322895942_metodos_estadisticos_y_econometricos_en_la_empresa_y_para_finanzas.pdf

12. **Quintanilla, N.**, *Las grandes tecnológicas aumentan beneficios en la crisis del COVID-19*, La Vanguardia, (2020). Obtenido el 10/04/2021, de <https://www.lavanguardia.com/vida/20200731/482588143760/las-grandes-tecnologicas-aumentan-beneficios-en-la-crisis-del-covid-19.html>
13. **Ruíz-Maya Pérez, L., Martín Pliego, F.**, *Fundamentos de inferencia estadística*, Alfa Centauro, (2003).
14. **Staff, F.**, *Amazon, Apple y Facebook se benefician de la pandemia y reportan sólidas ganancias*, Forbes, (2020). Obtenido el 05/04/2021, de <https://www.forbes.com.mx/negocios-amazon-apple-facebook-ganan-pandemia/>
15. **Uriel, E., Contreras D., Moltó M. Peiró, A.**, *Econometría. El modelo lineal*, Editorial AC, (1990).
16. **Vélez Ibarrola, R.**, *Introducción al Movimiento Browniano*, UNED.

ANEXO

Anexo 1. Código empleado en Matlab para la empresa Facebook

Ilustración 12: Código empleado en Facebook

```
% datos iniciales
filename = "./PRECIOS DESPUES DE COVID.xlsx";
sheet = "FB";
columnTime = "B4:B116";
columnPrice = "C4:C116";
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on      % aparezcan las dos gráficas

plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

% función a ajustar

z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Anexo 2. Código empleado en Matlab para la empresa Amazon

Ilustración 13: Código empleado en Amazon

```
% datos iniciales
filename = "./PRECIOS DESPUES DE COVID.xlsx";
sheet = "AMZN";
columnTime = "B4:B123";
columnPrice = "C4:C123";
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on      % aparezcan las dos gráficas

plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

% función a ajustar

z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Anexo 3. Código empleado en Matlab para la empresa Apple

Ilustración 14: Código empleado en Apple

```
% datos iniciales
filename = "./PRECIOS DESPUES DE COVID.xlsx";
sheet = "AAPL";
columnTime = "B4:B117";
columnPrice = "C4:C117";
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on      % aparezcan las dos gráficas

plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

% función a ajustar

z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Anexo 4. Código empleado en Matlab para la empresa Netflix

Ilustración 15: Código empleado en Netflix

```
% datos iniciales
filename = "./PRECIOS DESPUES DE COVID.xlsx";
sheet = "NFLX";
columnTime = "B4:B24";
columnPrice = "C4:C24";
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on      % aparezcan las dos gráficas

plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

% función a ajustar

z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Anexo 5. Código empleado en Matlab para la empresa Google

Ilustración 16: Código empleado en Google

```
% datos iniciales
filename = "./PRECIOS DESPUES DE COVID.xlsx";
sheet = "GOOG";
columnTime = "B4:B118";
columnPrice = "C4:C118";
x = xlsread(filename, sheet, columnTime);
y = xlsread(filename, sheet, columnPrice);
p = polyfit(x, y, 1)

hold on      % aparezcan las dos gráficas
plot(x,y,'ro') % representa los datos (x,y)

% función a ajustar
z=@(x) polyval(p,x);
% valores del vector a iniciales
fplot(z, [x(1),x(end)])

hold off
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Anexo 6. Código empleado en Matlab para la obtención del movimiento Browniano Amazon

Ilustración 17: Código empleado en Amazon para el movimiento Browniano

```
%Movimiento Browniano

% Fórmula de la ecuación diferencial
% estocástica:  $dX/dt = \mu * dt + \sigma * dW_t$ 

obj=bm(-0.011017426,0.2)

nPeriodos=61;
dt= 0.3;
[S,T]=simulate(obj, nPeriodos, 'Deltatime',dt);
plot(T,S+2105.65),
xlabel('tiempo'); ylabel('precio');
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)

Anexo 7. Código empleado en Matlab para la obtención del movimiento Browniano Apple

Ilustración 18: Código empleado en Amazon para el movimiento Browniano

```
%Movimiento Browniano

% Fórmula de la ecuación diferencial
% estocástica:  $dX/dt = \mu * dt + \sigma * dW_t$ 

obj=bm(-0.000396,0.2)

nPeriodos=61;
dt= 0.3;
[S,T]=simulate(obj, nPeriodos, 'Deltatime',dt);
plot(T,S+81.83),
xlabel('tiempo'); ylabel('precio');
```

Fuente: Imagen obtenida de Matlab (2021)