

Trabajo Fin de Grado

**Modelización con variables de series temporales:
Predicción de la rentabilidad de una acción de
ArcelorMittal a través de un modelo econométrico**

Autor

Alexander Aspas Molla

Director

María Isabel Ayuda Bosque

Universidad de Zaragoza

Grado en Economía

2018

Título: Modelización con variables de series temporales: Predicción de una acción de ArcelorMittal a través de un modelo econométrico

Autor: Alexander Aspas Molla

Directores: María Isabel Ayuda Bosque

Titulación: Grado en Economía

Resumen:

ArcelorMittal es una de las acereras más importantes del mundo, cotiza en distintos índices bursátiles, entre ellos en el IBEX35. En este trabajo se proporciona información sobre la misma y se analiza el comportamiento de la cotización de sus acciones en la última década. Se ha buscado también información que nos indique las variables que han podido influir en la cotización de las acciones con objeto de plantear un modelo econométrico que nos permita predecir el precio o la rentabilidad de las mismas. Para ello se ha aplicado la econometría estudiada en el grado y se concluye que este tipo de modelos no son válidos para este tipo de datos. Aun así al final se analiza el comportamiento predictivo de los modelos para ver si es posible obtener algún tipo de rentabilidad invirtiendo en acciones de esta empresa.

Abstract:

ArcelorMittal is one of the most important steel companies in the world, listed on different stock index, including the IBEX35. In this paper, information is provided on the same and the behavior of the quotation of its shares in the last decade is analyzed. Information has also been sought to indicate the variables that may have influenced the stock price in order to suggest an econometric model that allows us to predict the price or profitability of the same. For this, the econometrics studied in the degree has been applied and it is concluded that this kind of models are not good for this kind of data. Even so, in the end, the predictive behavior of the models is analyzed to see if it is possible to obtain some kind of rentability, investing in shares of this company.

Índice

1. Introducción	4
2. Información sobre ArcelorMittal	5
3. Variables del modelo	8
3.1. ¿Por qué MTSNDQ?	8
3.2. ¿Por qué HIERRO?	9
3.3. ¿Por qué EURDOL?	10
3.4. ¿Por qué IBEX35?	11
4. Especificación del modelo	12
4.1. Análisis univariante de las variables	12
4.2. Planteamiento de los modelos	16
4.2.1. Modelos en diferencias	18
4.2.2. Modelos en diferencias de logaritmos	22
5. Predicción	27
6. Conclusiones	30
Bibliografía y referencias	32
7. Anexo	34

1. Introducción

En este trabajo de fin de grado el objetivo principal es ver si es posible encontrar un modelo para intentar predecir la cotización de la acción de la empresa ArcelorMittal la cual cotiza en el IBEX35, a pesar de ser consciente que es complicado utilizar este tipo de modelos con datos financieros diarios, dada su alta volatilidad, pero aplicaremos los conceptos econométricos estudiados en el grado de economía para intentar seleccionar el mejor modelo, conscientes de los problemas con los que nos podemos encontrar. He elegido la empresa ArcelorMittal ya que es una empresa en la que veía potencial para que su cotización aumentará tanto por su análisis técnico como por su análisis fundamental. Para comprobarlo vamos a analizar la cotización histórica de la empresa elegida, además de la evolución de sus ingresos, deuda y beneficios, también buscaremos noticias y artículos que nos ayuden a elegir las variables que pueden ser relevantes a la hora de intentar explicar nuestra endógena.

El trabajo está dividido en varias partes, comenzaremos hablando de las características de la empresa elegida y de la evolución de su cotización a lo largo de los últimos años así como el análisis fundamental y técnico de la empresa basado en información económica general de la misma. A continuación presentaremos las variables elegidas para el planteamiento del modelo y también explicaremos los motivos económicos por los que hemos elegido tales variables a través de distintos tipos de información. Una vez realizada esta presentación pasaremos a modelizar el modelo, comenzaremos por realizar el análisis univariante de las series de cada variable analizando gráficos, correlogramas y viendo el orden de integración de cada una de las variables. Una vez analizado el comportamiento individual de cada variable se buscará especificar el modelo más adecuado. Finalmente plantearemos distintos modelos que serán sometidos a la etapa de chequeo para elegir el que mejor comportamiento tenga. Cuando hayamos decidido el mejor modelo haremos una predicción para ver cuánto se aleja la predicción del modelo de la cotización o rentabilidad real.

2. Información sobre ArcelorMittal

“ArcelorMittal es el principal productor siderúrgico y minero a escala mundial, presente en 60 países y con una plantilla de 199.000 empleados. ArcelorMittal ha crecido a través de la adquisición de numerosas empresas siderúrgicas y otros activos, que constituyen sus principales operativas subsidiarias. Las actividades de la Compañía se gestionan por regiones (Europa, América, y África y CEI), cada una de ellas responsable de un miembro de la Dirección General de la Empresa. Con instalaciones industriales en 18 países, dispone de una capacidad de producción anual de 113 millones de toneladas de acero líquido. Además cuentan con alrededor de 1.400 investigadores a tiempo completo y 12 centros tecnológicos en Europa y América. Trabajan para hacer más sostenible su producción de acero y ayudar a reducir el impacto ambiental de sus actividades y la de sus clientes. Es el mayor proveedor de acero de alta calidad en los principales mercados siderúrgicos mundiales, incluyendo el automóvil, la construcción, los electrodomésticos y los envases, para los que disponen de una organización de Investigación y Desarrollo de referencia a escala mundial, así como de excelentes redes de distribución. Fue fundada en 2006 mediante la fusión entre Mittal Steel y Arcelor. Las acciones de ArcelorMittal cotizan en los mercados bursátiles de Nueva York (MT), Ámsterdam (MT), París (MT), Luxemburgo (MT) y en las bolsas españolas de Barcelona, Bilbao, Madrid y Valencia (MTS). “¹

Vamos a observar un análisis fundamental que es una metodología bursátil que pretende determinar el auténtico valor de una acción, también vamos a analizar un análisis técnico que es el estudio de una acción a través del uso de gráficas. Ambos análisis van a ser analizados en el periodo comprendido entre 2012 y 2018.

En la Tabla 2.1. observamos un análisis fundamental en el que podemos ver como a lo largo de los últimos años se ha ido reduciendo considerablemente su deuda financiera ya que en tan solo seis años se ha logrado reducir la deuda a más de la mitad, es decir, más de 10 millones de euros.

¹ <http://spain.arcelormittal.com/who-we-are/at-a-glance.aspx>

Cabe destacar que ArcelorMittal debido a los buenos resultados cosechados en 2016 vuelve a repartir dividendo, hecho que no hacía desde 2014 por lo que muestra una mejor imagen además de ir incrementando su pay out que es el porcentaje de los beneficios que una empresa dedica al pago de los dividendos.

Los beneficios por acción estimados en los dos últimos años también han aumentado así como los beneficios de la empresa en los últimos tres años.

Me gustaría destacar el PER, es el ratio de precio por acción, que es el cociente entre beneficio por acción, se trata de uno de los indicadores más utilizados a la hora de conocer la valoración de una acción y evaluar su situación financiera, vemos como desde 2012 ha ido disminuyendo, es decir, se tardaría menos tiempo en recuperar la inversión realizada.

Tabla 2.1: Análisis Fundamental ArcelorMittal

	2012	2013	2014	2015	2016	2017 (Estimado)
Ingresos	65.475.000.000	59.367.000.000	65.520.000.000	58.527.000.000	54.082.000.000	57.667.000.000
Deuda	16.969.000.000	12.649.000.000	13.042.000.000	14.438.000.000	10.529.000.000	8.300.000.000
BPA (Beneficios Por Acción)	0,14	-0,41	-0,5	-4,08	0,47	3,35
Beneficios	143.066.507	-418.980.485	-510.951.812	-4.169.366.782	480.294.703	3.423.377.137
DPA (Dividendos Por Acción)	0,58	0,15	0,17	0	0	0,15
Dividendos	592.704.101	153.285.543	173.723.616	0	0	153.285.543
Pay Out	414,29%	-36,59%	-34,00%	0,00%	0,00%	4,48%
Rentabilidad por Acción	1,92%	0,50%	0,56%	0%	0%	0,50%
PER	215,71	0,00	0,00	0,00	64,26	9,01
2018 (Estimado)						
	57.366.000.000					
	6.334.000.000					
	2,95					
	3.014.615.688					
	0,39					
	398.542.413					
	13,22%					
	1,29%					
	10,24					

Fuente: Pc Bolsa

En el Gráfico 2.1 podemos observar la evolución de su cotización a lo largo de la última década. Observamos una gran tendencia alcista en los años previos de la gran burbuja inmobiliaria llegando a cotizar por encima de los 150 euros por acción, esta tendencia se vio cortada por el estallido de la crisis en 2008, debido a un corte brusco de la demanda de acero por lo que la cotización de la acción cayó en picado llegando a cotizar 100 euros menos que antes de la crisis.

Observamos que entre 2010 y 2012 hay intentos de volver a marcar una tendencia alcista pero la cotización sigue cayendo hasta 2016 donde llegó a su cotización mínima de menos de 8 euros por acción. Sin embargo en 2016 es cuando la empresa vuelve a tener grandes beneficios y a ir poco a poco recuperando la senda alcista.

Cabe destacar que en 2017 se produce un contrasplit, se trata de una operación societaria que consiste en reducir el número de acciones aumentando su valor nominal, en este caso 3x1, es decir, los accionistas pasaron a tener un tercio menos de acciones pero con un precio tres veces mayor.

Este contrasplit se hizo por una cuestión de imagen, al volver a tener grandes beneficios desde 2016 y seguir cotizando con precios tan asequibles, se quiso dar un mayor prestigio a las acciones de la empresa. Actualmente la acción cotiza rondando los 30 euros con previsiones de tendencia alcista a largo plazo.

Gráfico 2.1: Cotización histórica ArcelorMittal



Fuente: Pc Bolsa

Una vez analizados tanto el análisis técnico como el fundamental nos damos cuenta de que todo indica a que la cotización de la acción va a subir a largo plazo, es por ese motivo que elegimos esta acción para realizar este trabajo, vemos una buena oportunidad de invertir y por lo tanto de poder obtener una rentabilidad.

3. Variables del modelo

En este apartado vamos a presentar el conjunto de variables que creemos que pueden influir en la cotización de ArcelorMittal y las razones que hemos encontrado para ello.

Las variables que vamos a utilizar en este trabajo son:

- MTSIBX: Cotización de ArcelorMittal en el Ibex35
- MTSNDQ: Cotización de ArcelorMittal en el NASDAQ
- EUR/DOL: Tipo cambio euro frente al dólar
- Hierro: Cotización del hierro
- IBEX35: Cotización del IBEX35

3.1. ¿Por qué MTSNDQ?

Para mostrar la relación que tiene la cotización de nuestra acción con la cotización de la misma empresa pero en el NASDAQ vamos a analizar la siguiente noticia:

“ArcelorMittal un 20% de su ebitda también depende de su mercado estadounidense. La compañía que lidera el indio Lakshmi Mittal emplea a 18.000 personas en 27 instalaciones incluidas minas, plantas de acabado, de fabricación de acero y mini acerías distribuidas en 13 estados del país y el Distrito de Columbia”²

El ebitda es el beneficio bruto de explotación calculado antes de la deducibilidad de los gastos financieros, es decir, la quinta parte del ebitda de ArcelorMittal cotizado en el IBEX35 depende del mercado de Estados Unidos, por lo que tomaremos la cotización de ArcelorMittal del NASDAQ como variable explicativa de la variable que queremos explicar.

² Gallén, Pablo. *Acerinox, ArcelorMittal y Grifols se benefician del deshielo entre EEUU y China y lideran las alzas del Ibex* (Redacción de Estrategias de inversión) 2018

3.2. ¿Por qué HIERRO?

Para mostrar la relación que tiene la cotización de nuestra acción con la cotización del hierro vamos a analizar dos noticias:

“Se trata de la materia prima clave para el negocio de las acereras. De hecho, cuando su precio sube, los ingresos de este tipo de firmas también lo hacen, lo cual lleva a los clientes a prever mayores alzas y, por tanto, a adelantar sus pedidos. Esto suele generar subidas en el mercado bursátil, como está ocurriendo hoy. De hecho, se trata de la firma más alcista del Ibex 35 en la sesión al repuntar un 4,78%.

ArcelorMittal ha sido una de las compañías más beneficiadas dado que tiene una correlación directa en bolsa con el hierro.”³

“ArcelorMittal continúa disparada en bolsa (ha subido un 5,2%, hasta 8,625 euros), después de las fortísimas subidas de la semana pasada tras sus resultados, debido en gran parte al buen comportamiento del precio del mineral de hierro en los mercados internacionales”.⁴

Como hemos comentado anteriormente ArcelorMittal es una acerera, el acero es una aleación de hierro y carbono, dado que el acero no es una materia prima como tal y no tiene una cotización, la materia prima que hace que los costes sean más baratos o más caros es el hierro. Esta materia prima va ligada a la demanda de la empresa como comentan en la primera noticia, ya que los clientes adelantan pedidos por lo que afectará a la demanda de la empresa y por lo tanto a la cotización de ArcelorMittal.

³ Ibiricu, Paola. *ArcelorMittal es la compañía más beneficiada por la subida del mineral de hierro* (Redacción de economista.es) 2017

⁴ Vidal, Cesar. *ArcelorMittal, disparada en bolsa por la subida del hierro* (Redacción bolsamania) 2017

3.3. ¿Por qué EURDOL?

Para mostrar la relación que tiene la cotización de nuestra acción con la cotización del euro frente al dólar vamos a analizar dos noticias:

“Las multinacionales del Ibex son un buen ejemplo de cómo sacar partido a un euro débil, pues su competitividad aumenta. Incluyendo al gigante del acero ArcelorMittal, las exportaciones supusieron el 59,3% de su facturación el año pasado. La bajada del euro rebaja costes y favorece las ventas a Estados Unidos y a otros países, como Brasil o Japón”⁵

“Uno de los principales riesgos que pueden afectar al valor es su exposición a divisas en Europa, Brasil y América del Norte.”⁶

Al principio de esta exposición hemos comentado que ArcelorMittal es el principal productor siderúrgico y minero del mundo por lo que cuentan con un gran número de exportaciones principalmente a América, por lo que nos centraremos en las divisas euro y dólar, por lo tanto añadiremos a nuestro modelo la cotización del euro frente al dólar como variable explicativa.

⁵ Simón, Pablo Martín. *Las compañías que más ganan con la caída del euro* (Redacción de El País) 2010

⁶ Calavia Rogel, Miriam y Martín Simón, Pablo. *Así afecta el pulso de las divisas a las empresas del Ibex 35* (Redacción de El País) 2017

3.4. ¿Por qué IBEX35?

Para mostrar la relación que tiene la cotización de nuestra acción con la cotización del IBEX35 vamos a analizar la siguiente noticia:

“ArcelorMittal lidera la caída del Ibex 35. La mayor compañía siderúrgica mundial retrocede cerca de un 4% y el precio de sus acciones se sitúa en los 26,55 euros. Los números rojos son la tónica dominante en la sesión puesto que el Ibex se deja un 1,5% y cotiza en mínimos de febrero de 2017.”⁷

El IBEX35 es uno de los índices bursátiles donde cotiza ArcelorMittal, vamos a escoger esta variable como explicativa para ver si los movimientos que tenga el IBEX35 arrastran en este caso a ArcelorMittal a tener la misma tendencia que el índice en el cual cotiza, aunque podría ser al revés ya que ArcelorMittal es una de las empresas más importantes del IBEX35 y podría esta causar cambios en la tendencia del IBEX35.

⁷ Rodríguez, Carlos. *ArcelorMittal lidera la caída del Ibex 35 tras los aranceles de Trump al acero* (Redacción lainformacion.com) 2018

4. Especificación del modelo

4.1. Análisis univariante de las variables

En primer lugar haremos un análisis de la estacionariedad o no de cada una de las variables; para lo que utilizaremos tres instrumentos: gráficos de las series temporales y sus diferencias, correlogramas y contrastes de Dickey Fuller o Dickey Fuller aumentado.

- **MTSIBX:** Se trata de la cotización de ArcelorMittal cotizada en el IBEX35, es decir, el precio de una acción de dicha empresa en el principal índice bursátil español. En el Gráfico 4.1 (en el anexo del trabajo por razones de espacio, igual que el resto de gráficos) podemos observar el gráfico de series temporales cabe destacar que observamos dos tendencias deterministas totalmente opuestas, coinciden con la historia de la empresa comentada en el apartado anterior, hay una clara tendencia bajista desde el estallido de la crisis hasta el 2016. A continuación se obtienen grandes beneficios por lo que se explica la tendencia alcista hasta hoy en día, al haber estas tendencias tan marcadas tenemos indicios de que la variable no es estacionaria. En el Gráfico 4.2 podemos apreciar que al hacer una diferencia, la variable es estacionaria. Por último en el Gráfico 4.3 y 4.4 vemos los correlogramas de la variable escogida y de sus primeras diferencias donde se aprecia la no estacionariedad de la serie original y la posible estacionariedad de las primeras diferencias⁸
- **MTSNDQ:** Se trata de la cotización de ArcelorMittal cotizada en el NASDAQ, es decir, el precio de una acción de dicha empresa en la segunda bolsa de valores de electrónica y automatización más grande de Estados Unidos. En el Gráfico 4.5 apreciamos un comportamiento similar al de la variable comentada anteriormente con dos tendencias deterministas por lo que esta variable tiene indicios de ser no estacionaria.

⁸ Datos obtenidos del histórico de cotizaciones de infomercados.com

En el Gráfico 4.6 vemos como al diferenciar la variable se vuelve estacionaria. Finalmente en el Gráfico 4.7 y 4.8 vemos los correlogramas de la variable escogida y de sus primeras diferencias donde se aprecia la no estacionariedad de la serie original y la posible estacionariedad de las primeras diferencias.⁹

- **EURDOL:** Se trata de la cotización del euro frente al dólar, es decir, las unidades de dólar que son necesarias para obtener una unidad de euro. En el Gráfico 4.9 observamos el gráfico de series temporales donde se distinguen varias tendencias por lo que hay indicios de que la variable no sea estacionaria. En el Gráfico 4.10 vemos el gráfico de series temporales de las diferencias donde nos encontramos que diferenciándola se convierte en estacionaria. Por último en el Gráfico 4.11 y 4.12 vemos los correlogramas de la variable escogida y de sus primeras diferencias donde se aprecia la no estacionariedad de la serie original y la posible estacionariedad de las primeras diferencias.¹⁰
- **HIERRO:** Se trata de la cotización de los futuros del mineral del hierro. En el Gráfico 4.13 observamos una evolución similar a la de MTSIBX y MTSNDQ, es decir, existen las dos mismas tendencias deterministas, por lo que podríamos decir que esta variable no es estacionaria. En el Gráfico 4.14 vemos que haciendo diferencias la variable se vuelve estacionaria. Finalmente en el Gráfico 4.15 y 4.16 vemos los correlogramas de la variable escogida y de sus primeras diferencias donde se aprecia la no estacionariedad de la serie original y la posible estacionariedad de las primeras diferencias.¹¹

⁹ Datos obtenidos del histórico de cotizaciones de nasdaq.com

¹⁰ Datos obtenidos del histórico de cotizaciones de Invertia.com

¹¹ Datos obtenidos del histórico de cotizaciones de Investing.com

- IBEX35: Se trata de la cotización del IBEX35, es decir, la cotización del principal índice bursátil en España que engloba las 35 empresas con mayor capitalización bursátil de España. En el Gráfico 4.17 podemos observar una clara tendencia determinista por lo que podremos decir que esta variable no es estacionaria. En el Gráfico 4.18 vemos que haciendo diferencias la variable se vuelve estacionaria. Por último en el Gráfico 4.19 y 4.20 vemos los correlogramas de la variable escogida y de sus primeras diferencias donde se aprecia la no estacionariedad de la serie original y la posible estacionariedad de las primeras diferencias.¹²

Tabla 4.1: Resultados de correlogramas y gráficos de series temporales

	Tendencia	Estacionaria
MTSIBX	Determinista	No
MTSNDQ	Determinista	No
EURDOL	Determinista	No
HIERRO	Determinista	No
IBEX35	Determinista	No

Hemos obtenido que tanto la variable endógena como las variables exógenas tienen una o varias tendencias deterministas por lo que podemos afirmar que todas las variables que hemos analizado son no estacionarias en media. Además el correlograma y el correlograma parcial de todas ellas es característico de series no estacionarias con unos valores de la función de autocorrelación altos y disminuyendo muy lentamente además de que su primer coeficiente de autocorrelación parcial es muy alto, todas las series diferenciadas una vez parecen ya estacionarias. Para comprobar si es necesario diferenciar las series, es decir, si los valores tienen además de la tendencia determinista, tendencia estocástica vamos a aplicar el contraste de Dickey Fuller que contrasta la hipótesis nula de si la serie tiene tendencia estocástica, frente a que la serie es de orden 0, o no tiene tendencia estocástica. El modelo de Dickey-Fuller donde se va a realizar el contraste, ya que todas las variables tienen tendencia determinista sería:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \phi_1 Y_{t-1} + \sum_{j=1}^P \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t$$

¹² Datos obtenidos del histórico de cotizaciones de Investing.com

Somos conscientes de que en la mayoría de las series hay cambio estructural y esto hace que el contraste de Dickey Fuller tenga menor potencia pudiendo aceptar que es integrado de orden mayor de lo que sería si tuviera en cuenta la ruptura estructural.

Tabla 4.2: Resultados del Contraste de Dickey Fuller

	$H_0 : I(1)$ $H_A : I(0)$	$H_0 : I(2)$ $H_A : I(1)$	Conclusión
MTSIBX	-1.66964 (0.7644)	-29.3063 (0)	$I(1)$
MTSNDQ	-1.25332 (0.8985)	-14.4746 (0)	$I(1)$
EURDOL	-1.19385 (0.9106)	-41.2007 (0)	$I(1)$
HIERRO	-1.15049 (0.919)	-36.2854 (0)	$I(1)$
IBEX35	-1.82298 (0.6938)	-12.9521 (0)	$I(1)$

Elaboración propia. P-valores entre paréntesis

En la tabla 4.2 mostramos para cada variable los resultados del contraste de Dickey Fuller con el p valor entre paréntesis. Estos resultados han sido extraídos de las figuras comprendidas desde la Figura 4.1 hasta la Figura 4.10 (en el anexo). Donde hemos obtenido que todas las variables son integradas de orden 1, es decir, las variables se volverán estacionarias al realizar una diferencia.

4.2. Planteamiento de los modelos

Dado que todas las variables son integradas de orden 1 vamos a analizar en primer lugar con el contraste de Engle-Granger si las variables están cointegradas. Dos o más series de tiempo que son integradas de orden 1, $I(1)$ están cointegradas si existe una combinación lineal de esas series que sea estacionaria o de orden $I(0)$. Desde el punto de vista económico dos o más series están cointegradas si las mismas se mueven conjuntamente a lo largo del tiempo y las diferencias entre ellas son estacionarias. La regresión sería:

$$MTSIBX_t = \alpha + \varphi_1 MTSNDQ_t + \varphi_2 EURDOL_t + \varphi_3 HIERRO_t + \varphi_4 IBEX35_t + u_t$$

Para ello vamos a analizar la Figura 4.21 a y b donde claramente nos damos cuenta que no existe cointegración teniendo en cuenta que el punto crítico es -4.43^{13} , por lo que no hará falta aplicar un modelo con mecanismo de corrección del error. Dado que no están cointegradas, planteamos los modelos con las variables en primeras diferencias.

A continuación vamos a especificar y estimar varios modelos a los que aplicaremos una batería de contrastes para chequearlos.

Vamos a analizar cuatro contrastes para ver si existe: homocedasticidad, autocorrelación, normalidad y una especificación correcta. Una vez mostrados analizaremos una tabla que resuma los problemas de todos los modelos para poder decidir el mejor de ellos.

Previamente vamos a definir para que sirve cada contraste y los problemas que pueden causar en caso de no comportarse de manera correcta.

En primer lugar analizaremos si nuestro modelo tiene homocedasticidad o heterocedasticidad. Un modelo presenta heterocedasticidad cuando la varianza de la perturbación aleatoria de dicho modelo no se mantiene constante para todas las observaciones consideradas, es decir, cuando:

$$Var(U_i) = \sigma_i^2$$

¹³ ENGLE R. F. y B.S. YOO (1987): “Forecasting and Testing in Cointegrated Systems”. *Journal of Econometrics*, 35, pp.143-59.

Existen múltiples causas de heterocedasticidad, sin embargo, las más comunes son la presencia de datos atípicos y errores de especificación en el modelo como por ejemplo la omisión de variables relevantes. Este problema nos causará una pérdida de eficiencia sobre el estimador mínimo cuadrático. Los contrastes que utilizaremos para analizar la existencia de heterocedasticidad son los contrastes de White y de Breusch Pagan.

En segundo lugar nos centraremos en la existencia de autocorrelación. Un modelo presenta autocorrelación cuando los términos de perturbación aleatoria correspondientes a diferentes observaciones están correlacionadas, es decir, cuando se cumpla:

$$Cov(U_i, U_j) \neq 0$$

El problema de la autocorrelación surge con mayor frecuencia al trabajar con datos de series temporales. Entre las posibles causas, las más frecuentes son la omisión de variables relevantes, cuyos valores estén autocorrelacionados entre sí, un error de especificación en la forma funcional del modelo. La consecuencia más grave es que la estimación MCO deja de ser eficiente y la inferencia estadística también se verá afectada. El contraste que utilizaremos para observar la posible existencia de autocorrelación es Breusch Godfrey.

En tercer lugar analizaremos si el modelo se distribuye según una normal o no. Entre las causas de la no normalidad la más relevante es la existencia de valores atípicos. En caso de no verificarse la normalidad del modelo los estimadores MCO pierden la eficiencia dentro de los estimadores insesgados, sin embargo siguen siendo ELIO. El contraste que utilizaremos para ver la existencia o no de normalidad es el contraste de Jarque Bera el cual pretende determinar si una determinada distribución de probabilidad se asemeja a una normal, y lo hace mediante el estudio de la asimetría y la curtosis.

Finalmente observaremos si hay una correcta especificación del modelo o no. Existen múltiples causas por las que un modelo pueda presentar una inadecuada especificación, las causas más comunes son la inclusión de variables irrelevantes, la omisión de variables irrelevantes y errores de medida en las variables.

El contraste que utilizaremos para comprobar si hay una adecuada especificación es el contraste del Test de Reset de Ramsey, el cuál es una prueba general de especificación para el modelo de regresión lineal, esta prueba verifica si las combinaciones no lineales de los valores ajustados ayudan a explicar la variable de respuesta.

4.2.1. Modelos en diferencias

Se han planteado modelos con diferencias introduciendo varios retardos de las mismas. A continuación mostramos los tres mejores modelos en diferencias que hemos podido encontrar los dos primeros pasan el chequeo en cuanto a especificación, teniendo problemas de heterocedasticidad, autocorrelación y de no normalidad mientras que el tercer modelo no presenta problemas de autocorrelación.

- Modelo 1:

$$\Delta MTSIBX_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta MTSNDQ_t + \beta_3 \Delta EURDOL_t + \beta_4 \Delta HIERRO_t + \beta_5 \Delta IBEX35_t + V_t$$

- Modelo 2:

$$\Delta MTSIBX_t = \beta_1 + \beta_2 \Delta MTSNDQ_t + \beta_3 \Delta MTSNDQ_{t-1} + \beta_4 \Delta MTSNDQ_{t-2} + \beta_5 \Delta EURDOL_t + \beta_6 \Delta EURDOL_{t-1} + \beta_7 \Delta IBEX35_t + \beta_8 \Delta HIERRO_t + \beta_9 \Delta MTSIBX_{t-1} + \beta_{10} \Delta MTSIBX_{t-2} + V_t$$

- Modelo 3:

$$\begin{aligned} \Delta MTSIBX_t = & \beta_1 + \beta_2 \Delta MTSNDQ_t + \beta_3 \Delta MTSNDQ_{t-1} + \beta_4 \Delta MTSNDQ_{t-2} \\ & + \beta_5 \Delta MTSNDQ_{t-3} + \beta_6 \Delta MTSNDQ_{t-4} + \beta_7 \Delta EURDOL_t \\ & + \beta_8 \Delta EURDOL_{t-1} + \beta_9 \Delta EURDOL_{t-2} + \beta_{10} \Delta EURDOL_{t-3} \\ & + \beta_{11} \Delta EURDOL_{t-4} + \beta_{12} \Delta IBEX35_t + \beta_{13} \Delta IBEX35_{t-1} \\ & + \beta_{14} \Delta IBEX35_{t-2} + \beta_{15} \Delta IBEX35_{t-3} + \beta_{16} \Delta IBEX35_{t-4} \\ & + \beta_{17} \Delta HIERRO_t + \beta_{18} \Delta HIERRO_{t-1} + \beta_{19} \Delta HIERRO_{t-2} \\ & + \beta_{20} \Delta HIERRO_{t-3} + \beta_{21} \Delta HIERRO_{t-4} + \beta_{22} \Delta MTSIBX_{t-1} \\ & + \beta_{23} \Delta MTSIBX_{t-2} + \beta_{24} \Delta MTSIBX_{t-3} + \beta_{25} \Delta MTSIBX_{t-4} \\ & + V_t \end{aligned}$$

Tabla 4.3: Estimaciones y contrastes de los Modelos que han pasado alguna etapa de chequeo

Variabes	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
β_1	0.003 (0.6449)	0.007 (0.121)	0.010 (0.073)
$\Delta MTSIBX_{t-1}$	-	-0.436 (0)	-0.492 (0)
$\Delta MTSIBX_{t-2}$	-	-0.166 (0)	-0.277 (0)
$\Delta MTSIBX_{t-3}$	-	-	-0.144 (0.003)
$\Delta MTSIBX_{t-4}$	-	-	-0.025 (0.414)
$\Delta MTSNDQ_t$	0.465 (0)	0.488 (0)	0.488 (0)
$\Delta MTSNDQ_{t-1}$	-	0.315 (0)	0.341 (0)
$\Delta MTSNDQ_{t-2}$	-	0.122 (0)	0.184 (0)
$\Delta MTSNDQ_{t-3}$	-	-	0.092 (0.005)
$\Delta MTSNDQ_{t-4}$	-	-	0.031 (0.178)
$\Delta EURDOL_t$	-10.801 (0)	-11.688 (0)	-11.752 (0)
$\Delta EURDOL_{t-1}$	-	-7.785 (0)	-8.478 (0)
$\Delta EURDOL_{t-2}$	-	-	-3.927 (0.010)
$\Delta EURDOL_{t-3}$	-	-	-3.064 (0.029)

$\Delta EURDOL_{t-4}$	-	-	-1.769 (0.145)
$\Delta HIERRO_t$	0.022 (0)	0.0198 (0)	0.018 (0)
$\Delta HIERRO_{t-1}$	-	-	0.009 (0.030)
$\Delta HIERRO_{t-2}$	-	-	-0.002 (0.497)
$\Delta HIERRO_{t-3}$	-	-	0.009 (0.014)
$\Delta HIERRO_{t-4}$	-	-	-0.001 (0.680)
$\Delta IBEX35_t$	0.0009 (0)	0.0007 (0)	0.0007 (0)
$\Delta IBEX35_{t-1}$	-	-	0 (0.453)
$\Delta IBEX35_{t-2}$	-	-	0.0001 (0.076)
$\Delta IBEX35_{t-3}$	-	-	0 (0.350)
$\Delta IBEX35_{t-4}$	-	-	0 (0.747)
CONTRASTES			
Breusch Pagan	26.630 (0)	64.563 (0)	134.684 (0)
Breusch Godfrey	247.831 (0)	38.900 (0)	8.404 (0.135)
Jarque Bera	575.204 (0)	1284.94 (0)	1541.72 (0)
Test de Reset Ramsey	2.793 (0.061)	2.999 (0.050)	4.309 (0.013)

Elaboración propia. Estimación MCO robusta a heterocedasticidad. Entre paréntesis presentamos los p-valores

En la Tabla 4.3. observamos las estimaciones de los modelos así como los resultados de los distintos contrastes de los tres únicos modelos que cumplían alguna parte del chequeo, en este caso la especificación o la autocorrelación, incluyendo en paréntesis los p-valores. Dado que estos modelos no pasaban la etapa de chequeo se han planteado otros modelos incluyendo otras variables como el petróleo y el níquel, además de probar con más retardos de las variables tanto de la endógena como de las exógenas con objeto de obtener mejores modelos, pero no se ha conseguido la etapa de chequeo.

También se introdujo una variable ficticia desde mediados del 2016 a mediados del 2017 con objeto de captar alguna diferencia en ese periodo, ya que en el gráfico de los residuos se observaba una mayor variabilidad en dicho periodo, pero los modelos tampoco mejoraron.

Cabe destacar que los signos de las estimaciones obtenidas concuerdan con lo que se deriva de las noticias citadas en la presentación de las variables. Es decir, un aumento tanto de la misma acción cotizada en el NASDAQ, como un aumento producido en la cotización del hierro o en el IBEX35 provoca aumentos en nuestra endógena, mientras que un aumento de la relación euro dólar provoca una disminución en la cotización de nuestra endógena. También observamos que el efecto de las variables retardadas es menor a medida que nos alejamos en el tiempo, es decir, los movimientos de ayer producen mayores fluctuaciones en nuestra endógena que los movimientos de hace dos días.

Dado que ningún modelo pasa la etapa de chequeo entera, y dada la volatilidad de la cotización vamos a plantear modelos alternativos con las variables en logaritmos.

4.2.2. Modelos en diferencias de logaritmos

En primer lugar, como previamente con las variables en niveles, haremos un análisis de la estacionariedad o no de cada una de las variables en logaritmos; para lo que utilizaremos tres instrumentos: gráficos de las series temporales y sus diferencias, correlogramas y contrastes de Dickey Fuller o Dickey Fuller aumentado.

Si analizamos los gráficos comprendidos entre el Gráfico 4.21 hasta el Gráfico 4.40 observaremos que todas las variables escogidas anteriormente con logaritmo presentan una o más tendencias deterministas, las cuales se diluyen al hacerles diferencias, por lo que podemos asegurar que no son estacionarias.

Tabla 4.4: Resultados obtenidos de Contraste de Dickey Fuller, para las variables en logaritmos

	$H_0 : I(1)$ $H_A : I(0)$	$H_0 : I(2)$ $H_A : I(1)$	Conclusión
Log MTSIBX	-1.48 (0.83)	-39.24 (0)	$I(1)$
Log MTSNDQ	-1.13 (0.92)	-20.87 (0)	$I(1)$
Log HIERRO	-1.11 (0.92)	-36.79 (0)	$I(1)$
Log EURDOL	-1.19 (0.90)	-41.04 (0)	$I(1)$
Log IBEX35	-2.02 (0.58)	-17.29 (0)	$I(1)$

Elaboración propia. P-valores entre paréntesis

En la Tabla 4.4 mostramos para cada variable los resultados del contraste de Dickey Fuller con el p valor entre paréntesis. Estos resultados han sido extraídos de las figuras comprendidas desde la Figura 4.11 hasta la Figura 4.20. Hemos obtenido que todas las variables son integradas de orden 1.

Dado que todas las variables son integradas de orden 1 vamos a analizar en primer lugar con el contraste de Engle-Granger si las variables están cointegradas. La regresión sería:

$$\begin{aligned} \text{LogMTSIBX}_t = & \alpha + \varphi_1 \text{LogMTSNDQ}_t + \varphi_2 \text{LogEURDOL}_t + \varphi_3 \text{LogHIERRO}_t \\ & + \varphi_4 \text{LogIBEX35}_t + u_t \end{aligned}$$

Para ello vamos a analizar la Figura 4.42 a y b donde claramente nos damos cuenta que no existe cointegración teniendo en cuenta que el punto crítico es -4.43 por lo que no hará falta aplicar un modelo con mecanismo de corrección del error. Dado que no están cointegradas, planteamos los modelos con las variables en primeras diferencias.

Por lo que los modelos que vamos a modelizar a continuación no miden el incremento de las cotizaciones sino la rentabilidad de la acción objeto de estudio. Al igual que en el caso de la variable en niveles, en este caso se han especificado y estimado diversos modelos cambiando el número de retardos de las variables donde los dos únicos modelos que mejor comportamiento tenían han sido los dos siguientes:

- Modelo 4:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{MTSIBX}_t = & \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln \text{MTSNDQ}_t + \beta_3 \Delta \ln \text{MTSNDQ}_{t-1} \\ & + \beta_4 \Delta \ln \text{MTSNDQ}_{t-2} + \beta_5 \Delta \ln \text{MTSNDQ}_{t-3} \\ & + \beta_6 \Delta \ln \text{MTSNDQ}_{t-4} + \beta_7 \Delta \ln \text{EURDOL}_t + \beta_8 \Delta \ln \text{EURDOL}_{t-1} \\ & + \beta_9 \Delta \ln \text{EURDOL}_{t-2} + \beta_{10} \Delta \ln \text{EURDOL}_{t-3} + \beta_{11} \Delta \ln \text{IBEX35}_t \\ & + \beta_{12} \Delta \ln \text{IBEX35}_{t-1} + \beta_{13} \Delta \ln \text{IBEX35}_{t-2} \\ & + \beta_{14} \Delta \ln \text{IBEX35}_{t-3} + \beta_{15} \Delta \ln \text{HIERRO}_t \\ & + \beta_{16} \Delta \ln \text{HIERRO}_{t-1} + \beta_{17} \Delta \ln \text{MTSIBX}_{t-1} \\ & + \beta_{18} \Delta \ln \text{MTSIBX}_{t-2} + \beta_{19} \Delta \ln \text{MTSIBX}_{t-3} \\ & + \beta_{20} \Delta \ln \text{MTSIBX}_{t-4} + V_t \end{aligned}$$

- Modelo 5:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \text{MTSIBX}_t = & \beta_1 + \beta_2 \Delta \ln \text{MTSNDQ}_t + \beta_3 \Delta \ln \text{MTSNDQ}_{t-1} + \\ & \beta_4 \Delta \ln \text{MTSNDQ}_{t-2} + \beta_5 \Delta \ln \text{EURDOL}_t + \beta_6 \Delta \ln \text{EURDOL}_{t-1} + \\ & \beta_7 \Delta \ln \text{IBEX35}_t + \beta_8 \Delta \ln \text{HIERRO}_t + \beta_9 \Delta \ln \text{MTSIBX}_{t-1} + \\ & \beta_{10} \Delta \ln \text{MTSIBX}_{t-2} + V_t \end{aligned}$$

A continuación analizaremos la Tabla 4.5 la cuál presenta un resumen de los resultados obtenidos de la estimación de los modelos así como de los contrastes comentados anteriormente para cada uno de ellos

Tabla 4.5: Estimaciones y contrastes de los modelos que han pasado alguna etapa del chequeo

<i>Variables</i>	Modelo 3	Modelo 4
β_1	0.0002 (0.192)	0.0002 (0.247)
$\Delta \ln MTSIBX_{t-1}$	-0.430 (0.006)	-0.384 (0.001)
$\Delta \ln MTSIBX_{t-2}$	-0.257 (0.051)	-0.178 (0.001)
$\Delta \ln MTSIBX_{t-3}$	-0.110 (0.284)	-
$\Delta \ln MTSIBX_{t-4}$	-0.038 (0.400)	-
$\Delta \ln MTSNDQ_t$	0.726 (0)	0.726 (0)
$\Delta \ln MTSNDQ_{t-1}$	0.460 (0.001)	0.430 (0.0002)
$\Delta \ln MTSNDQ_{t-2}$	0.290 (0.018)	0.226 (0)
$\Delta \ln MTSNDQ_{t-3}$	0.109 (0.315)	-
$\Delta \ln MTSNDQ_{t-4}$	0.032 (0.555)	-
$\Delta \ln EURDOL_t$	-0.636 (0)	-0.632 (0)
$\Delta \ln EURDOL_{t-1}$	-0.360 (0.024)	-0.329 (0.010)
$\Delta \ln EURDOL_{t-2}$	-0.147 (0.332)	-

$\Delta \ln EURDOL_{t-3}$	-0.148 (0.203)	-
$\Delta \ln IBEX35_t$	0.361 (0)	0.374 (0)
$\Delta \ln IBEX35_{t-1}$	0.031 (0.208)	-
$\Delta \ln IBEX35_{t-2}$	0.040 (0.136)	-
$\Delta \ln IBEX35_{t-3}$	0.052 (0.068)	-
$\Delta \ln HIERRO_t$	0.058 (0)	0.059 (0)
$\Delta \ln HIERRO_{t-1}$	0.008 (0.672)	-
CONTRASTES		
Breusch Pagan	7275.08 (0)	5999.26 (0)
Breusch Godfrey	9.59 (0.087)	30.107 (0)
Jarque Bera	83142.9 (0)	78348.1 (0)
Test de Reset Ramsey	140.434 (0)	130.438 (0)

Elaboración propia. Estimación MCO robusta a heterocedasticidad. Entre paréntesis presentamos los p-valores.

Ningún modelo supera la etapa de chequeo entera, lo mejor que hemos podido obtener es un modelo es que no presente autocorrelación. Hemos intentado obtener modelos que pasaran toda la etapa de chequeo probando con distintos retardos e incluyendo otras variables como el hierro y el níquel pero nos ha sido imposible.

Al igual que en los modelos anteriores un aumento de la rentabilidad de la acción cotizada en el NASDAQ, como un aumento producido en el logaritmo del precio del hierro o en la rentabilidad del IBEX35 provoca aumentos en la rentabilidad de ArcelorMittal cotizada en el IBEX35, mientras que un aumento del logaritmo de la relación euro dólar provoca una disminución en la rentabilidad de ArcelorMittal en el IBEX35.

También observamos que el efecto de las variables retardadas disminuye a lo largo del tiempo, es decir, los movimientos de ayer producen mayores fluctuaciones en nuestra endógena que los movimientos de hace dos días.

Como hemos comentado en la introducción es complicado utilizar la econometría con datos financieros diarios, pero quería aplicar los conocimientos aprendidos durante el grado a la bolsa aunque los modelos estudiados no son adecuados para este tipo de datos financieros de alta frecuencia, como hemos podido concluir de nuestro estudio ya que aplicando la econometría estándar estudiada en el grado de Economía no hemos sido capaces de encontrar un modelo libre de problemas, dada la gran volatilidad de la cotización de las acciones.

Llegado a este punto también se ha intentado identificar un modelo univariante con la metodología de Box-Jenkins, intentando explicar el comportamiento de la cotización de ArcelorMittal o de la rentabilidad de la misma con el pasado de la propia variable y la conclusión a la que se llegó es que las dos variables se comportan como un camino aleatorio, es decir, que la cotización de hoy es del día anterior más algo aleatorio. Aunque como se cita en Peña (2010)¹⁴, tampoco sería una metodología adecuada para este tipo de datos y se proponen modelos ARCH, GARCH y modelos de volatilidad estocástica para este tipo de datos.

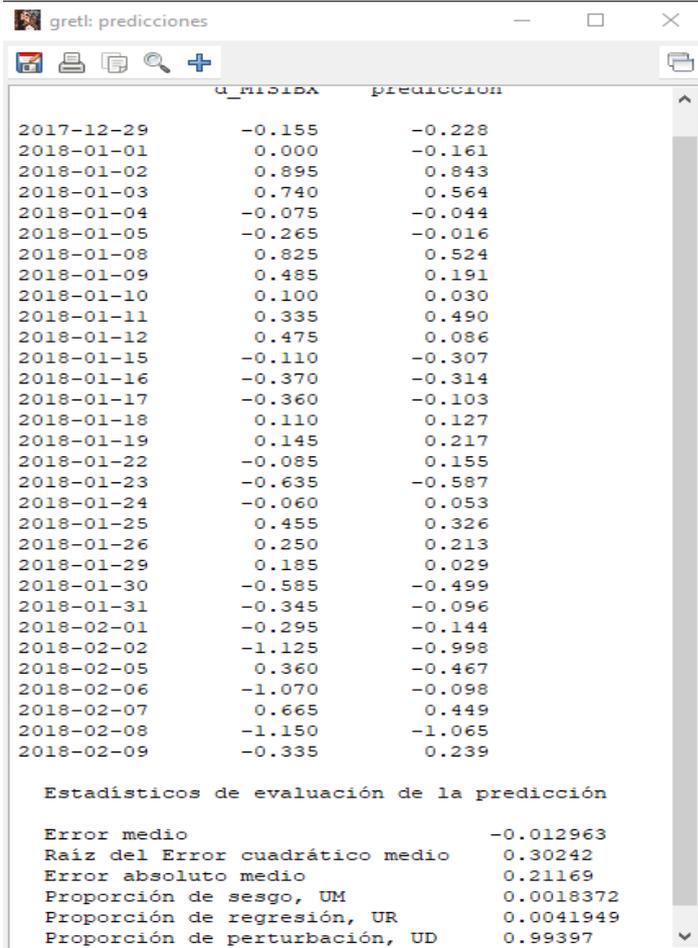
¹⁴ Peña,P. (2010) “*Análisis de series temporales*” (Alianz Editorial)

5. Predicción

Aún siendo conscientes de los problemas que presentan los modelos encontrados, vamos a seguir con nuestro objetivo de predecir valores futuros.

A continuación vamos a comparar las dos predicciones de los Modelos 3 y 4 ya que son los mejores que hemos podido obtener, hay que tener en cuenta que la predicción del Modelo 3 se referirá a la cotización, mientras que en la predicción del modelo 4 se referirá a rentabilidad. Para ello vamos a quitar las últimas 30 observaciones para poder hacer una previsión del comienzo de 2018 y poder analizar las diferencias entre los valores reales y los predichos con nuestros modelos.

Figura 5.1: Predicción del Modelo 3



	u_MISIA	prediccion
2017-12-29	-0.155	-0.228
2018-01-01	0.000	-0.161
2018-01-02	0.895	0.843
2018-01-03	0.740	0.564
2018-01-04	-0.075	-0.044
2018-01-05	-0.265	-0.016
2018-01-08	0.825	0.524
2018-01-09	0.485	0.191
2018-01-10	0.100	0.030
2018-01-11	0.335	0.490
2018-01-12	0.475	0.086
2018-01-15	-0.110	-0.307
2018-01-16	-0.370	-0.314
2018-01-17	-0.360	-0.103
2018-01-18	0.110	0.127
2018-01-19	0.145	0.217
2018-01-22	-0.085	0.155
2018-01-23	-0.635	-0.587
2018-01-24	-0.060	0.053
2018-01-25	0.455	0.326
2018-01-26	0.250	0.213
2018-01-29	0.185	0.029
2018-01-30	-0.585	-0.499
2018-01-31	-0.345	-0.096
2018-02-01	-0.295	-0.144
2018-02-02	-1.125	-0.998
2018-02-05	0.360	-0.467
2018-02-06	-1.070	-0.098
2018-02-07	0.665	0.449
2018-02-08	-1.150	-1.065
2018-02-09	-0.335	0.239

Estadísticos de evaluación de la predicción

Error medio	-0.012963
Raíz del Error cuadrático medio	0.30242
Error absoluto medio	0.21169
Proporción de sesgo, UM	0.0018372
Proporción de regresión, UR	0.0041949
Proporción de perturbación, UD	0.99397

Gráfico 5.1: Gráfico de la predicción del Modelo 3

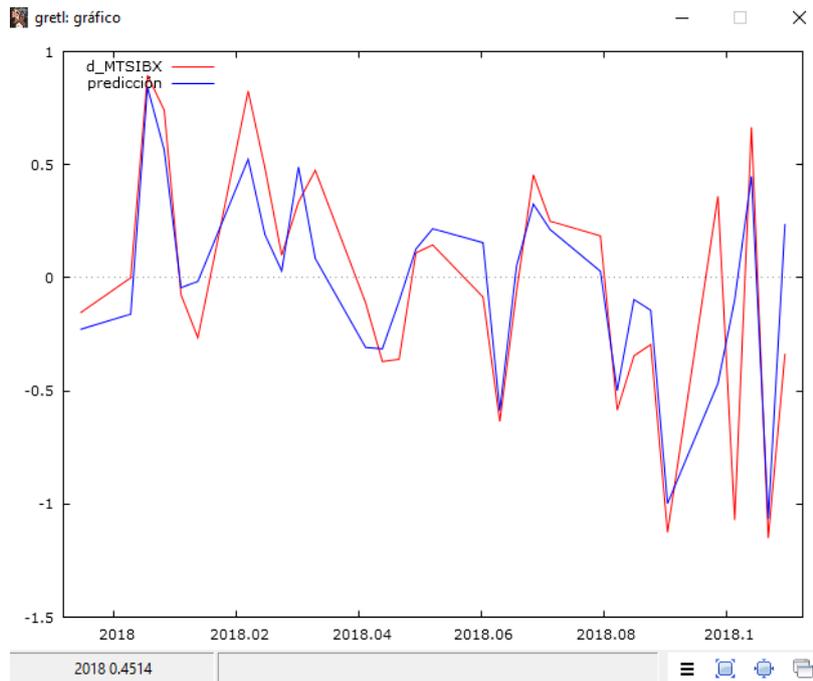
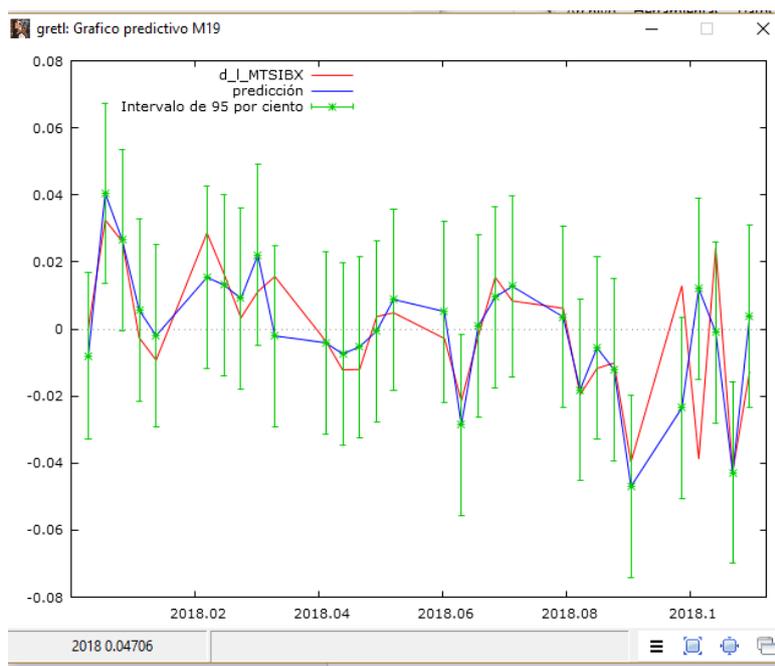


Figura 5.2: Predicción del Modelo 4

	d_l_MTSIBX	predicción	Desv. Típica	Intervalo de confianza 95%	
2018-01-01	0.000000	-0.007966	0.012674	-0.032827	-0.016894
2018-01-02	0.032498	0.040446	0.013771	0.013433	-0.067458
2018-01-03	0.026095	0.026528	0.013803	-0.000546	-0.053602
2018-01-04	-0.002614	0.005636	0.013807	-0.021448	-0.032719
2018-01-05	-0.009291	-0.001990	0.013809	-0.029076	-0.025096
2018-01-08	0.028645	0.015405	0.013809	-0.011683	-0.042492
2018-01-09	0.016465	0.013120	0.013810	-0.013968	-0.040208
2018-01-10	0.003361	0.009103	0.013810	-0.017985	-0.036191
2018-01-11	0.011179	0.022060	0.013810	-0.005028	-0.049148
2018-01-12	0.015639	-0.002072	0.013810	-0.029160	-0.025016
2018-01-15	-0.003600	-0.004124	0.013810	-0.031212	-0.022964
2018-01-16	-0.012205	-0.007430	0.013810	-0.034518	-0.019659
2018-01-17	-0.012020	-0.005306	0.013810	-0.032394	-0.021782
2018-01-18	0.003688	-0.000607	0.013810	-0.027695	-0.026481
2018-01-19	0.004841	0.008791	0.013810	-0.018297	-0.035880
2018-01-22	-0.002835	0.005202	0.013810	-0.021886	-0.032290
2018-01-23	-0.021437	-0.028512	0.013810	-0.055600	-0.001424
2018-01-24	-0.002050	0.000876	0.013810	-0.026213	-0.027964
2018-01-25	0.015438	0.009497	0.013810	-0.017591	-0.036585
2018-01-26	0.008382	0.012756	0.013810	-0.014332	-0.039844
2018-01-29	0.006158	0.003605	0.013810	-0.023483	-0.030693
2018-01-30	-0.019604	-0.018145	0.013810	-0.045233	-0.008943
2018-01-31	-0.011744	-0.005630	0.013810	-0.032719	-0.021458
2018-02-01	-0.010152	-0.012094	0.013810	-0.039182	-0.014994
2018-02-02	-0.039691	-0.046972	0.013810	-0.074060	-0.019884
2018-02-05	0.012873	-0.023568	0.013810	-0.050656	-0.003520
2018-02-06	-0.038759	0.012038	0.013810	-0.015050	-0.039126
2018-02-07	0.024265	-0.000996	0.013810	-0.028084	-0.026092
2018-02-08	-0.042340	-0.042893	0.013810	-0.069981	-0.015805
2018-02-09	-0.012679	0.003803	0.013810	-0.023285	-0.030891

Estadísticos de evaluación de la predicción	
Error medio	-0.00040171
Raíz del Error cuadrático medio	0.01426
Error absoluto medio	0.0093437
Proporción de sesgo, UM	0.00079352
Proporción de regresión, UR	0.11194

Gráfico 5.2: Gráfico de la previsión del Modelo 4



Finalmente observamos que tanto el error medio como el error absoluto medio son muy bajos en ambos modelos, aunque no los podemos comparar ya que unos se refieren a rentabilidades y otro a cotizaciones. Hemos de destacar que en la predicción del modelo 3 se ha acertado el signo del cambio en la cotización en 26 de las 30 observaciones mientras que la predicción del modelo 4 ha acertado el signo de 20 de las 30 observaciones por lo que ambos modelos podríamos decir que tienen una buena capacidad de predicción. Volvemos a insistir en que en este trabajo se ha trabajado con los conocimientos adquiridos en el grado de economía, mientras que hay otros tipos de modelos más adecuados para trabajar con datos de este tipo. En cuanto a la ruptura estructural en el modelo 4 nos encontramos con ruptura estructural tan solo en Febrero de 2018, esto es debido a que se produjo la mayor caída en los mercados desde el derrumbe de 2008 por lo que una noticia desfavorable, que no se tiene en cuenta en el modelo, nos ha empeorado la predicción, por esa razón deberíamos incluir alguna ficticia que recoja las noticias favorables y desfavorables para prevenir estas rupturas estructurales lo cual es complejo y difícil de predecir. ¹⁵

¹⁵ La noticia que ha hecho que se produjese esa ruptura en el 2018 es:

6. Conclusiones

El objetivo del trabajo era aplicar lo visto en las asignaturas de econometría en el grado de Economía para intentar predecir la cotización futura de ArcelorMittal cotizada en el IBEX35. Para ello hemos analizado la empresa ArcelorMittal, la cuál es una de las mayores acereras del mundo y hemos observado la evolución tanto de su análisis fundamental como del técnico. Todo esto, nos indica que la cotización de ArcelorMittal sigue la misma tendencia que la economía española, es decir, una caída de la cotización debido al estallido de la crisis económica y una posterior recuperación. Si nos fijamos en la cotización histórica la acción antes de la crisis cotizaba a 150 euros mientras que actualmente cotiza alrededor de 30 euros, estando actualmente en una tendencia alcista en la cuál existe la posibilidad de obtener un rendimiento invirtiendo en la acción.

Nos hemos encontrado con grandes dificultades al tratar con este tipo de datos financieros diarios ya que los modelos utilizados en el grado no son aplicables a este tipo de datos de alta frecuencia. Aún así hemos realizado un análisis univariante para ver si las variables eran estacionarias o no y posteriormente se han modelizado distintos modelos tanto en niveles como en logaritmos para intentar obtener un buen modelo que nos llevase a buenas predicciones.

Se han estudiado diversos modelos y no hemos podido encontrar ninguno que superase la etapa de chequeo por problemas de heterocedasticidad de ausencia de normalidad y especificación que podría corregirse con ficticias que fueran capaces de recoger el efecto de las noticias del día a día tanto favorables como desfavorables, lo cual resulta complicado.

“El precio del bono americano a diez años pasó de alrededor del 2,5 por ciento a casi el 3 por ciento. Una subida porcentual en torno al 20 por ciento, que explica el batacazo de los mercados. Con los bonos al 3 por ciento, muchos inversores optarán en el futuro por destinar una parte de sus ahorros a la renta fija en detrimento de la variable. Es decir, habrá dinero saliendo de las bolsas para aterrizar en los títulos del Tesoro americano.”

Amador G. Ayora *¿Por qué caen las bolsas?* (Redacción economista.es) 2018

Aunque los modelos no cumplen los requisitos deseables, las estimaciones obtenidas tienen sentido económico y concuerdan con las noticias citadas al principio del trabajo. Además se comprueba con las predicciones de las últimas treinta observaciones que tan solo en cuatro de estas observaciones existe ruptura estructural debido a una noticia desfavorable la cual hemos citado anteriormente.

La conclusión principal es que sería conveniente utilizar otros modelos como los GARCH los cuales se adaptan mejor al trabajar con datos diarios y que no han sido estudiados en el grado.

A pesar de que este modelo tiene varios problemas por la gran volatilidad que tiene una acción debido a cualquier noticia, quise comprobar por mi mismo si fijándome en estas variables que hemos escogido se podía obtener alguna rentabilidad económica, y casualmente a finales de 2017, es decir, al iniciar este curso académico todas las variables exógenas del modelo 3 eran favorables por lo que decidí comprar acciones de la empresa elegida. En tan solo tres meses la acción cotizó casi 6 euros por encima del valor a los que lo compré obteniendo una rentabilidad del 24.3% como podemos comprobar en la Figura 6.1 (en el anexo). Por lo que sí que creo que estas variables exógenas escogidas tienen un impacto en nuestra endógena, sin embargo soy consciente de la limitación de este tipo de modelos para modelizar el comportamiento de este tipo de variables tan volátiles.

Bibliografía y referencias

AYORA, AMADOR. (2018): *¿Por qué caen las bolsas?*

<http://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/8929576/02/18/Por-que-caen-las-bolsas.html>

CALAVIA, MIRIAM Y MARTIN, PABLO (2017): *Así afecta el pulso de las divisas a las empresas del IBEX35.*

https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/02/17/mercados/1487341178_792617.html

ENGLE R. F. y B.S. YOO (1987): *Forecasting and Testing in Cointegrated Systems.* Journal of Econometrics, 35, pp.143-59.

GALLÉN, PABLO (2018): *Acerinox, ArcelorMittal y Grifols se benefician del deshielo entre EEUU y China y lideran las alzas del Ibex.*

<https://www.estrategiasdeinversion.com/actualidad/noticias/bolsa-espana/acerinox-arcelormittal-y-grifols-se-benefician-n-396981>

IBIRICU, PAOLA. (2017): *ArcelorMittal es la compañía mas beneficiada por la subida del mineral de hierro.* <http://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/8540507/08/17/Arcelor-es-la-compania-mas-beneficiada-por-la-subida-del-mineral-de-hierro.html>

MARTÍN, PABLO. (2010): *Las compañías que más ganan con la caída del euro.*

https://cincodias.elpais.com/cincodias/2010/05/22/mercados/1274490101_850215.html

Página web de invertia:

<https://www.invertia.com> {Consulta: Diciembre 2017}

Página web del NASDAQ:

<https://www.nasdaq.com/es/symbol/mt/real-time> {Consulta: Diciembre 2017}

Página web de PcBolsa:

<https://pcbolsa.com/AnalisisFundamental/ArcelorMittal> {Consulta: Diciembre 2017}

Página web de ArcelorMittal:

<http://spain.arcelormittal.com/who-we-are/at-a-glance.aspx> {Consulta: Diciembre 2017}

PEÑA, P. *Análisis de series temporales*, Alianz Editorial, 2010.

SIMÓN, CARLOS. (2018): *Ha llegado a sumar casi 500 millones de euros en capitalización*. <http://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/8852029/01/18/ArcelorMittal-celebra-el-repunte-del-hierro-y-alcanza-maximos-de-agosto-de-2011.html>

VIDAL, CESAR. (2017): *ArcelorMittal, disparada en bolsa por la subida del hierro*. <http://www.bolsamania.com/noticias/empresas/arcelormittal-disparada-en-bolsa-por-la-subida-del-mineral-de-hierro--2523219.html>