



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Trabajo de Fin de
Grado

Impacto de las emisiones de carbono sobre el valor de las compañías del IBEX 35

Martín Núñez Vázquez

Julio 2022

Resumen

La tendencia de mercado hacia una economía baja en emisiones de carbono tiene, a todos los niveles, implicaciones de distinto tipo sobre el valor de la empresa. Primordialmente, la rentabilidad de activos y persecución de beneficios han de relacionarse con la sostenibilidad en función de la búsqueda de objetivos de este tipo. A la hora de analizar una relación específica, quizás lo más representativo sea la comparación del valor de la empresa con la fuente principal de contaminación actual y su evolución, es decir, rentabilidad de acciones y emisiones de gases de efecto invernadero. A través del análisis comparativo y econométrico de ambos parámetros, se persigue el objetivo de hallar alguna conexión entre estos conceptos económicos. Tras ver las relaciones en otros territorios y analizar literatura relacionada con el tema, se plantea un modelo que pueda delimitar y confirmar la posible implicación de estas emisiones sobre el valor de las empresas (su rentabilidad de acciones). Antes de plantear el modelo econométrico, se ve como el resultado esperado es que, efectivamente, en un mundo demandante de cambio en términos medioambientales, los inversores y, en general, el mercado, premia una tendencia de emisiones a la baja. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta la variedad en la muestra de datos. Desde empresas del sector petrolero hasta empresas de banca, siderurgia o servicios componen actualmente el IBEX 35, de este modo, la relación observada entre variables tiene que llevar consigo una interpretación socioeconómica, que tenga en cuenta la naturaleza de cada caso y trate de situar el marco temporal correctamente para cada una de ellas.

Índice

Resumen	2
Índice.....	3
Índice de tablas	4
Introducción	5
Conceptos Previos	8
Revisión de literatura	10
Metodología.....	17
Análisis de regresión	17
Resultados.....	20
Correlación entre las variables	20
Ecuaciones estimadas	21
Interpretación.....	22
Visión general	22
Contrastes de nulidad individual	24
R-cuadrados en la estimación	25
Conclusión	26
Bibliografía	29

Índice de tablas

TABLA 1: CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES	20
TABLA 2: RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES	23
TABLA 3: ESTADÍSTICOS T Y P-VALORES PARA CADA MODELO	24

Introducción

En los últimos años, se vienen sucediendo acuerdos públicos y privados de reducción de la huella de carbono y fijación de objetivos en términos de emisiones para empresas y gobiernos. Fruto de esta situación, todos los actores de cualquier economía han de adaptarse y sufrir cambios y consecuencias, en este caso, muy relevantes en el medio y largo plazo.

El ámbito de esta investigación es la observación, de forma cuantitativa, del efecto sobre el valor de la empresa de una transición hacia una economía baja en emisiones de carbono. Tras observar las declaraciones políticas, columnas de opinión en prensa, y corrientes de opinión de todo tipo, la posibilidad de mantener una rentabilidad alta mientras se llevan a cabo los ajustes en materia de sostenibilidad necesarios es, ciertamente, la hipótesis a plantear y la principal motivación para realizar esta investigación. En esta línea, y tratando de aclarar el objetivo y la finalidad de este trabajo, Castelló (2020) afirma en un artículo sobre la sostenibilidad como estrategia rentable que, ya desde el corto plazo, se obtiene un mejor desempeño de esta forma. De este tipo de hipótesis nace el interés por esta materia. Más allá de la disparidad de opinión en la misma, y la tendencia por parte de algunos colectivos de justificar las altas emisiones y, en general, los comportamientos que van en contra de la sostenibilidad de la industria, con la rentabilidad económica, se trata de demostrar que es posible conjugar ambos conceptos: sostenibilidad y rentabilidad.

Ampliando el marco general, y en cuanto a los objetivos del estudio, esta trata, de forma principal, de buscar relaciones directas entre los distintos tipos de alcances de las emisiones de carbono: alcance 1, alcance 2 y alcance 3 y el valor de mercado de las empresas. En concreto, los objetivos específicos que se proponen son los siguientes:

- Observar tendencias de emisiones de las distintas empresas a lo largo del tiempo.
- Comparar con su cotización buscando causas y factores externos a la sostenibilidad.
- Distinguir entre sectores de empresas más o menos contaminantes.
- Buscar explicaciones a las posibles relaciones observadas.

El conjunto de empresas a estudiar es el IBEX 35, es decir, las 35 compañías más importantes de España en términos de cotización de mercado. Los datos se extraen de forma íntegra de plataformas digitales, analizando informes de sostenibilidad y accediendo a su cotización diaria. Así, se examina el efecto de los diferentes tipos de emisiones sobre la rentabilidad de mercado de cada una de las empresas utilizando para ello datos anuales de los distintos tipos de emisiones. Para medir esta posible relación se emplea un análisis de datos de panel.

Como resultado del modelo propuesto se observa una leve relación positiva significativa entre emisiones de alcance 1, negativa con las de alcance 2 y nula en el caso de las más indirectas o de alcance 3. Más adelante se interpretan en detalle estos hechos, tratando de buscar explicaciones y posibles causas. De forma general, el observar una mayor rentabilidad bajo un mayor volumen de emisiones directas puede tener que ver con la actividad contaminante de importantes compañías en el IBEX 35, cuestión que se va a analizar en el siguiente apartado. Resulta positivo el segundo resultado, que sea más rentable contaminar menos siempre es un aspecto a tener en cuenta y un síntoma de percepción por parte de los inversores de este tipo de actividades sostenibles.

La literatura existente sobre el tema es abundante. Como parte fundamental del trabajo se analizan multitud de casos en los que las conclusiones son diversas y apuntan en muchos casos hacia una dirección común: el valor de la empresa y su comportamiento sostenible guardan relación. A partir de ahí, se introducen casos que ponen de manifiesto las diferencias entre territorios, ejemplificando en Europa y Estados Unidos, y viendo como en el ámbito europeo las actitudes sostenibles son más

importantes y están más valoradas. Se plantea también el ejemplo de Japón, país pionero en sostenibilidad. Otros conceptos, como fuga de carbono o riesgo de transición climática, son analizados en estudios similares de los que se extraen curiosas conclusiones, como la creciente huida de los inversores de productos financieros contaminantes. A través de esta serie de estudios previos se trata de crear un marco conceptual introductorio para el modelo, parte central del análisis.

Conjugando la literatura existente con la hipótesis planteada, este trabajo trata de añadir información de ámbito nacional. Aportando una visión simplificada a través de un modelo de regresión en el que las emisiones de los distintos alcances expliquen la evolución de la rentabilidad en las acciones de las empresas del IBEX 35. De este modo, se recurre a datos del pasado para analizar tendencias de futuro, viendo como los inversores valoran carteras sostenibles o como la actividad de las empresas sigue siendo contaminante pese a los constantes síntomas de deterioro medioambiental.

Antes de proceder a la explicación de conceptos relevantes de carácter más técnico, se especifica la estructura del estudio. Tras introducir el tema y acotar la amplitud del trabajo realizado, se definen unidades y términos empleados a lo largo de la investigación. En el siguiente apartado se establece el marco teórico sobre el que desarrollar la continuación del estudio. Una vez definido se analiza en detalle la literatura existente sobre la materia, citando artículos y otros documentos de interés de fuentes variadas y tratando de aportar una visión múltiple que cree cierta inquietud en el lector. Esta parte da paso al punto más técnico, explicando la metodología empleada para medir la hipótesis planteada y razonando el porqué de su elección. Así, se presentan los resultados para su análisis, interpretando los parámetros más relevantes y las dependencias más concretas. Para finalizar, en el apartado de conclusiones se trata de desarrollar lo anticipado en el párrafo anterior: la aplicación de los resultados en el panorama empresarial español, sus posibles motivos y tendencias para el futuro.

Conceptos Previos

Antes de realizar ningún análisis ni aportar ningún dato concreto, conviene acotar en cierto modo el concepto de emisiones y huella de carbono para una empresa. Se conoce como huella de carbono a «la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto» (Ministerio para la Transición Ecológica, 2022). Siguiendo la misma fuente, cuya fiabilidad en este campo está más que contrastada, se distinguen los siguientes tipos de alcances con el fin de clasificarlos:

- Alcance 1: emisiones que son responsabilidad directa de la compañía analizada en cuestión.
- Alcance 2: emisiones derivadas del consumo de energía de la organización y sus lugares asociados.
- Alcance 3: emisiones provenientes de actividades con relación indirecta a la empresa cuya medida no resulta tan sencilla.

Desde el año 1997, concretamente desde el Protocolo de Kioto, se establece que los gases de efecto invernadero son seis: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Con esta información, se pueden analizar los informes de sostenibilidad y emisiones de algunas de las empresas más importantes del país de diferentes mercados que cotizan en el IBEX 35.

En general, las emisiones de carbono de las empresas se miden a través de una unidad llamada CO₂ equivalente o dióxido de carbono equivalente: la emisión de

cualquier gas de efecto invernadero equivalente a una tonelada de esta molécula. De este modo, la fórmula más común para expresar esta relación es la siguiente:

$$\text{CO2 equivalente} = \text{masa del gas de efecto invernadero} \times \text{potencial del calentamiento global}$$

Esta última parte de la fórmula es un número que depende del gas en cuestión que se quiera analizar. Así, dependiendo de su capacidad de contaminación, algunos gases de los analizados serán más o menos dañinos.

Resulta relevante contextualizar en cierta medida el IBEX 35 y su relación con las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello, y utilizando un informe conjunto de las organizaciones Talento para el Futuro y el Observatorio de Sostenibilidad (2022), se aportan ciertos datos de interés para entender los resultados finales. En primer lugar, solamente 15 de las 35 empresas que lo componen publicaron un informe completo sobre sus emisiones (el resto omiten, por ejemplo, las emisiones de alcance 3). En cuanto a cifras totales, el IBEX 35 es responsable de, al menos, 76 millones de toneladas de CO2 equivalente de forma directa (alcance 1). 9 millones de la misma unidad se relacionan con el segundo alcance y, de forma más preocupante a la luz de los resultados obtenidos, 400 millones de toneladas de CO2 equivalente fueron emitidos, en el año de realización del informe, de alcance 3. Además de esto, y buscando nombrar aquellas compañías con mayor peso en la cantidad total de emisiones, conviene resaltar que tan solo 4 de ellas son responsables del 74 % del total. Estas son: Repsol, Naturgy, Iberdrola y Endesa. No resulta sorprendente teniendo en cuenta que todas se dedican al sector energético, vinculado siempre con altas emisiones y contaminación. Dentro de las mismas, destaca Repsol, con un 26 % acumulado. Para terminar de resumir este informe y aportar un marco general con el que se entiendan los resultados finales y su origen, destaca la medición de las emisiones de alcance 3, las empresas del sector financiero (banca de forma fundamental), presentan sus informes de emisiones, pero en ellos no detallan las emisiones de este alcance provenientes de sus inversiones de forma principal.

Revisión de literatura

Como parte fundamental de este análisis, se procede a la interpretación y extracción de conclusiones de estudios previos que puedan resultar relevantes. Dada la variedad de información al respecto, algunos de ellos tendrán cierta similitud en planteamiento y conclusiones, lo cual hará que estas tengan una mayor precisión. Para comenzar, y tratando de enmarcar la teoría económica detrás de la transición global a una economía baja en emisiones de carbono, un estudio realizado por Atteridge y Strambo (2020) proporciona ciertas directrices en el ámbito de esta transición que conlleva una serie de hechos económicos y afectaciones a otras variables que serán analizadas más adelante. Según este estudio, el futuro camina hacia la creación de nuevas oportunidades económicas y beneficios conjuntos, a medida que las transiciones a economías bajas en emisiones de carbono avanzan. Teniendo en cuenta la asimetría de esta transición, la inclusión de estudios referidos a otros países y la posibilidad de incluir datos diversos resultará ser un factor clave en el transcurso del análisis propuesto. Sin embargo, esto puede tener una doble interpretación que ha sido estudiada y contrastada por varios autores. Por un lado, se abre un enorme abanico de posibilidades de negocio, rentabilidad y, en general, desarrollo económico. Por otro, para aquellas empresas o países más dependientes de una industria o actividad altamente contaminante, el riesgo financiero avanzará exponencialmente conforme la consciencia de los inversores crezca y las restricciones y exigencias del planeta empujen a un cambio transversal.

El estudio de Bolton y Kacperczyk (2021) analiza la relación de afectación entre emisiones de carbono y las cotizaciones en el mercado de valores de Reino Unido. De su estudio se concluye que el inversor sí valora positivamente la reducción en la huella de carbono, pero hay que tener en cuenta que una mayor actividad empresarial lleva consigo una mayor densidad de contaminación para compañías de sectores altamente

contaminantes, como el energético. En este análisis se plantea el siguiente modelo de regresión de datos de panel:

$$\text{«RET}_{i,t} = a_0 + a_1 \text{LOG (TOT Emissions)}_{i,t} + a_2 \text{Control}_{si,t-1} + \mu_t + \varepsilon_{i,t}\text{»},$$

Donde la variable dependiente se refiere a la rentabilidad bursátil de i (cada compañía) en un mes t , y el término emisiones representa alternativamente los tres alcances analizables. Se introducen variables de control y, agrupando los errores estándar a nivel de empresa y año, se concluye la significatividad positiva en la relación entre las variables observadas y se confirma así la hipótesis inicial. Profundizando más, se divide este análisis en emisiones de alcance 1, 2 y 3, y se observa una relación positiva, mayor en el 3 que en el 2 y en el 2 que en el 1. Si se tiene en cuenta que las emisiones de alcance 3 son las más difíciles de medir, controlar y, en definitiva, reducir, se podría extraer una doble conclusión de este resultado. Por un lado, y de forma pesimista, el remedio es más costoso y variable en el objetivo perseguido de transición hacia una economía baja en emisiones de carbono. Por otro, debe crecer el interés de todas las empresas de atacar el problema en el punto más crucial, el comúnmente conocido por su nombre en inglés como scope 3 o alcance 3.

Volviendo al análisis cualitativo, el concepto de fuga de carbono puede resultar sin duda interesante para este estudio. Teniendo en cuenta las distintas restricciones de los países alrededor del mundo, puede darse la situación de que multitud de empresas decidan abandonar su territorio de producción u operación buscando unas políticas más laxas en esta materia. Sin lugar a duda, esto puede afectar al valor de las empresas más importantes del IBEX 35. A modo de ejemplo, y dada la disponibilidad de información en la economía del País Vasco, se observa que «en el modelo input output el sector refino representa el 1,02 % de los ingresos que se recaudan por esta vía. Sin embargo, al eliminarse este sector, la economía en su conjunto experimenta una disminución de este indicador de 1,86 %, del orden de más de 6,5 millones de euros» (Duque, 2018). Si bien es cierto que este estudio no pone el foco en la relación directa entre emisiones y rentabilidad, objetivo principal de este, puede resultar de ayuda para entender el comportamiento en las empresas del IBEX 35, que serán los valores para analizar más adelante en esta investigación. Para simplificar la interpretación, el impacto económico

es asimétrico para las distintas empresas. Ha de tenerse en cuenta, además de los distintos alcances anteriormente explicados e introducidos y posteriormente desarrollados como variables explicativas, que el impacto no va a ser el mismo para compañías del sector energético, que representan un vínculo más estrecho con las emisiones, que para el sector de la banca, cuya actividad principal no es tan contaminante. Así, el foco debe centrarse en las primeras, responsables de un mayor volumen de emisión de kilotoneladas de carbono (equivalente) a la atmósfera, sin perder de vista que las demás pueden incurrir en las anteriormente mencionadas emisiones de alcance 3, tan difíciles de medir y reducir.

Centrando ahora el foco en el apartado financiero y buscando el análisis del desempeño económico de las empresas, el estudio «Climate transition risk, profitability and stock prices» de Reboredo y Ugolini (2022) estudia la relación entre el mayor o menor riesgo de la empresa ante la transición a una economía baja en emisiones de carbono, su desempeño financiero y el precio de cotización de mercado. En este estudio, y antes de analizar el tema central, se llega a una curiosa conclusión al dividir en 5 quintiles las empresas polarizando riesgo de carbono y comparando su ROA, ROE y EBITDA. Las empresas con un riesgo de carbono menor suelen reportar mayores beneficios, tanto en Europa como en Estados Unidos. Se observa como esta tendencia se mantiene además comparando otras variables económicas. Aquí, como diferencia principal con Estados Unidos, se observa cómo, a la hora de relacionar el riesgo de carbono con el valor de mercado, este es menos sensible en EE. UU., aguantando más o menos estable hasta el tercer quintil, al contrario que en Europa, donde el primero ostenta una gran diferencia con los demás. Esta diferencia de sensibilidad puede tener que ver con multitud de factores como la legislación, las prioridades de inversión o la fortaleza económica interior.

En la misma línea de estudio de relación entre cambio climático y mercados de activos, surge el estudio realizado por Giglio *et al.* (2021). En él, puntualiza como tema central la incertidumbre (tanto sobre el cambio climático como sobre el desarrollo de la economía) y trata la relación entre cambio climático y sus derivados con distintos factores económicos. Sin ir más lejos, contrasta empíricamente y confirma que, a la hora

de determinar precios de activos, se ha de tener en cuenta la variable ambiental. Yendo un poco más allá, y hablando de mercados inmobiliario e hipotecario, se observan cada vez más teorías que los vinculan. En un ejemplo sacado directamente del estudio se establece que un aumento del nivel del mar derivado de las acciones del ser humano (huella de carbono, emisiones en general, etc.), sin duda afectará al valor de los bienes inmuebles y su posible vínculo con los terrenos en los que están construidos.

Larraz *et al.* (2022) continúan con la misma orientación econométrica y publican un análisis en el que estudian si una reducción de gases de efecto invernadero en empresas familiares resulta en una mayor rentabilidad o ventaja. Es cierto que en el análisis de este trabajo ya se incluyen conclusiones muy interesantes como las extraídas por Delmas *et al.* (2015), quienes establecen que una empresa con mayores emisiones en Estados Unidos se relaciona directamente con una mayor rentabilidad. Contrariamente, Busch *et al.* (2020) sugieren que, si se analiza el mismo hecho para Europa, los resultados son totalmente diferentes, el mercado premia la reducción de emisiones indudablemente. Este resultado es totalmente lógico y halla su explicación en las restricciones y diferencia de política de sanciones entre ambos territorios. Es por esto por lo que se ha de tener en cuenta la realización en España de este análisis, un país líder en el contexto europeo en materia de energías renovables y quizás no tanto en concienciación medioambiental, pero cuyas políticas sí están más enfocadas a la sostenibilidad en comparación con Estados Unidos. Más adelante, y a la hora de analizar los datos estadísticos obtenidos, las conclusiones de este último artículo son muy esperanzadoras: «hemos encontrado evidencias empíricas que confirman el comportamiento medioambientalmente más responsable de las empresas familiares respecto de las empresas no familiares, y una relación positiva de este comportamiento con la rentabilidad económica, de donde concluimos que existen beneficios económicos derivados de la inversión ambiental en las empresas familiares» (Larraz *et al.*, 2022). Este hecho será comprobado más adelante para las compañías más grandes del país; aquellas que componen el IBEX 35.

Para el estudio de la rentabilidad a largo plazo de posibles productos financieros, Anderson *et al.* (2016) desarrollan una estrategia dinámica para inversores pasivos a

largo plazo que permite el control de la huella de carbono. A través de un mecanismo de inversión sencillo, se consigue conjugar rentabilidad y sostenibilidad.

Reboredo y Otero (2021), cambian el punto de vista hacia el inversor y analizan en qué medida este está concienciado con el riesgo climático. Se concluye que, en general, los inversores tratan de huir del riesgo de transición climática. Continuando con este último concepto, Berkman *et al.* (2016), se refieren a la relación entre este riesgo y el valor de mercado de las compañías. La conclusión se alinea con el estudio anterior y afirma que aquellas empresas con un riesgo de transición climática alto suelen tener un valor de mercado menor. Estos dos últimos estudios, combinados, sugieren una interesante conclusión cuya consistencia es mayor al juntarlos, puesto que existe una percepción negativa general con respecto al cambio climático y esto se ve reflejado en los mercados de valores.

Añadiendo variedad a la información previa, Saka y Oshika (2014) realizan un estudio con el objetivo de analizar el impacto de las emisiones de carbono en el valor corporativo de empresas en Japón. Parecido al estudio citado anteriormente y llevado a cabo por Larraz *et al.* (2022), este trata el tema desde el punto de vista japonés, observando curiosas diferencias y semejanzas. En primer lugar, se trata de un país pionero en exigir información periódica de grandes empresas en términos de emisiones a partir de un cierto umbral, además, premia vía subvenciones el aprovechamiento y reutilización energética, convirtiéndolo en un líder mundial en producción y venta de baterías solares, automóviles híbridos y uso del transporte público por parte de la población (Mesa Rivera y Villa Tamayo, 2016). La conclusión confirma una relación negativa entre el volumen de emisiones y el valor de mercado de las acciones. Este dato resulta realmente esperanzador con el objetivo global de reducción en este ámbito y todo lo relacionado con la Agenda 2030 y sus implicaciones. Gracias a políticas de sanciones, fomento de energías renovables y reciclaje energético, es posible que las empresas contribuyan al bien común de reducción en la huella de carbono (Saka y Oshika, 2014).

Después de haber analizado varios puntos de vista para la resolución final de este estudio, cabe mencionar que otra gran cantidad de trabajos son susceptibles de ser

analizados y tenidos en cuenta para llegar a una conclusión firme y fundada al respecto del tema propuesto. En este caso, y dado que en España aún no es obligatorio para las empresas publicar el total de sus emisiones de carbono (medida que se espera que entre en vigor este mismo año), Maram y Radu (2020) analizan el impacto económico de la obligatoriedad de publicar este tipo de informes de emisiones que tuvo lugar en Canadá en el año 2004. En esta medida, aquellas compañías o instalaciones responsables de la emisión de más de 100 kilotoneladas de carbono se ven obligadas a publicar el dato. A partir de este hecho, se utiliza como herramienta de análisis una versión modificada del modelo de Ohlson, se trata de un modelo financiero desarrollado en 1980 y que intenta predecir la quiebra o el posible desgaste financiero de una empresa. A grandes rasgos, está basado en la teoría de valoración de mercado: la capacidad para generar flujos de efectivo determina el valor de la empresa. Se concluye que, por cada tonelada adicional de gases de efecto invernadero emitida, el valor de las empresas cae en 548 \$, y 35 \$ para entidades altamente contaminantes (Maram y Radu, 2020). En general, resulta bastante interesante el análisis de este estudio porque demuestra la necesidad y utilidad de intervención en este ámbito económico-empresarial por el bien común. Comparando estos hechos con los mencionados anteriormente, opuestos en otros países con distinta organización política, se observa cómo el mercado por sí solo relaciona emisiones con valor de empresa de forma positiva y perjudicial para el medio.

Esta vez, para cambiar la visión y centrar la mira en el futuro, se establece que la relación entre rentabilidad económica y responsabilidad medioambiental puede resultar atractiva desde diversos puntos de vista para la inversión. Según un estudio realizado por Lacruz Moreno (2015), existen razones variadas para pensar en el objetivo de sostenibilidad medioambiental como mecanismo de inversión a largo plazo. En primer lugar, y en cuanto al desempeño directo, se comprueba que prácticas socialmente responsables derivan en tasas de rendimiento superiores a las esperadas, además de que suelen significar una reducción de costes, fruto de una mejora técnica y de optimización.

El reciclaje de materiales previos o el uso de energías más limpias llevan a un producto final de mayor calidad percibida o, al menos, más atractivo en el mercado.

Para cualquier marca en la actualidad, resulta crucial con el objetivo de atraer inversión. En esta línea, el ser capaz de transmitir una imagen corporativa de responsabilidad social, sin duda resulta en una ampliación en las capacidades de crecimiento. Por último, y en cuanto a beneficios indirectos, la adopción de este tipo de políticas hoy en día se suele beneficiar de mejoras fiscales y ayudas gubernamentales. Aunque se observen grandes diferencias entre países en esta materia, es cierto que, por lo general, las políticas de este tipo se fomentan cada vez más.

Una vez analizada la literatura previa, se plantean las siguientes hipótesis para las empresas del IBEX 35:

- La rentabilidad de las acciones de las distintas compañías pueden estar explicadas en cierta medida por sus emisiones.
- Los distintos tipos de emisiones afectan en diferente grado a la rentabilidad.
- Es posible que un menor grado de emisiones afecte positivamente a la rentabilidad.
- El alcance 1 es el más relevante para explicar el comportamiento de la rentabilidad al relacionarse con emisiones directas.

Ahora, para comprobarlas, se plantea un modelo de regresión posteriormente explicado que permita sacar conclusiones propias de este estudio, dentro del marco teórico establecido en este análisis.

Al incluir las empresas más grandes de entre las que cotizan en bolsa, el IBEX 35 representa una gran cantidad del total de emisiones del país. Además, concentra aquellas compañías que más datos y transparencia aportan al respecto, de ese modo, el modelo presentado a continuación puede resultar más representativo de la realidad.

Metodología

Análisis de regresión

Se estudian cuantitativamente las influencias sobre la rentabilidad del IBEX 35 de las emisiones de las compañías que lo componen utilizando para ello un modelo de regresión de datos de panel. El número total de observaciones es $T=420$ observaciones, siendo los datos extraídos de la base de datos general del IBEX, excepto los de rentabilidad, que fueron calculados manualmente.

En primer lugar, los datos anuales se agrupan en una tabla en la que se van a representar los precios de cierre (último día del año) de cotización de cada empresa del IBEX 35, junto con sus emisiones de alcances 1, 2 y 3 para el periodo comprendido entre 2011 y 2022. A continuación, se calcula la rentabilidad de cada una de las empresas para ese periodo, que va a ser, luego, la variable dependiente del modelo. Para calcularla, se divide el logaritmo neperiano del precio de cierre del año x entre el del año $x-1$. Para poder obtener el dato en el año 2011 será necesario el precio de cierre del año anterior, 2010. Una vez organizados todos los datos en una tabla en Excel, se plantean 5 modelos econométricos que estudian la relación entre la rentabilidad como variable dependiente y las emisiones de alcances 1, 2 y 3 como variables explicativas. Con esta forma, la estimación a realizar es, respectivamente, la siguiente (siendo i cada una de las empresas del IBEX y t el año):

- Modelo 1: $\text{Rentabilidad}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{scope1}_{i,t} + \beta_2 \text{scope2}_{i,t} + \beta_3 \text{scope3}_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$
- Modelo 2: $\text{Rentabilidad}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{scope1}_{i,t} + \beta_2 \text{scope2}_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$
- Modelo 3: $\text{Rentabilidad}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{scope1}_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$
- Modelo 4: $\text{Rentabilidad}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{scope2}_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$

- Modelo 5: $\text{Rentabilidad}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{scope3}_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$

Al plantear estas cinco alternativas, se busca analizar respectivamente la relación entre rentabilidad y cada tipo de emisiones, además, en el modelo 1 se incluyen los 3 alcances, y en el modelo 2 las de alcances 1 y 2.

Estableciendo los datos en un orden más claro, aunque se repita con la introducción, se trata de que este modelo econométrico planteado sea más sencillo de interpretar para el lector:

- Variable explicativa scope 1: son conocidas también como emisiones de alcance 1 o emisiones directas. Se recogen aquí los datos de aquellas emisiones de gases de efecto invernadero producidas por fuentes bajo la propiedad de la propia compañía.
- Variable explicativa scope 2: son conocidas también como emisiones de alcance 2 o emisiones indirectas. En ellas se recogen aquellas que se pueden considerar adquiridas por la empresa en cuestión, esto es, aquellas que no son la actividad directa de la empresa.
- Variable explicativa scope 3: son conocidas también como emisiones de alcance 3, y son más emisiones de carácter indirecto que pueden producirse a lo largo de la cadena de valor de la empresa analizada.

En cuanto a la técnica estadística empleada para el análisis de regresión, se utiliza el modelo de panel, que combina características de las series de tiempo con análisis de sección cruzada. Presenta ciertas ventajas que llevan a escogerlo frente a otras posibilidades debido a su adaptación a la tabla de datos inicialmente planteada:

- Controla los efectos individuales, al comparar multitud de datos en un mismo panel, tiene en cuenta diferencias individuales inobservables en el estudio. Esto es de gran ayuda cuando, como es el caso, falta algún dato concreto en el período de tiempo.
- Tiene la capacidad de incluir un gran número de observaciones, concretamente, 420 en este caso. Esto aporta amplitud y consistencia al modelo.

- Controla la heterogeneidad no observada, esto es, al emplear esta técnica, se reduce la influencia que puede tener la omisión de variables explicativas relevantes para el modelo.
- Presenta mayor eficiencia que los modelos de corte transversal, se pueden controlar errores individuales específicos de cada unidad.

Para la estimación, se va a emplear el método de Mínimos Cuadrados Ordinario (MCO), que sirve para calcular parámetros en una regresión lineal. El objetivo principal de este método es la búsqueda de una tendencia que minimice la suma de los residuos al cuadrado entre los valores observados y los que dicho modelo predice.

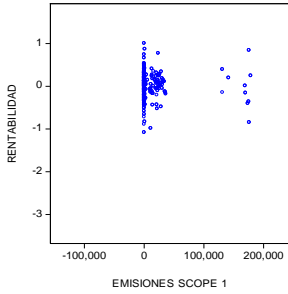
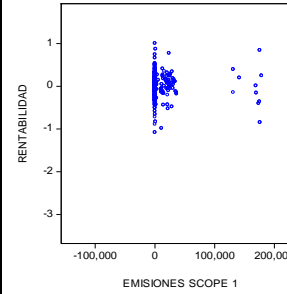
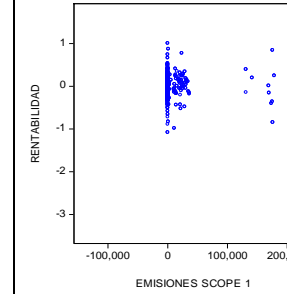
Este método de estimación está basado en ciertos supuestos e hipótesis mencionables con anterioridad al análisis de los resultados obtenidos. Se supone linealidad entre las variables incluidas, ausencia de correlación perfecta entre los alcances de las emisiones (las variables explicativas), ausencia de multicolinealidad grave y normalidad de los errores observados. Esta estimación se realiza utilizando el programa EVIEWS.

Resultados

Correlación entre las variables

Una vez realizado el modelo, se procede al análisis de los resultados obtenidos en su estimación econométrica. Para comenzar, se observa en la siguiente tabla la correlación entre la rentabilidad y las variables introducidas (emisiones de alcances 1, 2 y 3). Se incluyen en la tabla dos elementos: los gráficos de dispersión de cada uno de los alcances con respecto a la rentabilidad y, tras observar que no se sacan grandes conclusiones de estos, se incluyen los coeficientes de correlación lineal justo debajo.

Tabla 1: Correlación entre las variables

Rentabilidad – Emisiones tipo 1	Rentabilidad – Emisiones tipo 2	Rentabilidad – Emisiones tipo 3
		
Coeficiente de correlación lineal entre la rentabilidad y las emisiones		
-0.02264	-0.07783	-0.00220

Para sacar alguna conclusión de estos resultados, el coeficiente de correlación lineal representado abajo se refiere al coeficiente de correlación de Pearson, este varía entre los valores -1 y 1. Se calcula como el cociente entre la covarianza de las variables y el producto de las desviaciones estándar de cada una de ellas. Un resultado de 1 indicaría una correlación lineal perfecta positiva, lo cual haría pensar que las variables están perfectamente correlacionadas y que aumentan de la misma manera. Por el contrario, un resultado de -1 indicaría una correlación perfecta, pero negativa. En este caso, cuando una aumentase, la otra disminuiría. Como se puede observar en los resultados estimados debajo de los gráficos, todos los valores están bastante próximos a 0. Esto quiere decir que la relación no es muy grande y significativa, lo cual puede considerarse dentro de la normalidad teniendo en cuenta que hay multitud de factores que influyen en la fluctuación de la cotización de las acciones y su rentabilidad. Dentro de esta tónica general, las más influyentes sobre la rentabilidad son las emisiones de tipo 2. Indudablemente, no es muy grande la correlación entre estas y la rentabilidad, pero sí mayor que en las otras, además de negativa, lo que indica que un descenso en las emisiones aumenta la rentabilidad de las acciones de las empresas del IBEX 35.

Ecuaciones estimadas

En segundo lugar, y antes de analizar con más profundidad la estimación, se estiman las ecuaciones anteriormente planteadas, dando lugar a los siguientes resultados:

- Modelo 1: $\text{Rentabilidad}_t = 0.022456 + 1.99E-06 \text{ scope1}_t - 2.44E-05 \text{ scope2}_t - 2.08E-07 \text{ scope3}_t + \varepsilon_t$
- Modelo 2: $\text{Rentabilidad}_t = 0.023641 + 1.87E-06 \text{ scope1}_t - 2.38E-05 \text{ scope2}_t + \varepsilon_t$
- Modelo 3: $\text{Rentabilidad}_t = 0.019572 - 2.07E-07 \text{ scope1}_t + \varepsilon_t$
- Modelo 4: $\text{Rentabilidad}_t = 0.02507 - 7.37E-06 \text{ scope2}_t + \varepsilon_t$
- Modelo 5: $\text{Rentabilidad}_t = 0.012650 - 1.13E-08 \text{ scope3}_t + \varepsilon_t$

Interpretación

A continuación, se interpretan estos resultados bajo la estimación de cada modelo, puntualizando que, al referirse a aumentos unitarios en las emisiones, estos significan crecimientos de una kilotonelada, unidad empleada en el modelo para todas las variables explicativas.

- Modelo 1: en este caso, un aumento unitario en las emisiones de alcances 1, 2 y 3, producen las siguientes variaciones en la rentabilidad de las acciones en términos absolutos: aumento en $1.99E-06$, reducción de $2.44E-05$ y $2.08E-07$ respectivamente.
- Modelo 2: al aumentar una unidad las emisiones de alcance 1, la rentabilidad de las acciones crece en $1.87E-06$ unidades, mientras que al aplicar el mismo efecto con las de alcance 2, ésta cae en $2.38E-05$.
- Modelo 3: cuando las emisiones de alcance 1 aumentan en una unidad, la rentabilidad cae en $2.07E-07$ unidades.
- Modelo 4: este aumento unitario, en este caso en las emisiones indirectas o de alcance 2, produce una caída de la rentabilidad de $7.37E-06$ en el regresando.
- Modelo 5: por último, una unidad adicional de emisiones de alcance 3; hace caer la rentabilidad en $1.13E-08$ puntos.

Visión general

La siguiente tabla muestra la estimación por MCO del modelo:

se acepta la hipótesis nula, por el contrario, se acepta la alternativa. En la Tabla 3 se indican también los estadísticos t de los distintos modelos de la estimación. Estos valores son producto de dividir cada coeficiente entre su error estándar, que es, en la Tabla 2, el que está representado debajo de cada valor entre paréntesis. Estos estadísticos t sirven para medir la magnitud de la diferencia en relación con lo que varían los datos analizados en la muestra; esto es, cuanto mayor sea la magnitud de t, mayores las pruebas o indicios que nieguen la hipótesis nula de los contrastes de nulidad individual.

Tabla 3: Estadísticos t y p-valores para cada modelo

		MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4	MODELO 5
c	Estadístico t	1.228949	1.419345	1.147364	1.515081	0.72938
	p-valor	0.2201	0.1568	0.2521	0.1308	0.4663
Emisiones 1	Estadístico t	1.676322	1.682041	-0.375498		
	p-valor	0.0948	0.0936	0.7075		
Emisiones 2	Estadístico t	-2.101439	-2.150696		-1.38244	
	p-valor	0.0365	0.0323		0.1678	
Emisiones 3	Estadístico t	-0.441343				-0.023838
	p-valor	0.6593				0.981

Contrastes de nulidad individual

Esto consiste en un procedimiento estadístico que sirve para comprobar, en este caso, si cada variable explicativa incluida en cada modelo es significativa para explicar el comportamiento del regresando, común a todos ellos: la rentabilidad.

En esta línea, se plantean contrastes de nulidad individual para cada variable explicativa y modelo, siendo las siguientes hipótesis las aplicadas:

- H0: el regresor observado no es significativo para explicar el comportamiento de la rentabilidad de las acciones.
- H1: el regresor observado es significativo para explicar el comportamiento de la rentabilidad de las acciones.

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula (H0), se comparan los p-valores de cada modelo con el nivel de significación requerido.

De este modo, resulta llamativo que, para niveles del 5 % de significación, las emisiones de tipo 2 resultan relevantes para explicar el comportamiento y evolución de la rentabilidad de las acciones del IBEX 35 en los modelos 1 y 2. Esto, sin duda, demuestra que estas emisiones comúnmente conocidas como indirectas, son valoradas por los inversores de forma negativa y, además, pueden generar gastos para las empresas que hagan que su rentabilidad caiga. Las posibilidades son grandes pero la relación negativa entre emisiones de tipo 2 y rentabilidad parece ser real.

R-cuadrados en la estimación

Interpretando los R-cuadrados obtenidos, y enmarcando antes el concepto de forma teórica, este concepto hace referencia al coeficiente de determinación, medida estadística que indica la proporción de variable dependiente que viene explicada por las variables explicativas y, en general, por el modelo estimado. De este modo, en todos los casos este coeficiente es francamente bajo. Este hecho concuerda con la estimación y su interpretación teórica. Tratando de explicar la rentabilidad de acciones utilizando como variable dependiente de forma única las emisiones de carbono, se analiza su relación particular, pero no se pretende explicar de forma íntegra su comportamiento. Así, se omiten multitud de variables relevantes que resultarían en una explicación mucho más precisa de ser incluidas aquí.

Conclusión

A la luz de los resultados obtenidos, se confirma una relación concreta entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el valor de la empresa. En este sentido, los resultados varían en función de los distintos alcances explicados a lo largo del estudio. En resumen, existe una relación positiva significativa ente regresando y regresor para las emisiones de alcance 1, negativa para las emisiones de alcance 2; y no se observa una relación a tener en cuenta para las de alcance 3.

Esto puede tener su explicación en multitud de factores relevantes. En primer lugar, y sabiendo que las emisiones de alcance 1 son responsabilidad directa de la empresa que las genera, tiene cierta lógica que la rentabilidad de sus acciones crezca con ellas. Pese a que se vienen implementando multitud de políticas de protección medioambiental, estas no evitan que muchas compañías cuya actividad principal es altamente contaminante cesen su principal fuente de ingresos. De este modo, entidades como Repsol o Naturgy, mencionadas en el contexto de este trabajo, llevan a cabo actividades que producen una densa cantidad de emisiones y gases contaminantes. Es por esto por lo que el encontrarse en una saludable situación económica conlleva una mayor producción y, con ella, una clara tendencia al alza en esta variable.

Por el contrario y de forma optimista, resulta ciertamente esperanzador observar que las emisiones de tipo 2 presenten una relación negativa con la rentabilidad de las acciones. En este caso, esto se puede deber a multitud de factores y su contexto cobra una gran importancia. El cambio climático supone un reto enorme y, cada día más, la población lo tienen en cuenta a la hora de tomar decisiones de consumo. Los inversores se decantan cada vez más por carteras enfocadas a productos como bonos verdes o empresas pioneras en este campo. Además de esto, las políticas gubernamentales en

todo el mundo y, de forma más exhaustiva, en Europa, avanzan hacia el cumplimiento de acuerdos medioambientales y de reducción de emisiones, además del fomento mediante subvenciones y políticas favorables hacia el sector privado. Y, al contrario, impuestos al carbono, límites de emisiones o requisitos de informes ambientales pueden resultar en penalizaciones al desempeño financiero.

Volviendo al origen del término, las emisiones de alcance 2 hacen referencia de forma genérica a la energía adquirida y, aunque lo anterior sin duda refleje una realidad positiva, estas también tienen mucho que ver con el tipo de energía utilizado y su precio, si bien es cierto que la amplitud de este análisis de regresión puede ampliarse incluyendo en el panel más datos o recurriendo a variables de control que analicen la significación general del planteamiento inicial, el concepto es, sin duda importante, y estableciendo este rango de posibilidades, la lectura no es sencilla ni unidireccional en todo caso.

La ausencia de una relación de afectación significativa entre las emisiones de alcance 3 y la rentabilidad de las acciones de las principales compañías españolas (IBEX 35), también es relevante para el análisis. Las razones pueden ser muchas, pero principalmente, se deben a la amplitud del término analizado. En ellas, se incluyen multitud de casos que no se relacionan directamente con las compañías ni son directamente adquiridas. Por tanto, se incluyen datos bastante diversos. Desde la contaminación del coche corporativo de un empleado de banca hasta el efecto de la compra de bienes de producción contaminantes en su origen o fabricación. Con relación a este último caso, cabe destacar también la dificultad de controlarlas. Muchas veces este tipo de emisiones escapan del control de las empresas, ya que dependen de sus proveedores, o de su contexto externo con variables tan difusas como el clima. La amplitud de la cadena de suministro también dificulta el proceso de medición de estas emisiones, al tener lugar en muchos pasos y con relación a multitud de factores, no hay una guía general para categorizarlas y su elaboración se antoja casi imposible. Generalmente, estas emisiones han de ser vistas a futuro, tratando de adoptar políticas sostenibles y actitudes adecuadas que hagan que, en el largo plazo, y como consecuencia de la forma general de adaptarse al mercado nacional, se reduzcan por su

propio peso. Por lo tanto, la gestión efectiva de esta situación, sin duda, genera beneficios comunes. Si bien cualquiera de estas explicaciones, o todas a la vez, pueden explicar la ausencia de relación, un nuevo planteamiento del modelo puede dar otros resultados y augurar un cambio en esta tendencia.

Para concluir, y tras analizar en profundidad datos económicos y medioambientales de las empresas del IBEX 35, las tendencias son importantes para explicar hechos económicos. Sin embargo, para cambiarlos son necesarias nuevas perspectivas. Para reducir la huella de carbono de las empresas hay que contar con la percepción de los consumidores y ha de apostarse por una política innovadora en esta materia, respetuosa con el medioambiente y cada vez más implicada en su salud. Esta nueva transición y su relación con el valor de la empresa puede ser abordada desde multitud de puntos de vista y, a través de este análisis, un enfoque clásico trata de dar una visión cuantitativa y cualitativa.

Bibliografía

- Andersson, M., Bolton, P. y Samama F. (2016). Hedging climate risk. *Financial Analysts Journal*, 72(3), 1-20. <https://www0.gsb.columbia.edu/faculty>
- Atteridge, A. y Strambo, C. (2020). Seven principles to realize a just transition to a low-carbon economy. *SEI policy report* 4-19. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2020/06/seven-principles-for-a-just-transition.pdf>
- Berkman, H., Jona, J., Soderstrom, N. (2022). Firm-Specific Climate Risk and Market Valuation. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2775552
- Bolton, P. y Kacperczyk, M. (2021). Do investors care about carbon risk? *Journal of Financial Economics*, 142(2), 517-549. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304405X21001902?via%3Dihub>
- Busch, T., Johnson, M. y Pioch T. (2020). Corporate carbon performance data: Quo vadis? *Journal of Industrial Ecology*, 26 (1), 350-363. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jiec.13008>
- Castelló, V. (17 de agosto de 2020). La sostenibilidad, estrategia rentable para las empresas. *El País*. <https://elpais.com/economia/estar-donde-estes/2020-08-17/la-sostenibilidad-estrategia-rentable-para-las-empresas.html>
- Delmas, M. A., Lim, J. y Nairn-Birch, N (2015). Dynamics of Environmental and Financial Performance: The Case of Greenhouse Gas Emissions. *Organization and Environment*, 28(4), 374-393. <https://www.jstor.org/stable/pdf/26164744>.
- Duque, S. E. (2018). Exposición de la economía vasca a una transición hacia una economía baja en emisiones de carbono (Trabajo de Fin de Master, Universidad

- de Cantabria). Repositorio institucional de la Universidad de Cantabria. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/15428/ELDEBALDUQUESANDRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gallizo Larraz, J. L., Moreno Gené, J. y Sánchez Pulido, L. (2022). ¿Existe una vinculación entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la rentabilidad de las empresas familiares?. *Cuadernos Prácticos de Empresa Familiar*, 9, 5-18. <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/5eb1ca96-b3cc-45d8-8551-06a90e48db0f/content>
- Giglio, S., Kelly, B. y Stoebel, J. (2021). Climate finance. *Annual Review of Financial Economics*, 13, 15-36. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-financial-102620-103311>
- Lacruz Moreno, F. F. (2005). La empresa ambientalmente responsable. Una visión de futuro. *Economía*, 21, 39-58. <https://www.redalyc.org/pdf/1956/195617349003.pdf>
- Maram, S. y Radu, C. (2021). The value relevance of reported carbon emissions. *Journal of Management and Governance*, 30, 347-377. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10997-020-09547-5>
- Mesa Rivera, S. C. y Villa Tamayo, M. A. (2016). La política ambiental japonesa y la movilización de industrias por la protección ambiental. *Revista digital Mundo Asia Pacífico*, 5 (8), 43-50. <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/14830/document%20%2831%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2022). *Huella de carbono de una organización*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/huellacarbono-conceptosbasicos-tcm30-478999.pdf>
- Oshika, T. y Saka, C. (2014). Disclosure effects, carbon emissions and corporate value. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 22, 22-45.

https://www.researchgate.net/publication/262901070_Disclosure_effects_carbon_emissions_and_corporate_value/link/6303359aceb9764f721566ff/download

Otero, L. A. y Reboredo, J. C. (2021). Are investors aware of climate-related transition risks? Evidence from mutual fund flows. *Science direct*, 189, 107148. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800921002068#:~:text=Highlights&text=We%20report%20evidence%20that%20mutual,be%20an%20undesirable%20fund%20feature.&text=Investors%20allocate%20more%20money%20to,lower%20climate%2Drelated%20transition%20risk>.

Reboredo, J. C. y Ugolini, A. (2022). Climate transition risk, profitability and stock prices. *International Review of Financial Analysis*, 83, 102271.

Talento para el Futuro y Observatorio de Sostenibilidad. (20 de diciembre de 2021). *Informe CO2 IBEX 35 de emisiones de gases de efecto invernadero de las 35 empresas del IBEX*. <https://www.observatoriosostenibilidad.com/2022/01/16/co2-ibex-35/>