

**Finanzas sostenibles y su contribución a la mitigación del cambio climático**

Manuela Díaz Restrepo  
Sofía Saldarriaga Taborda

Escuela de Finanzas, Economía y Gobierno, Universidad EAFIT

Asesora:  
Sandra Constanza Gaitán

2022

## **Resumen**

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, especialmente de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), se incrementaron a partir del desarrollo de la Revolución Industrial. El mundo se encuentra en un momento decisivo para tomar acciones y mitigar los efectos negativos que esto trae para todos los agentes de la economía. Por lo anterior, para las compañías se ha vuelto prioridad tomar acciones en sus procesos productivos e inversiones para aportar a la recuperación del medio ambiente. Este trabajo analiza si las empresas que hacen parte del S&P500 y que aplican criterios Ambientales, Sociales y de Gobierno (ESG) contribuyen a la reducción de las emisiones de carbono. Mediante un modelo de panel de datos los resultados muestran que hay una relación inversa entre las empresas que aplican los criterios ESG y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## **Palabras clave**

Cambio climático, ESG, Finanzas sostenibles, inversiones.

**Contenido**

1. Introducción .....	4
2. Marco teórico y conceptual.....	5
2.1 Cambio climático .....	6
2.2 Environmental, Social and Governance (ESG).....	8
2.3 Contextualización de finanzas sostenibles en el mundo financiero .....	9
2.4 Índice S&P500 .....	12
3. Metodología y Datos.....	14
4. Resultados .....	17
5. Análisis de resultados .....	18
6. Conclusiones .....	19
7. Referencias.....	21

## 1. Introducción

El cambio climático es una problemática que surgió tras el comienzo de la Revolución Industrial y ha cobrado gran relevancia e interés desde el inicio del siglo XXI debido a que tiene un alto impacto en los diferentes agentes económicos. De hecho, diversas entidades internacionales han propuesto acciones como el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados en el año 2005 y 2015, respectivamente, con la finalidad de mitigar las emisiones de carbono que tienen la mayor participación en los gases de efecto invernadero.

Desde los años 60 se desarrolló el concepto de finanzas sostenibles y en los últimos años los inversionistas han buscado más activos enfocados en la sostenibilidad. También, las compañías han tomado acciones encaminadas a la mitigación del cambio climático por medio de la implementación de los criterios ambientales, sociales y de gobierno corporativo, ESG por sus siglas en inglés, que para la literatura son una medida para evaluar las finanzas sostenibles.

Según la literatura analizada por autores como Azmi et al. (2021); Plastun et al. (2020); Soler-Dominguez et al. (2020) se evidencia que la aplicación que se le ha dado a los criterios ESG en las finanzas sostenibles está encaminada a determinar el beneficio económico que trae aplicar los criterios en la gestión de las estrategias de inversión. Sin embargo, no hay estudios que muestren si la aplicación de estándares ESG tienen efectos positivos en el cambio climático. Por lo tanto, este trabajo busca aportar a la literatura un enfoque diferente basado en el análisis de los efectos que tiene el uso de los criterios ESG en la mitigación del cambio climático por medio de las emisiones de carbono.

Se utilizan datos de las compañías pertenecientes al índice S&P 500 que corresponden a las 500 empresas más grandes de Estados Unidos y son una muestra relevante para evaluar la importancia del uso de los criterios ESG en las compañías. De hecho, Estados Unidos es uno de los países con mayores niveles de emisión de CO<sub>2</sub> aportando aproximadamente el 25% del total de las emisiones en el mundo (Unión de Científicos Conscientes, 2022a).

Este trabajo analiza si las empresas pertenecientes al índice S&P500 que aplican los criterios ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ESG) contribuyen a la reducción de las

emisiones de carbono a partir del establecimiento del Protocolo de Kioto en el año 2005. Para esto se explica la relevancia que ha adquirido el cambio climático en años recientes y el riesgo que conlleva para la economía no tomar acciones enfocadas a la reducción de las emisiones de carbono por medio de la revisión de literatura.

Luego se discute la importancia y beneficios de la implementación de los criterios ESG en la transición hacia una economía sostenible teniendo en cuenta las iniciativas propuestas por las entidades internacionales en pro de la mitigación del cambio climático. Y finalmente, se realiza un modelo de panel de datos para estimar la relación entre factores ESG y cambio climático.

Los resultados muestran que hay una relación inversa entre la calificación ESG y las emisiones de CO<sub>2</sub> por lo que podemos afirmar que los esfuerzos de las compañías del S&P500 por implementar acciones en sus procesos productivos y adoptar inversiones amigables con el medio ambiente son efectivas y están teniendo un impacto ambiental real.

Este trabajo continúa con la sección 2 correspondiente al marco teórico y conceptual en el cual se hace una contextualización del cambio climático, las acciones que han tomado organismos internacionales, y sus efectos en la economía. Luego, se presenta la explicación de los criterios ESG, además, se hace una contextualización de las finanzas sostenibles en el mundo financiero y finalmente una descripción de la composición del S&P500. Por otro lado, la tercera sección presenta la descripción de la metodología y los datos empleados. En la cuarta sección se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo del modelo econométrico, seguido del análisis de los resultados y finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

## **2. Marco teórico y conceptual**

El cambio climático es una problemática que ha adquirido gran relevancia en el siglo XXI debido a que afecta negativamente a todos los agentes de la economía. Por esta razón, las finanzas sostenibles se han vuelto prioridad dentro de la investigación de las finanzas, ya que los inversionistas se han preocupado por aportar a la mitigación del cambio climático. En este apartado, se comenzará explicando qué es el cambio climático, qué se ha hecho para disminuir los

Gases de Efecto Invernadero (GEI) y los efectos económicos que conlleva. Luego se definirán los criterios ESG y se contextualizarán las finanzas sostenibles en el mundo financiero. Finalmente se ampliará sobre el índice S&P 500, cómo está compuesto y la importancia que tiene para los inversionistas y por ende ser una buena muestra para el trabajo investigativo.

## **2.1 Cambio climático**

El cambio climático es una problemática que ha crecido desde su surgimiento en la Revolución Industria y afecta a todos los agentes de la economía. A partir de este evento histórico, los procesos de producción que se implementaron trajeron como consecuencia un aumento en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y por ende en la temperatura media mundial (Agencia EFE, 2016). Según las Naciones Unidas (n.d.) el mundo está en un punto decisivo para buscar alternativas y mitigar los efectos del cambio climático como la amenaza en la producción de alimentos, el aumento en el nivel del mar, sequías, entre otros. Si no se toman acciones ahora será más costoso y difícil adaptarse en el futuro.

Es por esto que organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han implementado estrategias para que los países en conjunto tomen medidas sobre la mitigación de esta problemática. Las estrategias más relevantes son la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, n.d.).

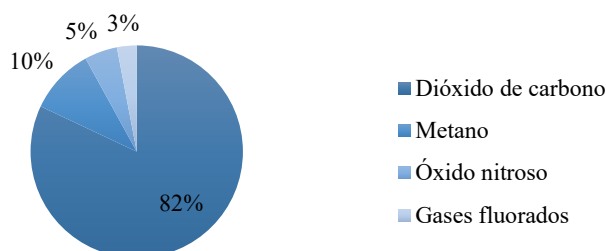
Para este trabajo se tomará como punto de referencia el Protocolo de Kioto el cual fue aprobado en 1997 e implementado en el año 2005 por parte de los países desarrollados. Este fue uno de los primeros momentos en los que se habló sobre tomar acciones para mitigar el cambio climático por medio de la reducción de los GEI. A través de la adopción de políticas los países industrializados deben reducir sus emisiones en 5% en comparación a los niveles de 1990 (United Nations Climate Change, n.d.).

Es importante aclarar que los GEI no son negativos, de hecho, son necesarios para la supervivencia de los seres vivos. El problema radica en que, a causa de actividades humanas como la deforestación, la agricultura a gran escala y la industrialización se han acumulado excesivamente

en la atmósfera, lo cual contribuye al aumento de la temperatura media mundial. Los GEI están compuestos por Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) y Gases fluorados y el efecto que tienen cada uno de estos gases sobre el cambio climático depende principalmente de la cantidad que hay en la atmósfera, cuánto tiempo permanecen en esta y con qué fuerza la afectan (United States Environmental Protection Agency [EPA], n.d.).

Se evidencia que los países más desarrollados como Estados Unidos adoptaron sistemas económicos basados en combustibles fósiles aportando así al aumento de la temperatura en una mayor medida por la necesidad de cubrir el consumo per cápita que es cada vez mayor. De los 20 países con mayores tasas de emisiones de CO<sub>2</sub> entre 1750 y 2020 por combustibles fósiles y cemento Estados Unidos tiene una participación del 25% lo que equivale aproximadamente a 400.000 Megatonnes de CO<sub>2</sub> (Unión de Científicos Conscientes, 2022b). En la gráfica 1 se muestra la composición de los GEI en Estado Unidos para el año 2017, evidenciando que las emisiones de CO<sub>2</sub> son las que más aportan al cambio climático.

**Gráfica 1. Composición Gases de Efecto Invernadero en Estados Unidos 2017**



Fuente: Elaboración propia con datos de USEPA

El cambio climático tiene grandes efectos económicos para los países. Según el Banco Mundial (2021) si no se controla esta problemática 132 millones de personas se verán expuestas a la pobreza en los próximos 10 años. Además, en términos monetarios, los desastres naturales tienen un costo aproximado de USD 180.000 millones anuales para países emergentes por daños en infraestructura y USD 390.000 millones anuales por afectaciones tanto a familias como empresas. Por otro lado, se podría generar un desplazamiento de 216 millones de personas para 2050.

Para IBERDROLA (n.d.) los efectos socioeconómicos del cambio climático son el desplazamiento de poblaciones, descenso en la producción de alimentos y por ende un aumento en su precio, aumento de la pobreza, propagación de enfermedades, dificultad en el acceso de agua potable, conflictos por acceder a los recursos naturales que se volverán limitados y costos de adaptación de zonas costeras por aumento en el nivel del mar. Es por esto, que las empresas que contaminan en mayor medida deben compensar esa externalidad negativa que generan por medio de impuestos. Stern (2007) afirma que “las emisiones de gases de efecto invernadero son el mayor fallo del mercado que el mundo haya visto”.

## **2.2 Environmental, Social and Governance (ESG)**

El origen del término ESG se remonta a la Guerra de Vietnam en 1960, donde estudiantes que protestaban en contra de la guerra, pedían que las universidades pararan de invertir en compañías de armamento. Luego, el hecho se siguió repitiendo, y el descontento y los boicots de grandes compañías sudafricanas que participaban del Apartheid, hicieron que el uso de la terminología de inversión sostenible se volviera popular, y que las empresas se volvieran más conscientes de sus estrategias de gestión. Debido a esto, la inversión sostenible se ha vuelto sumamente importante por factores como el cambio climático, la diversidad, la deforestación, el bienestar social, entre otros factores. Los tres criterios que se requieren para que una inversión pueda ser considerada como sostenible, son el ambiental, social y de gobierno corporativo (ESG)(Townsend, 2020).

Las siglas ESG significan en inglés E: Environmental, S: Social y G: Governance. La parte ambiental hace referencia al impacto que tienen las actividades que desempeña una compañía directa o indirectamente en el medio ambiente. La parte social hace referencia al impacto que tiene la compañía en un entorno y en una comunidad. La parte de gobernanza hace referencia al gobierno corporativo de la empresa, por ejemplo, a la composición y diversidad de su consejo de administración, las políticas de transparencia en su información pública, o sus códigos de conducta (Álvarez, 2021).

De acuerdo con la literatura que relaciona los criterios ESG con el cambio climático, se puede decir que, en general, los artículos hacen énfasis en el desempeño financiero que puede tener una inversión sostenible sobre el valor de una compañía o el precio de una acción. Como se

menciona en el artículo de Matsumura et al. (2014), las empresas que divulgan sus emisiones de carbono presentan una menor penalización por parte de los mercados, y en cambio, a las empresas que no divulgan sus emisiones de carbono, se les impone una penalización aun mayor que a las anteriores.

Por otro lado, autores como Sullivan (2010) indican que, tras haber realizado un estudio basado en el análisis de 125 empresas pertenecientes a las más grandes de Europa, encuentran que, los objetivos corporativos relacionados a la disminución de la emisión de GEI están desalineados con los objetivos trazados por la Unión Europea. Adicionalmente, se encontró que, aunque fuera más factible que las compañías que tenían estrategias más sólidas en cuanto al manejo de la reducción de las emisiones se desempeñaran mejor, solo una minoría de estas logra reducciones considerables. Autores como Soler & Marcé (2018), refuerzan esta teoría al decir que los instrumentos actualmente utilizados para mitigar los efectos del cambio climático son insuficientes e inadecuados, sin embargo, según la literatura revisada no se han encontrado estudios que midan la relación entre finanzas sostenibles y su efecto en la mitigación del cambio climático a través de los GEI.

La literatura encontrada nos lleva a pensar que debido a que la métrica de la calificación ESG incorpora el aspecto ambiental y para los agentes económicos se ha vuelto un aspecto relevante mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> en su cadena de producción, se plantea la siguiente hipótesis:

*Existe una relación negativa entre las empresas pertenecientes al índice S&P 500 que aplican los criterios ESG y las emisiones de CO<sub>2</sub>.*

### **2.3 Contextualización de finanzas sostenibles en el mundo financiero**

Bajo los estatutos y los mecanismos del Protocolo de Kioto para la reducción de los GEI, se encuentra el mecanismo de desarrollo limpio, el cual, genera e incentiva el desarrollo y crecimiento sostenible al permitir que los países en desarrollo se beneficien de actividades que generen créditos de reducción de emisiones certificadas (CER)<sup>1</sup>, en donde cada una de los CER es equivalente a la reducción de 1 ton de CO<sub>2</sub>. Al mismo tiempo, estos certificados pueden ser comercializados y

---

<sup>1</sup> CER por sus siglas en ingles Certified Emission Reduction es una medida de emisión, definida por el CDM Clean Development Mechanism

vendidos en el mercado de manera regional, nacional o internacional a países desarrollados, ayudándoles de manera flexible a alcanzar el objetivo de reducir las emisiones de carbono generando un impacto positivo social y ambiental (UNFCCC, 2021).

Según Frohmann (2013) las empresas que desean saber su impacto en el cambio climático implementaron el cálculo de la huella de carbono, el cual es un indicador que mide la cantidad de GEI que las compañías emiten en sus procesos productivos y en algunos casos en el ciclo de vida completo de sus productos. Este indicador se mide en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> (t CO<sub>2</sub>e) para poder expresar las emisiones de los distintos GEI en una unidad de medida común. Para muchas compañías realizar estas mediciones y hacerlas públicas traen beneficios ya que tener este tipo de información permite que se mejoren los procesos productivos, lo cual las hace más eficientes y por ende competitivas. Además, los productos que se pueden clasificar como verdes tienen ventajas en términos de marketing y a veces reciben un mejor precio.

Las emisiones se pueden clasificar como directas e indirectas. Para poder medirlas las compañías definen qué tipo de emisiones van a tener en cuenta en su cálculo por lo que existen 3 alcances. El alcance 1 (scope 1) incluye todas las emisiones directas, es decir, las que provienen de la empresa y son controladas por la misma. Por otro lado, el alcance 2 (scope 2) incluye las emisiones indirectas que se relacionan con la energía que consume la empresa. Por último, el alcance 3 (scope 3) también incluye las emisiones indirectas, pero en esta se considera el ciclo de vida del producto con toda su cadena productiva (Frohmann, 2013).

Es de interés conocer los casos de las cuatro compañías de mayor representación del índice S&P 500 en términos de estrategias sostenibles, lo que permite evidenciar la importancia que ha adquirido para las empresas tomar acciones para contribuir con la mitigación del cambio climático y el valor agregado que esto les genera.

Muchas empresas han empezado a concientizarse y a buscar mejores métricas ESG. Un ejemplo es el caso de Microsoft, en el cual se busca alcanzar un equilibrio entre el mundo empresarial y el mundo ambiental. Ejemplos como las inversiones en organizaciones innovadoras en frentes como la reducción de emisiones de carbono, manejo de aguas y economías circulares. Dichas inversiones en 2020 ascendieron a los 129 millones de dólares (Microsoft, 2020). Así mismo, Microsoft ha buscado invertir en proyectos aledaños al negocio de Microsoft como lo son

los santuarios de animales en los que han invertido cerca de 30 millones de dólares. Microsoft como otras empresas están buscando mejorar las prácticas empresariales para tener un crecimiento más sostenible.

Otro caso de inversión social es el caso de Apple, empresa que, así como Microsoft cotiza en la bolsa y está incluido en el S&P 500. Dado su tamaño e importancia en el mercado global, Apple ha buscado invertir en el gobierno corporativo específicamente en sus sedes de India en las que ha invertido cerca de 161,253,659 INR para mejorar el crecimiento consciente de la compañía (Apple India Private Limited, 2019). Por otro lado, los casos más generales de Apple en el reporte CSR (Corporate Social Responsibility) que entregan al final de cada año dan cuenta sobre lo que se encuentran haciendo para mejorar las situaciones complejas a nivel mundial. De acuerdo con el reporte, los objetivos de Apple se centran en las tres P's (personas, planeta y progreso). Para lograr esto buscan implementar auditorías de terceros para garantizar un buen gobierno corporativo y buenas prácticas empresariales (Ceil, 2018).

Tesla en su informe de impacto para el año 2020 comparte las estrategias y beneficios ambientales con las que disminuye sus emisiones de CO<sub>2</sub>. De hecho, la compañía tiene como objetivo aportar en la transición hacia la energía sostenible por medio de sus productos. En el 2020 su flota mundial de vehículos y paneles solares permitieron a sus clientes evitar la emisión de 5.0 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, están buscando mejorar el ciclo de vida de sus productos, es decir, que en cada etapa de este se utilicen menos recursos naturales, que haya seguridad para los clientes y empleados y que los productos se vuelvan más asequibles para los consumidores y de esta forma aportar en mayor medida a la reducción en la emisión de GEI ya que se ha vuelto un tema central para sus partes interesadas el impacto ambiental (Tesla, 2020).

Alphabet cuya principal filial es Google, en su reporte ambiental del 2021 describe la forma en la que la compañía está adoptando medidas ambientales y para mejorar su impacto ya que uno de sus valores fundamentales es la sostenibilidad. Sus cinco pilares para lograrlo son diseñar centros de datos eficientes, promover energía libre de carbono, crear lugares de trabajo sostenible, construir mejores dispositivos y servicios y capacitar a los usuarios con tecnología. Algunos de los logros en las últimas décadas en términos de sostenibilidad son: en 2007 se volvió neutral en carbono para sus operaciones, en 2017 igualó el 100% de su electricidad anual con energías

renovables, en 2020 emitieron USD 5.75 billones en bonos de sostenibilidad, la cual ha sido la mayor emisión de bonos verdes en la historia (Google, 2021).

## 2.4 Índice S&P500

El índice S&P500 incluye las 500 principales empresas de Estados Unidos y tiene una capitalización total de mercado de USD 38,937,172.48 millones, por lo que abarca aproximadamente 80% de la capitalización de mercado disponible. Este índice es considerado como la mejor medición de acciones de alta capitalización del país y tiene un rendimiento aproximado de 15% anual (Dow Jones, 2022). En la tabla 1 se pueden observar las 10 empresas más importantes del índice.

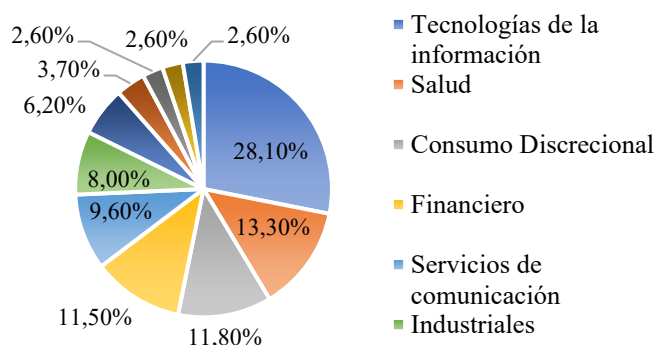
**Tabla 1. Top 10 constituyentes S&P 500**

<b>Constituyente</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Sector</b>
Apple Inc.	AAPL	Tecnologías de la información
Microsoft Corp	MSFT	Tecnologías de la información
Amazon.com Inc	AMZN	Consumo Discrecional
Alphabet Inc A	GOOGL	Servicios de comunicación
Alphabet Inc C	GOOG	Servicios de comunicación
Tesla, Inc	TSLA	Consumo Discrecional
Nvidia Corp	NVDA	Tecnologías de la información
Berkshire Hathway B	BRK.B	Financiero
Meta Platforms, Inc. Class A	FB	Servicios de comunicación
Unitedhealth Group Inc	UNH	Salud

Fuente: Elaboración propia con datos de S&P Global

La importancia de este índice radica en que tiene una gran disponibilidad de datos y es una representación del mercado de Estados Unidos el cual explica la mayor parte del mercado de valores a nivel mundial. Si la economía estadounidense se expande esta incentiva los mercados de capitales del resto del mundo, además, las inversiones basadas en índices han aumentado y este indicador es una buena fuente de investigación y referencia para los inversionistas. En la gráfica 2 se puede ver cómo se componen las diferentes industrias del S&P500 (Edwards, 2018).

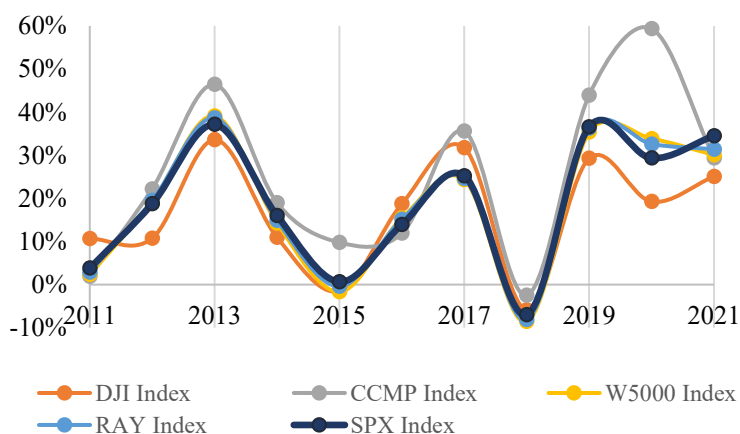
**Gráfica 2. Composición Industrial S&P 500**



Fuente: Elaboración propia con datos de S&P Global

Todos los índices financieros de Estados Unidos presentan alta rentabilidad como se puede observar en la gráfica 3. El índice Nasdaq es el más rentable entre los 5 más importantes de Estados Unidos, pero es el más riesgoso. El Dow Jones es el índice menos riesgoso, pero a su vez es el menos rentable como se puede ver en tabla 2. El índice que tiene mejor rendimiento a un riesgo moderado es el S&P 500 reforzando la importancia de este.

**Gráfica 3. Comparación Rentabilidades Índices (2011-2021)**



Nota: DJI Index hace referencia al índice Dow Jones, CCMP Index hace referencia al índice Compuesto NASDAQ, W5000 Index hace referencia al índice Wilshire 5000, Ray Index hace referencia al índice Russell 3000 y SPX Index hace referencia al índice S&P 500.

Fuente: Elaboración propia con datos de Bloomberg

**Tabla 2. Rentabilidades promedio y Riesgos promedio diferentes Índices (2011-2021)**

	<b>SPX Index</b>	<b>DJI Index</b>	<b>CCMP Index</b>	<b>W5000 Index</b>	<b>RAY Index</b>
<b>Rendimiento</b>	18.99%	16.61%	25.18%	18.51%	18.84%
<b>Riesgo</b>	18.32%	18.03%	21.35%	18.71%	18.73%

Fuente: Elaboración propia con datos de Bloomberg

### 3. Metodología y Datos

Como se ha explicado anteriormente, las métricas ESG se han vuelto cada vez más importantes, por ende, es necesario que las compañías publiquen sus datos de forma transparente, precisa y comparable para poder realizar análisis certeros sobre la información ESG. Para el debido cumplimiento de este objetivo, se usarán los datos de Refinitiv, el cual es un proveedor global de datos financieros e infraestructura, pues es la herramienta que abarca una base de datos amplia de ESG al cubrir más del 80% del mercado de capitales global a través de 500 diferentes métricas de ESG con datos históricos desde el año 2002.

Los reportes de información ESG son actualizados semanalmente, y los puntajes definitivos son desde 5 años para atrás a partir del último año fiscal. El modelo de puntuación que realiza Refinitiv<sup>2</sup>, tiene en cuenta dos medidas ESG. La primera es llamada Puntaje ESG, el cual mide el desempeño de este basado en datos reportados verificables de dominio público. La segunda, el puntaje ESGC, el cual sobrepone la información con las controversias ESG para proveer una evaluación del impacto sostenible de una compañía. El objetivo con esta medida es descontar el desempeño ESG basado en la información de los medios que sea negativa. Por lo tanto, cuando una compañía está relacionada con controversias ESG, el puntaje ESG total es calculado como el promedio ponderado del puntaje ESG y el ESG de controversias por periodo fiscal con las recientes controversias reflejadas en el último periodo completado. Por ende, cuando una compañía no se encuentra relacionada con controversias ESG, el puntaje ESG es igual al puntaje ESGC.

<sup>2</sup> Las métricas ESG, ESGC, son tomadas de REFINITIV (2022)

El puntaje ESG se compone de tres pilares: Ambiental, Social y de Gobierno Corporativo, los cuales se dividen en 3, 4 y 3 subcategorías respectivamente calculadas a partir de 186 métricas escogidas dentro de los 500 totales para identificar con mayor facilidad las compañías con prácticas ESG fuertes, o, por el contrario, expuestas a riesgos ESG.

Los datos utilizados se componen por 324 de las 500 empresas del S&P 500, debido a que 176 de estas tienen muchos vacíos, es decir, falta información. Para estas compañías hay diferentes periodicidades en los datos, en promedio la periodicidad es de 8 periodos por panel.

Debido a que  $i = 324$  y  $t = 8$  en promedio hay 2,688 observaciones totales de las 2,703 observaciones utilizadas en la modelación final, por lo que, para la modelación se usarán datos de panel desbalanceados, que significa que hay compañías que no disponen de todos los datos para los años que se van a estimar.

Respecto a la modelación se realizaron tres modelaciones: “Pooled” estimada por Mínimos Cuadrados Ordinarios, Efectos Fijos, estimada por Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) y por Efectos Aleatorios también estimada por GLS. Para determinar cuál era el modelo más adecuado para el análisis de este estudio se realizaron dos pruebas. La prueba de Hausman, que determina la consistencia de un estimador comparado frente a otro por lo que se utiliza para determinar entre efectos aleatorios y efectos fijos cuál es el más adecuado y, por otro lado, la prueba de Breusch-Pagan, la cual identifica si hay alta heterocedasticidad en el modelo “Pooled”. Finalmente, los resultados de las pruebas arrojan que es más conveniente modelar un panel de datos con efectos aleatorios.

Para la estimación de los modelos propuestos en la parte superior se desarrolla el modelo basado en la ecuación (1)

$$CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 R_2 CO_{2D} + \beta_2 ESG_{it} + \beta_3 AT_{it} + \beta_4 S_{it} + \beta_5 FCL_{it} + \beta_6 VE_{it} + \mu \quad (1)$$

Donde:

$CO_2$ : Es el nivel de Dióxido de Carbono emitido por la empresa  $i$  en el periodo  $t$ ,  $R_2 CO_{2D}$ : Es la diferencia entre el  $CO_2$  rezagado dos periodos menos el rezago de un periodo,  $ESG_{it}$ : Es el puntaje ESG de la empresa  $i$  en el periodo  $t$ ,  $S_{it}$ : Es el sector de la empresa  $i$  en el periodo  $t$ . Las

variables de control serán: AT: Activos Totales, FCL: Flujos de caja Libres, VE: Valor Empresa/EBITDA. Tanto el FCL como AT se trabajarán en logaritmo natural.

Se incluyen variables dummy para el sector para controlar por la heterogeneidad no observada entre los sectores, puede haber factores propios de cada sector que pueden influir directamente en las emisiones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

En la tabla 3 se presenta la definición detallada de las variables utilizadas en el modelo y en la tabla 4 las estadísticas descriptivas de las variables.

**Tabla 3. Variables utilizadas en la estimación de la ecuación (1)**

Variable	Abreviación	Definición	Unidad de medida
Emisiones equivalentes totales de CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> total y emisiones equivalentes de CO <sub>2</sub> en toneladas. Las emisiones totales son equivalentes a las directas (scope 1) más las indirectas (scope 2).	Toneladas de CO <sub>2</sub>
Diferencia dos rezagos de emisiones de CO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> D	La diferencia de las emisiones de (CO <sub>2(t-2)</sub> - CO <sub>2(t-1)</sub> )	Toneladas de CO <sub>2</sub>
Puntaje ESG Combinado	ESG	Es un puntaje basado en la información ESG de la compañía. Es una combinación entre el puntaje ESG y el puntaje de controversias ESG	Calificación de 0 a 100
Activos Totales	AT	Representa los activos totales reportados por la compañía. En caso de que no los reporten, se calcula como la suma del total de activos corrientes y los activos no corrientes. Aplica para todas las industrias. La variable esta presentada en logaritmo natural.	USD
Nombre del Sector (NAICS)	S	El sistema de clasificación de la industria por sector clasifica empresas con tamaño creciente por sector económico, sector empresarial, grupo industrial, industria y actividad.	Cualitativa
Flujo de Caja Libre	FCL	Representa la diferencia entre el total de todos los flujos de efectivo operativos después de impuestos y los gastos de servicios financieros, fábricas, equipos, costos de desarrollo de software y activos intangibles que tienen una vida útil de más de un año. Aplica para todas las industrias. La variable esta presentada en logaritmo natural.	USD
Valor de la empresa/ EBITDA	VE	Valor de la empresa dividido las ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones. El denominador debe ser positivo. El elemento de datos se calcula solo para la periodicidad anual. Aplicable a todas las industrias.	Ratio financiero

Fuente: Elaboración propia con datos de Refinitiv

**Tabla 4. Estadísticas descriptivas**

Variable	Media	Mínimo	Máximo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Desviación Estándar
<b>Toneladas CO2</b>	7,225,000	0	170,000,000	144,296	734,732	4,453,000	18,983,976
<b>ESG</b>	57	5	93	46	58	69	15
<b>EV/EBITDA</b>	15	0.2	467	8	12	16	22
<b>FCL*</b>	2,800	-72,000	93,000	400	1,000	3,000	6,100
<b>Activos Totales*</b>	59,000	580	1,500,000	11,000	23,000	51,000	120,000

\*Flujo de Caja Libre y Activos Totales en millones de USD

#### 4. Resultados

La tabla 5 presenta los resultados obtenidos en la estimación del modelo de datos de panel. La columna 1 presenta los resultados del modelo de efectos aleatorios que, como se explicó previamente, es el modelo más adecuado para el análisis según las pruebas realizadas. En la columna 2 se presenta los resultados del modelo de efectos aleatorios rezagando la variable independiente EV/EBITDA. Y la columna 3 presenta los resultados del modelo de efectos aleatorios sin tener en cuenta la variable independiente EV/EBITDA.

**Tabla 5. Resultados**

	<b>Modelo 1</b>	<b>Modelo 2</b>	<b>Modelo 3</b>
	Modelo Final	Modelo Control: EV/EBITDA Rezagado (1)	Modelo Control: Sin EV/EBITDA
ESG	-19,238.47*** (5467.56)	-19,316.63*** (5,466.13)	-19,355.21 *** (5,465.69)
EV/EBITDA	-2,939.15 (3,814.31)	-3009.47 (3,634.74)	
Flujo de Caja libre	245,541.4*** (95086.71)	249,852.6*** (94877.06)	25,0521 *** (94869.36)
Activos Totales	1,215,974*** (183,747.7)	1,214,548*** (183,624)	1,208,166*** (183,450.5)
(CO2t-2 -CO2t-1)	0.408*** (0.0324)	0.4077*** (0.0324)	0.408*** (0.0324)
Constante	-30,802,600*** (5,808,250)	-30,849,200*** (5,806,960)	-30,804,700*** (5,805,980)
R <sup>2</sup>	0.3406	0.3406	0.3402
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000

Número de Observaciones	2,372	2,372	2,372
Número de Empresas	324	324	324
Control por sector	Sí	Sí	Sí
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

Nota: Guía: Coeficiente (Desviación Estándar). Flujo de Caja Libre y Activos totales en logaritmo natural.  
Fuente: Elaboración propia.

## 5. Análisis de resultados

Dada la metodología planteada, el modelo 1 presentado en la tabla 5, el cual en su conjunto es estadísticamente significativo, se puede evidenciar que por un aumento en un 1% del Flujo de Caja Libre el CO<sub>2</sub> emitido por las empresas aumenta en 246 toneladas de CO<sub>2</sub>. Además, por un aumento en un 1% del total de activos las emisiones aumentan en 1,215 toneladas de CO<sub>2</sub>. Dado que estas son variables relacionadas a los resultados financieros de las compañías se puede concluir que, a pesar de que hay unos sectores más contaminantes que otros, la relación entre el tamaño de la empresa y los niveles de emisiones de GEI es positiva.

Por otro lado, desde el punto de vista del EV/EBITDA, a pesar de que las compañías más grandes son las que más contaminan, también son las que tienen más disponibilidad de recursos físicos e intelectuales que les permiten desarrollar tecnologías en sus procesos de producción que mitiguen las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto podría explicar que dado un aumento en una unidad en el ratio financiero, las emisiones de CO<sub>2</sub> disminuyen en 2,939 toneladas. Sin embargo, aunque ha aumentado la importancia para las empresas invertir en activos amigables con el medio ambiente y adoptar buenas prácticas en sus procesos productivos, el mercado no alcanza a capturar el efecto de que las empresas disminuyen sus emisiones de carbono ya que no es un resultado estadísticamente significativo.

Finalmente, la calificación ESG, que es la variable principal, obtuvo una relación negativa con respecto a las emisiones, es decir, por un aumento en un punto de la calificación ESG las emisiones de carbono disminuyen en 19,238 toneladas de CO<sub>2</sub>. Se debe tener presente que esta variable también tiene en cuenta el factor de controversias, por lo que para las empresas de mayor tamaño se hace más relevante implementar prácticas que tiendan a la mitigación del daño ambiental. Además, este esfuerzo no solo lo deben hacer en criterio ambiental sino también en el social y de gobernanza ya que esto mejora su perspectiva por parte de los inversionistas y la

calificación ESG en términos totales. Los resultados son similares para el caso del modelo 2 que incluye la variable EV/EBITDA rezagada un periodo y para el caso del modelo 3 donde no se incluye esta variable. Este es un modelo robusto que soporta la hipótesis planteada de que existe una relación negativa entre las empresas pertenecientes al índice S&P 500 que aplican los criterios ESG y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## 6. Conclusiones

Este trabajo utiliza un modelo de datos panel para evaluar si las empresas pertenecientes al índice S&P 500 y que aplican los criterios ESG Ambientales, Sociales y de Gobierno contribuyen a la reducción de las emisiones de carbono entre los años 2006 y 2021.

Se muestra que el cumplimiento de los criterios de las métricas ESG contribuye en gran medida a la reducción de las emisiones de carbono. Esto se debe a que tienen una relación inversa y estadísticamente significativa en donde entre mayor sea la calificación de los criterios ESG, menores serán las emisiones de carbono. Adicionalmente, debido a la relevancia e importancia que se le está atribuyendo actualmente a las finanzas sostenibles y, a los incentivos brindados por las entidades internacionales que trabajan en pro de la mitigación del cambio climático a través de las reducciones de emisiones de carbono, se evidencia que las empresas de mayor tamaño se ven presionadas a ser más conscientes en cuanto al impacto que genera la operación de sus actividades. Además, al ser compañías de gran tamaño, se encuentran más expuestas a la opinión pública y a las controversias, lo cual puede afectar negativamente sus calificaciones ESG.

De acuerdo con la literatura, se puede ver que los criterios ESG son analizados desde el punto de vista financiero y de beneficios económicos, sin embargo, la literatura no relaciona dichos criterios con el impacto ambiental que estos generan. No obstante, sí se observa un interés general de los inversionistas en promover inversiones sostenibles por lo que sería de interés en otros trabajos evaluar si las empresas objeto de estas inversiones efectivamente generan impactos ambientales menores.

Finalmente es importante tener en cuenta que la mitigación del cambio climático es un tema de gran interés y relevancia para todos los agentes económicos, ya que es de vital

importancia que las empresas se sientan llamadas a tomar acciones que conlleven a cambios que tengan como finalidad lograr actuar e impactar en pro de la transición hacia una economía sostenible que permita un mayor desarrollo económico acompañado de un mayor bienestar social.

## 7. Referencias

- Agencia EFE. (2016, August 22). *El calentamiento global comenzó hace 180 años, según desvela un estudio | Tecnología | Edición América | Agencia EFE*.  
<https://www.efe.com/efe/america/tecnologia/el-calentamiento-global-comenzo-hace-180-anos-segun-desvela-un-estudio/20000036-3019879>
- Álvarez, C. (2021). *¿Qué son los criterios ESG ('environmental, social and governance') y por qué son importantes para los inversores?* BBVA. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-criterios-esg-environmental-social-and-governance-y-por-que-son-importantes-para-los-inversores/>
- Apple India Private Limited. (2019). *Corporate Social Responsibility Annual Report of Apple India Private Limited (the "Company") FY 2018-19*. <https://www.apple.com/legal/more-resources/docs/Apple-India-CSR.pdf>
- Azmi, W., Hassan, M. K., Houston, R., & Karim, M. S. (2021). ESG activities and banking performance: International evidence from emerging economies. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 70, 101277.  
<https://doi.org/10.1016/j.intfin.2020.101277>
- Banco Mundial. (2021, October 8). *Cambio Climático*.  
<https://www.bancomundial.org/es/topic/climatechange/overview#1>
- Ceil, C. (2018). *Corporate Social Responsibility at Apple*.
- Dow Jones. (2022). *Renta Variable S&P 500 (USD)*. 500.
- Edwards, T. (2018). *TalkingPoints ¿Por qué el S&P 500 ® es importante a nivel global?*
- Frohmann, A. and O. (2013). *HUELLA DE CARBONO, EXPORTACIONES Y ESTRATEGIAS EMPRESARIALES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO*.
- Google. (2021). *Google Environmental Report 2021*.
- IBERDROLA. (n.d.). *Impacto del Cambio Climático en la Economía y la Sociedad - Iberdrola*. Retrieved March 5, 2022, from <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/impacto-del-cambio-climatico>
- Matsumura, E. M., Prakash, R., & Vera-Muñoz, S. C. (2014). Firm-value effects of carbon emissions and carbon disclosures. *Accounting Review*, 89(2). <https://doi.org/10.2308/accr-50629>
- Microsoft. (2020). *2020 Environmental Sustainability Report*.

- Naciones Unidas. (n.d.). *Cambio climático* | Naciones Unidas. Retrieved March 2, 2022, from <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>
- Plastun, A., Makarenko, I., Khomutenko, L., Osetrova, O., & Shcherbakov, P. (2020). SDGs and ESG disclosure regulation: Is there an impact? Evidence from Top-50 world economies. *Problems and Perspectives in Management*, 18(2), 231–245. [https://doi.org/10.21511/ppm.18\(2\).2020.20](https://doi.org/10.21511/ppm.18(2).2020.20)
- REFINITIV. (2022). *REFINITIV*. [https://www.refinitiv.com/en?utm\\_content=Refinitiv%20Brand%20Core-LATAM-AMER-G-EN-Exact&utm\\_medium=cpc&utm\\_source=google&utm\\_campaign=596234\\_PaidSearchBrandKeywords&elqCampaignId=16988&utm\\_term=refinitiv&gclid=CjwKCAiAg6yRBhBNEiwAeVyL0DbNrU-QtYwcKiMoi1GI9fehm\\_C54PbYU9GhzPZdZzUC2VVI7ZxvpRoC2mkQAvD\\_BwE&gclsrc=aw.ds](https://www.refinitiv.com/en?utm_content=Refinitiv%20Brand%20Core-LATAM-AMER-G-EN-Exact&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=596234_PaidSearchBrandKeywords&elqCampaignId=16988&utm_term=refinitiv&gclid=CjwKCAiAg6yRBhBNEiwAeVyL0DbNrU-QtYwcKiMoi1GI9fehm_C54PbYU9GhzPZdZzUC2VVI7ZxvpRoC2mkQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)
- Soler, C. E., & Marcé, A. C. (2018). Sustainable Companies, Addressing Climate Change. A Theoretical Review. *Business and Management Studies*, 4(1). <https://doi.org/10.11114/bms.v4i1.2911>
- Soler-Dominguez, A., Matallín Sáez, J. C., de Mingo-López, D. V., & Tortosa-Ausina, E. (2020). *Looking for sustainable development: Socially responsible mutual funds and the low-carbon economy*. <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/192466>
- Stern, N. (2007). The economics of climate change: The stern review. In *The Economics of Climate Change: The Stern Review* (Vol. 9780521877251). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511817434>
- Sullivan, R. (2010). An assessment of the climate change policies and performance of large European companies. *Climate Policy*, 10(1). <https://doi.org/10.3763/cpol.2008.0591>
- Tesla. (2020). Impact report. *Energypedia*.
- Townsend, B. (2020). From SRI to ESG: The Origins of Socially Responsible and Sustainable Investing . *The Journal of Impact and ESG Investing*, 1(1). <https://doi.org/10.3905/jesg.2020.1.1.010>
- UNFCCC. (2021). *United Nations Climate Change*. <https://unfccc.int/>
- Unión de Científicos Conscientes. (2022a). *Las emisiones de dióxido de carbono por país ¿Cuáles son los países más contaminantes de CO2?* Unión de Científicos Conscientes . <https://es.ucsusa.org/recursos/emisiones-de-co2-por-pais>
- Unión de Científicos Conscientes. (2022b, January 31). *Emisiones de CO2 por país* | Union of Concerned Scientists. <https://es.ucsusa.org/recursos/emisiones-de-co2-por-pais>

United Nations Climate Change. (n.d.). *¿Qué es el Protocolo de Kyoto?* Retrieved March 4, 2022, from [https://unfccc.int/es/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/es/kyoto_protocol)

United States Environmental Protection Agency [EPA]. (n.d.). *Descripción general de los gases de efecto invernadero* | US EPA. Retrieved March 4, 2022, from <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>