



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**Carteras de inversión medioambientales: un enfoque integral entre
sustentabilidad y finanzas bursátiles**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Maestro en Finanzas
Campo de conocimiento: Bursátiles

Presenta:

Miguel Eduardo Ura Gutiérrez

Tutor:

Dra. Paola Selene Vera Martínez
Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, agosto de 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Con amor para mi *Madre* , mi *Hermana* y
Emiliano por ser mi familia.

A *Montse* por su amor y apoyo incondicional, por ser
mi pilar de vida.

Y a *Leonardo*, que éste trabajo sea tu inspiración.

ÍNDICE GENERAL	
LISTA DE ILUSTRACIONES, GRÁFICAS, TABLAS Y ANEXOS	4
SÍMBOLOS QUÍMICOS Y UNIDADES FÍSICAS.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO 1. EL DESEMPEÑO ECONÓMICO MEDIOAMBIENTAL DE LAS INSTITUCIONES BAJO LA TEORÍA INSTITUCIONAL	24
1.1. TEORÍA INSTITUCIONAL DE DOUGLASS NORTH.....	25
1.2. LA TRANSICIÓN DE LAS INSTITUCIONES A UNA ECONOMÍA BAJA EN CARBONO....	28
1.3. DESEMPEÑO FINANCIERO Y MEDIO AMBIENTE	36
1.4. TEORÍA MODERNA DE PORTAFOLIOS Y MEDIO AMBIENTE	38
CAPÍTULO 2. EL MERCADO DE LA CONTAMINACIÓN.....	43
2.1. DE RÍO A PARÍS: BREVE RESEÑA SOBRE EL PLAN GLOBAL PARA EL COMBATE DEL CAMBIO CLIMÁTICO	43
2.2. EL MERCADO DE LOS BONOS DE CARBONO.....	54
2.3. ÍNDICES BURSÁTILES DE CONCIENCIA AMBIENTAL.....	60
CAPÍTULO 3. CARTERAS DE INVERSIÓN MEDIOAMBIENTALES: UN ENFOQUE INTEGRAL PARA MINIMIZAR EL RIESGO AMBIENTAL EN CARTERAS DE INVERSIÓN.....	67
3.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	67
3.2 DISEÑO DE LA MUESTRA.....	68
3.2.1. <i>Diseño de la muestra del sector petróleo & gas integrado.....</i>	<i>69</i>

3.2.2. <i>Diseño de la muestra del sector tecnología</i>	75
3.2.3. <i>Sector Materiales & Construcción</i>	81
3.3. CARTERAS DE INVERSIÓN MEDIO AMBIENTALES.....	87
3.3.1. <i>Carteras de inversión medioambientales del sector petróleo & gas Integrado</i>	88
3.3.2. <i>Carteras de inversión medioambientales del sector tecnología</i>	90
3.3.3. <i>Carteras medioambientales del sector materiales & construcción</i>	92
3.3.4. <i>Carteras medioambientales Multi Sector</i>	94
3.3.4. <i>Carteras medio ambientales integradas en el modelo tradicional de carteras de inversión</i>	97
DISCUSIÓN	104
CONCLUSIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXOS	103

Lista de ilustraciones, gráficas, tablas y anexos

Ilustraciones

<i>Ilustración 1.1. Marco teórico de las instituciones de Douglass North</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 2.1. Emisiones mundiales de GEI conforme a distintos escenarios y disparidad en las emisiones en 2030, (estimación y rango de percentiles 10 grados a 90 grados</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 2.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 2.3. Flujos de financiamiento climático</i>	<i>53</i>

Gráficas

<i>Gráfica 2.1. Emisiones mundiales históricas en ktCO₂e, 1970 - 2012.....</i>	<i>44</i>
<i>Gráfica 2.2. Gases de Efecto Invernadero de países de desarrollados en ktCO₂e, 1970 - 1991</i>	<i>44</i>
<i>Gráfica 2.3. Emisiones antropógenas del GEI por grupos de gases, 2010.....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfica 2.4. Emisiones directas de GEI por sectores económicos, 2010.....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfica 2.5. Emisiones de KtCO₂e por País</i>	<i>61</i>
<i>Gráfica 2.6. Emisiones directas de ktCO₂e mundiales vs emisiones directas de ktCO₂e del S&P Global 1200 y S&P 500, 2017.....</i>	<i>62</i>
<i>Gráfica 2.7. Emisiones directas de ktCO₂e por índice bursátil, 2017</i>	<i>62</i>
<i>Gráfica 2.8. Emisiones directas e indirectas de ktCO₂e por índice bursátil, 2017.</i>	<i>63</i>

<i>Gráfica 2.9. Desempeño de los índices S&P Global 1200 Carbon Efficient Index, S&P/TOPIX 150 Fossil Fuel Free Carbon Efficient Index y S&P Global 1200 Fossil Fuel Free Index, 2012 – 2018.</i>	66
<i>Gráfica 3.1. Capitalización de mercado de la muestra del sector petróleo & gas integrado, enero 2019.</i>	70
<i>Gráfica 3.2. Ingresos anuales acumulados de la muestra del sector petróleo & gas integrado, millones de \$USD, 2012 - 2018.</i>	70
<i>Gráfica 3.3. Emisiones totales anuales de GEI del sector petróleo & gas Integrado, miles de millones de toneladas de CO2e, 2012 – 2018.</i>	72
<i>Gráfica 3.4. Emisiones totales anuales de GEI ajustadas del sector petróleo & gas integrado, miles de millones de toneladas de CO2e, 2012 - 2018.</i>	72
<i>Gráfica 3.5. Intensidad de carbono anual por empresa, sector petróleo & gas integrado, miles de millones de toneladas de CO2e/\$USD, 2012 – 2018.</i>	73
<i>Gráfica 3.6. Capitalización de mercado de la muestra del sector tecnología, enero 2019.</i>	75
<i>Gráfica 3.7. Ingresos anuales acumulados, sector tecnología, millones de \$USD, 2012 - 2018.</i>	76
<i>Gráfica 3.8. Emisiones totales anuales de GEI del sector tecnología, miles de miles de toneladas de CO2e, 2012 – 2018.</i>	77
<i>Gráfica 3.9. Emisiones totales anuales de GEI ajustadas del sector tecnología, miles de toneladas de CO2e, 2012 – 2018.</i>	78

<i>Gráfica 3.10. Intensidad de carbono anual por empresa, sector tecnología, miles de toneladas de CO₂e/\$USD, 2012 – 2018.</i>	79
<i>Gráfica 3.11. Capitalización de mercado de la muestra del sector materiales & construcción, enero 2019.</i>	82
<i>Gráfica 3.12. Ingresos anuales acumulados, sector materiales & construcción, millones de \$USD, 2012 - 2018.</i>	83
<i>Gráfica 3.13. Emisiones totales anuales de GEI por empresa, sector materiales & construcción, millones de toneladas de CO₂e, 2012 – 2018.</i>	84
<i>Gráfica 3.14. Emisiones totales de GEI Ajustadas por empresa, sector materiales & construcción, millones de toneladas de CO₂e, 2012 – 2018.</i>	84
<i>Gráfica 3.15. Intensidad de carbono por empresa, sector materiales & construcción, millones de toneladas de CO₂e/\$USD, 2012 – 2018.</i>	86
<i>Gráfica 3.16. Serie de carteras de inversión medio ambientales, cartera de mínima varianza medioambiental y frontera eficiente medioambiental de las carteras de inversión medioambientales, sector petróleo & gas integrado.</i>	89
<i>Gráfica 3.17. Serie de carteras de inversión medio ambientales, cartera de mínima varianza medioambiental y frontera eficiente medioambiental de las carteras de inversión medioambientales, sector tecnología.</i>	91
<i>Gráfica 3.18. Serie de carteras de inversión medio ambientales, cartera de mínima varianza medioambiental y frontera eficiente medioambiental de las carteras de inversión medioambientales, sector materiales & construcción.</i>	93

<i>Gráfica 3.19. Serie de carteras de inversión medioambientales, cartera de mínima varianza medioambiental y frontera eficiente medioambiental de las carteras de inversión medioambientales, multi sector.</i>	<i>96</i>
<i>Gráfica 3.20. Cartera de inversión de mínima varianza medioambiental en la frontera eficiente tradicional, sector petróleo & gas Integrado</i>	<i>98</i>
<i>Gráfica 3.21. Cartera de inversión de mínima varianza medioambiental en la frontera eficiente tradicional, sector tecnología</i>	<i>100</i>
<i>Gráfica 3.22. Cartera de inversión de mínima varianza medioambiental en la frontera eficiente tradicional, sector materiales & construcción.....</i>	<i>101</i>
<i>Gráfica 3.23. Cartera de inversión de mínima varianza medioambiental en la frontera eficiente tradicional, multi sector.....</i>	<i>103</i>

Tablas

<i>Tabla 2.1. Criterios para determinar la huella de carbono por inversión y la huella de carbono por ingresos.</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 2.2. Huella de carbono por inversiones y huella de carbono por ingresos, índices bursátiles y sectores, 2017.</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 3.1. Variables para el diseño de la muestra</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 3.2. Empresas de mayor y menor representación de la muestra del sector petróleo & gas integrado, 2012 - 2018.</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 3.3. Empresas de mayor y menor representación de la muestra del sector tecnología.....</i>	<i>80</i>

<i>Tabla 3.4. Empresas de mayor y menor representación de la muestra del sector materiales & construcción.</i>	86
<i>Tabla 3.5. Carteras de inversión medioambientales del sector petróleo & gas Integrado.</i>	89
<i>Tabla 3.6. Carteras de inversión medioambientales del sector tecnología.</i>	91
<i>Tabla 3.7. Carteras de inversión medioambientales, sector materiales & construcción.</i>	93
<i>Tabla 3.8. Empresas con mayor ponderación en la cartera de mínima varianza medioambiental por sector.</i>	94
<i>Tabla 3.9. Carteras de inversión medioambientales, multi sector.</i>	96
<i>Tabla 3.10. Comparación de carteras de mínima varianza, cartera de inversión medioambiental y cartera de inversión tradicional, sector petróleo & gas integrado.</i>	98
<i>Tabla 3.11. Comparación de carteras de mínima varianza, cartera de inversión medioambiental y cartera de inversión tradicional, sector tecnología.</i>	99
<i>Tabla 3.12. Comparación de carteras de mínima varianza, cartera de inversión medioambiental y cartera de inversión tradicional, sector tecnología, Sector materiales & construcción.</i>	101
<i>Tabla 3.13. Comparación de carteras de mínima varianza, cartera de inversión medioambiental y cartera de inversión tradicional, multi sector.</i>	103
<i>Tabla 7.1. Ejemplo de estimación de datos para regresión lineal simple.</i>	123

Anexos

<i>Anexo 1. Lista de empresas para la muestra del sector petróleo & gas integrado</i>	103
<i>Anexo 2. Lista de empresas para la muestra del sector tecnología</i>	104
<i>Anexo 3. Lista de empresas para la muestra del sector materiales & construcción</i>	105
<i>Anexo 4. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector petróleo & gas integrado</i>	106
<i>Anexo 5. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector tecnología</i>	107
<i>Anexo 6. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector materiales & construcción</i>	108
<i>Anexo 7. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector petróleo & gas integrado ajustadas por metodología de regresión lineal</i>	109
<i>Anexo 8. Emisiones Totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector tecnología ajustadas por metodología de regresión lineal</i>	110
<i>Anexo 9. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector materiales & construcción ajustadas por metodología de regresión lineal</i>	111
<i>Anexo 10. Ingresos totales por empresa del sector petróleo & gas integrado</i>	112
<i>Anexo 11. Ingresos totales por empresa del sector tecnología</i>	113

<i>Anexo 12. Ingresos totales por empresa del sector materiales & construcción</i>	114
<i>Anexo 13. Intensidad de carbono por empresa del sector petróleo & gas integrado</i>	115
<i>Anexo 14. Intensidad de carbono por empresa del sector tecnología</i>	116
<i>Anexo 15. Intensidad de carbono por empresa del sector materiales & construcción</i>	117
<i>Anexo 16. Carteras de inversión del sector petróleo & gas integrado</i>	118
<i>Anexo 17. Carteras de inversión del sector tecnología</i>	119
<i>Anexo 18. Carteras de inversión del sector materiales & construcción</i>	120
<i>Anexo 19. Carteras de inversión multi sector</i>	121
<i>Anexo 20. Normalización de datos de GEI por metodología de regresión lineal simple</i>	122

Siglas y acrónimos

AC: Acción Conjunta

CCFE: Chicago Climate Futures Exchange

CCX: Chicago Climate Exchange

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CER: Certified Emissions Reduction

CMNUCC: Convención Macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

ECX: European Climate Exchange

ESG: Environmental, Social, and Governance

EUA: European Union Allowance
ETS EU: EU Emissions Trading System de la Unión Europea
GEI: Gases de Efecto Invernadero
CoP: Conferencia de las Partes
ICAP: International Carbon Action Partnership
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio
MCeX: Montréal Climate Exchange
NAP: national allocation plan
NDC: nationally determined contributions
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible
OTC: Over the Counter
PIB: Producto Interno Bruto
SCE: Sistema de Comercio de Emisiones
S&P: Standard & Poor's
UE: Unión Europea
UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change
USD: United States Dollar
NAP: national allocation plan

Símbolos químicos y unidades físicas

°C: grados centígrados
CO₂: dióxido de carbono
ktCO₂: kilo toneladas de dióxido de carbono
tCO₂: toneladas de dióxido de carbono
tCO₂e: toneladas de dióxido de carbono equivalentes

Introducción

“La posesión del conocimiento, si no va acompañada con una manifestación y expresión en la práctica y en la obra, es lo mismo que el enterrar metales preciosos: una cosa vana e inútil”

- El Kybalion

El nuevo paradigma para los inversionistas consiste en describir, predecir y explicar los riesgos del cambio climático asociado al desempeño de sus carteras de inversión, este enfoque basado en inversiones medioambientalmente responsables requiere identificar las variables que están asociadas de manera directa e indirecta en el desempeño de las empresas.

El primer acercamiento al fenómeno de la relación del desempeño ambiental con el desempeño financiero es la cantidad de gases de efecto invernadero que producen las empresas a nivel mundial; según datos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) de las Naciones Unidas, en el año 2010 se emitieron 49 Giga toneladas de gases de efecto invernadero, de los cuales el 65% corresponde a CO₂ derivados de combustibles fósiles y procesos industriales, el resto corresponde a emisiones por procesos naturales (IPCC, 2014). De tal manera que, los gases de efecto invernadero se presentan como una variable de riesgo en los todos los sectores económicos de manera directa por sus operaciones y de manera indirecta por los costos ambientales derivados de las regulaciones y presiones sociales en el desempeño de las empresas, por lo tanto, el rendimiento en las carteras de inversión tiene un efecto inmediato (Fang, Tan, & Wirjanto, 2018) . El reto consiste, como lo señalan Bender, Bridges & Shah (2019) en estimar el impacto del cambio climático en los rendimientos de una cartera de inversión para que el inversionista pueda tener un plan resiliente de cambio climático en sus estrategias de inversión.

Una de las propuestas para calcular el desempeño ambiental de las empresas es por medio de la metodología de huella de carbono, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL en adelante) define a la huella de carbono como una herramienta para identificar y disminuir los niveles de contaminación de los diferentes procesos productivos, comprometer a los empleados en temas ambientales y, además, para promocionar un producto que satisfaga las demandas de una sociedad global con mayor conciencia ambiental (CEPAL , 2018). Los límites de la huella de carbono en las empresas abarcan todas las operaciones y subsidiarias propias operadas por una organización y deben representar de forma fidedigna las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo las derivadas de sus procesos esenciales (Schneider & Samaniego, 2010).

Otro camino para calcular el desempeño ambiental de las empresas es a través de calificaciones ambientales, estas generalmente son diseñadas a partir de criterios poco claros en su metodología y argumentos centrados en otorgar un valor numérico que representa las consecuencias ambientales producto de la operación de la empresa, este enfoque de calificaciones ambientales es para construir reputación (Jo, Kim, & Park, 2015) y no como una variable para calcular el desempeño ambiental de las empresas.

En el campo de las finanzas bursátiles, el uso de la huella de carbono se utiliza como herramienta de medición en algunos índices para describir el desempeño ambiental de un conjunto representativo de empresas, por ejemplo, el S&P Global 1200 Fossil Free Index y, el S&P1200 Carbon Efficient Index miden el desempeño de las compañías que no poseen reservas de combustibles fósiles o su huella de carbono es muy baja (Truecost, 2018). Si bien, estos índices son definidos como “verdes” o “de conciencia ambiental”, no se ha encontrado evidencia de que su rendimiento sea superior a otros índices tradicionales en el corto plazo (Ibikunle & Steffen, 2015), sin embargo, en largo plazo los índices de conciencia ambiental tienden a tener mejor rendimiento que el mercado, por ejemplo Laplante et al (2017) realizaron estudios empíricos sobre el rendimiento

de índices de conciencia ambiental en el sector materiales durante el periodo 2011 a 2016, sus resultados demuestran que cuatro de cinco índices ofrecen intensidades de carbono más bajas y un mejor rendimiento que el S&P 500. Estos índices de conciencia ambiental también son usados como referencia de desempeño para explicar el rendimiento de carteras de inversión específicas, por ejemplo Utz & Wimmer (2015) compararon empresas calificadas como socialmente responsables con índices de conciencia ambiental y concluyeron que las empresas con calificación sólida en responsabilidad social tienen mejor desempeño que los índices de referencia Ibikunle & Steffen (2015) mencionan el trabajo de Nordea Equity Research (2017) que analiza el rendimiento de las acciones con calificaciones ambiental, social y gobernanza (ESG por sus siglas en inglés) en Europa del 2012 al 2015 confirmando la existencia de primas de valor pagadas por el mercado a largo plazo. La evidencia de estos trabajos permitió explicar el rendimiento de mercado de carteras de inversión clasificadas en el rubro de conciencia ambiental y representadas en un índice de referencia con criterios ambientales, sociales y de gobernanza, sin embargo estos esfuerzos mantienen prácticas tradicionales de cálculo de rendimiento financiero ajustado al riesgo de mercado sin demostrar que el riesgo de cambio climático ajusta el desempeño financiero de las empresas.

En esta perspectiva, el diseño de variables para explicar el comportamiento medioambiental de carteras de inversión está en función de describir en que grado se presentan los niveles intensidad de carbono, para ello Truecost (2015) entrega dos metodologías para calcular la intensidad de carbono de un índice bursátil, la primera está definida como huella de carbono basada en ingresos y la segunda como huella de carbono basada en inversiones, la primera mide la responsabilidad del inversionista y la segunda apoya a generar carteras de inversión y siguen las estimaciones del inversionista responsable (Truecost, 2015). Si bien, estas metodologías permiten obtener una variable de riesgo por desempeño ambiental, el reto es como predecir y explicar el desempeño ambiental de las empresas sin dejar de lado el cálculo del rendimiento de

mercado en las carteras de inversión, es decir como ajustar el rendimiento financiero por la variable de riesgo de cambio climático en el tiempo.

En este sentido, algunos autores explican el desempeño de carteras de inversión usando la intensidad de carbono como variable de análisis de desempeño en sectores y empresas particularmente seleccionadas por ejemplo, Henriques & Sodorsky (2017) analizaron tres carteras del sector de energías limpias con otras carteras del sector de alto consumo en carbono encontrando que las empresas de energía tienen mejor desempeño procedentes de sus procesos bajos en carbono, por su parte Fang et al (2018) utilizaron la intensidad de carbono basada en ingresos para analizar el desempeño de los sectores energía, servicios públicos y materiales, sus hallazgos otorgan un alto riesgo ajustado al rendimiento en los sectores energía y materiales, señala también la complejidad de medir el riesgo climático por su paso a través de tiempo.

Los trabajos de Henriques & Sodorsky (2017) y Fang et al (2018) son utilizados por Bender et al (2019), quienes proponen una metodología basada en intensidad de carbono para construir carteras de inversión, sin un sector en específico y, usando diferentes variables medioambientales a manera de restricciones en el modelo financiero de construcción de carteras de inversión, los hallazgos de Bender et al (2019) confirman que el valor del tiempo es fundamental para comprender que el desempeño de las empresas en materia de impacto ambiental es en el corto plazo y, muestran la manera en que el riesgo se debe ajustar para reconocerlo en diferentes escenarios ambientales, similar a los escenarios propuestos por Mercer (2015) a nivel macroeconómico.

En contraposición Trinks et al (2018) han argumentado que los trabajos sobre desempeño de carteras de inversión que involucran combustibles fósiles solo son una campaña de desinversión. Ya que desinvertir en combustibles fósiles es igual a vender participaciones en empresas de carbono, petróleo o gas que impone un costo al inversionista en potencial de rentabilidad y reducción de la diversificación; con el mismo enfoque de Trinks en cuanto a la diversificación, Anderson et al (2016) apoyan a la teoría de Markowitz (1952,1959), quien sugirió

que las restricciones en una cartera de inversión reduce las oportunidades de inversión y por lo tanto el rendimiento, refiriéndose a la desinversión en empresas de combustibles fósiles, Anderson et al (2016) encuentran también que la huella de carbono en empresas de combustibles fósiles se puede disminuir hasta 50% a lo largo plazo y que el desempeño de los sectores que tienen alta exposición al carbono en los últimos años son consecuencia de movimientos económicos recientes y no de una preferencia por sectores de bajo niveles de carbono, sin embargo, es necesario diseñar una red de análisis de emisiones que permita describir el efecto de la desinversión en los sectores de combustibles fósiles a largo plazo (Anderson, Bolton, & Samama, 2016).

Las declaraciones hasta ahora revisadas, son un reflejo de la preocupación que existe por parte de la academia en describir, explicar y predecir el desempeño medioambiental y financiero de las empresas y como el riesgo del cambio climático afecta el desempeño de las empresas; En este sentido, la elaboración de este trabajo de investigación está justificado por la importancia de integrar la sustentabilidad en el desempeño financiero de las empresas, en trascender a una economía baja en carbono, en involucrar el cambio climático como parte de la redefinición del concepto de riesgo y, en modificar el comportamiento de los inversionistas en la toma de decisiones de inversión diversificadas con información de sostenibilidad. Es tal que, este trabajo tiene la intención de aportar a la academia los argumentos para trascender a un nuevo paradigma que permita convertir la información de sostenibilidad o insostenibilidad en desempeño y riesgo financiero que apoye a los inversionistas en la planificación de estrategias de inversión resilientes anteponiendo las oportunidades de inversión basadas en intensidad de carbono esperada por encima de las oportunidades de inversión basadas en probabilidades de rendimiento esperado.

Preguntas de investigación

El planteamiento del problema motiva a explorar qué empresas reducen los impactos ambientales, qué determina el desempeño medioambiental de las empresas y sectores y, qué contribuciones hacen para minimizar los impactos medioambientales; por lo tanto, de las empresas que reducen los impactos ambientales, **la pregunta principal de investigación** de este trabajo es:

¿Cuál es la relación del desempeño medioambiental con el desempeño financiero de las empresas?

El objetivo general de esta investigación consiste en entregar un marco de referencia que describa y compare la integración del desempeño ambiental en el desempeño financiero de las empresas que contribuya a minimizar el riesgo e impacto ambiental. Es decir, **analizar la relación del desempeño medioambiental con el desempeño financiero de las empresas**. De tal manera que, el objetivo general se aborda como un estudio estructural de las instituciones incluyendo cuestiones vinculadas a sus procesos, lo que proporciona a este objetivo ser de nivel microsocial.

Para responder a la pregunta principal de investigación y siguiendo el objetivo general, **la hipótesis principal** de este trabajo descansa en el supuesto de que el desempeño medioambiental de las empresas modifica el desempeño financiero de las empresas y contribuye a reducir los impactos del cambio climático.

La parte secular de este trabajo va en función de describir el desempeño de las empresas que influyen efectivamente en la reducción y mitigación del cambio climático, en particular en términos de intensidad de carbono, así como en describir la información disponible de emisiones de gases de efecto invernadero de las empresas y sectores mencionados en el objetivo general que justificaría la oportunidad de los inversionistas en la selección correcta de sus activos en carteras de inversión a través del método de construcción de carteras de inversión y, en línea con el modelo de instituciones en transición a la nueva economía bajas en carbono. De tal manera que, **Esta investigación da pauta de manera secundaria a otras preguntas de investigación, objetivos específicos e hipótesis los cuáles son:**

1. ¿De qué manera contribuyen las empresas en la reducción de los impactos ambientales?

El objetivo específico para esta pregunta consiste en describir de qué manera las empresas contribuyen en la reducción de los impactos ambientales bajo la hipótesis de las empresas en transición a economías bajas en carbono contribuyen a reducir los impactos del cambio climático.

2. ¿Cuál es el desempeño medioambiental y financiero de las empresas?

El objetivo que guía de manera específica esta cuestión consta en describir cual es el desempeño medioambiental con el desempeño financiero de las empresas en el cuál la hipótesis es que las empresas con baja intensidad de carbono tienden a mejorar su desempeño financiero en un 10% anualmente.

3. ¿Qué combinación de empresas es la óptima para minimizar los impactos ambientales?

Para esta interrogante, los objetivos específicos descansan en describir la combinación de empresas que minimicen el riesgo de intensidad de carbono en una cartera de inversión, describir la combinación de empresas que maximicen la exposición de empresas con bajos niveles de intensidad de carbono en una cartera de inversión, describir un modelo de construcción de carteras de inversión que expliquen el desempeño medioambiental y de mercado de las empresas y, finalmente comparar carteras de inversión para describir la descarbonización de carteras de inversión. Estos objetivos específicos se entregan al supuesto de que las empresas con bajos índices de intensidad de carbono reducen el impacto ambiental en un 20% anualmente.

Metodología

La investigación proporciona un diseño a nivel exploratorio por sus características de cuantificación de datos y análisis estadístico y, se diseña de forma longitudinal por los cambios que sufren las variables en el tiempo y su relación entre ellas. La revisión de la literatura apoya en la selección y confirmación de técnicas de análisis, modelos de razonamiento matemático y probabilístico que determinan que la muestra es homogénea para un análisis financiero al clasificar a las empresas con base en la intensidad de carbono basada en ingresos y su integración en la creación de carteras de inversión.

La Investigación se desarrollará por los siguientes elementos:

1. La lectura crítica de diversas propuestas teóricas sobre desempeño financiero y sustentabilidad, creación de carteras medioambientales, la teoría de la nueva economía institucional y, la teoría de las instituciones.

2. Revisión de los reportes de sustentabilidad de las diez empresas de mayor capitalización de mercado de los sectores Petróleo & Gas integrado, Tecnología y Materiales & Construcción que pertenecen al índice S&P Global 1200 del periodo 2012 a 2018.
3. Diseño de la muestra a partir de la clasificación de las empresas de mayor capitalización de mercado en orden descendente que entreguen reportes de sustentabilidad y emisiones totales de CO₂e de los sectores Petróleo & Gas integrado, Tecnología y Materiales & Construcción que pertenecen al índice S&P Global 1200 del periodo 2012 a 2018.
4. Normalización de datos de emisiones totales de CO₂e de las empresas de la muestra, mediante el uso de método de regresión lineal.
5. Recolección de datos de los ingresos totales y precios de las acciones utilizando la plataforma Capital IQ de las empresas de la muestra de los sectores Petróleo & Gas integrado, Tecnología y Materiales & Construcción que pertenecen al índice S&P Global 1200 del periodo 2012 a 2018.
6. Cálculo de la intensidad de carbono con base en los ingresos de las empresas de la muestra por sector Petróleo & Gas integrado, Tecnología y Materiales & Construcción que pertenecen al índice S&P Global 1200 del periodo 2012 a 2018 a partir de sus reportes de sustentabilidad.
7. Construcción de cinco carteras de inversión con base en la intensidad de carbono de las empresas de la muestra por cada uno de los sectores Petróleo & Gas integrado, Tecnología y Materiales & Construcción, utilizando la teoría de portafolios de Markowitz.
8. Construcción de diez carteras de inversión con base en los precios de las acciones de las empresas de la muestra por cada uno de los sectores Petróleo & Gas integrado, Tecnología y Materiales & Construcción, utilizando la teoría de portafolios de Markowitz.
9. Análisis del desempeño financiero y medioambiental de las carteras de inversión medioambientales y las carteras de inversión tradicionales, bajo los supuestos de la teoría de portafolios de Markowitz.

Resumen Capitular

La investigación se compone de tres capítulos. El primer capítulo tiene por objeto describir los estímulos, límites y comportamientos de las empresas en el sentido de cooperativismo, en el cuadro de bienestar social y cobijados por la teoría institucional de Douglas North de 1990. La primera entrega capitular muestra la importancia del tiempo como accionista principal en el actuar del comportamiento humano en el pasado, presente y futuro de las instituciones, la revisión de la teoría institucional muestra la herencia del aprendizaje acumulado a través del tiempo para explicar la evolución de las organizaciones. También, se hace repaso de los principales trabajos de la teoría del nuevo institucionalismo económico de las organizaciones. Se describen de las instituciones en el panorama del viejo institucionalismo y se muestra la transición a la nueva economía limitada a la capacidad cognitiva del individuo y sus creencias, este repaso abre debate a la literatura emergente sobre desempeño económico relacionado con el desempeño ambiental de las organizaciones. La parte final del capítulo trata específicamente la revisión de la literatura contemporánea sobre el desempeño financiero y el desempeño ambiental de las empresas con el objetivo de identificar variables aportan a la teoría moderna de portafolios y forman el cuadro integral que guía el diseño de carteras de inversión medioambientales.

El capítulo segundo es una breve reseña del plan global para el combate del cambio climático hasta el año 2012, el objeto es mostrar los antecedentes que dieron forma a los Objetivos del Desarrollo Sustentable y como el cumplimiento de ellos depende de la innovación de instrumentos financieros para generar flujos de financiamiento climáticos como aceleradores de mercado, lo que da pie a describir los distintos mercados de emisiones, los instrumentos de financiamiento climático normados por en el Marco de la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático y El Protocolo de Kyoto, los que son implementados por otros organismos internacionales y los que operan de manera externa o indirecta como bancos de desarrollo y sector privado.

En la parte final del capítulo segundo se describen algunos índices bursátiles desarrollados a partir de la variable huella de carbono y que son utilizados como semáforos de mercado para movilizar recursos hacia el cumplimiento de objetivos de desarrollo sostenible con el objetivo de mostrar que existen referentes de mercado para comparar carteras de inversión medioambientales.

El capítulo tres se despliega en la descripción, desarrollo y análisis de carteras de inversión con información financiera e información medioambiental de los sectores petróleo & gas integrado, tecnología y materiales & construcción en un ejercicio de integralidad a partir de la teoría seminal de diseño de carteras de inversión de Markowitz. La intención de este capítulo es demostrar que la información de desempeño medioambiental es integrante del desempeño financiero de las empresas y que permite a los inversionistas tomar decisiones basada en información de sostenibilidad o insostenibilidad de las empresas para optimizar y desarrollar estrategias de inversión resilientes diversificadas, descarbonizar carteras de inversión y movilizar recursos para trascender a una economía baja en carbono.

Agradecimientos

Así como dediqué una parte de mi vida en pulir este trabajo, quiero dedicar este pequeño pero muy representativo espacio, como una extensión de mi ser, en agradecer a todas aquellas personas que me inspiraron en el desarrollo de esta tesis.

En primer lugar a mi familia, a mi Mamá que me dio las bases para mi formación personal y profesional, a Melissa y a Emiliano que incondicionalmente me apoyan, y por supuesto a Montse que me inspira día con día a ser un mejor hombre, un mejor ser humano, gracias guapa por permitirme caminar contigo en este camino, siempre en pie y con paso firme.

Mi agradecimiento a la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme sus puertas al conocimiento, acercarme a la investigación, otorgarme herramientas para seguir labrando camino y formar en mi la motivación a la investigación.

Agradezco por supuesto a mis sínodos por compartir sus luces en este trabajo, con especial cariño a la Dra. Paola Vera que confió en mí para formar parte de sus tesis, a la Dra. Ma. Angelica Cruz por su excelencia, al Dr. Ricardo Pelagio por su dedicación y servicio a los aprendices, al Dr. Miguel Ángel Reyna por su compañerismo intelectual y filosófico en la metodología y al Mtro. Ángel José Martínez por inspirarme en la lectura de la Sociología.

Con afectuoso agradecimiento también a todos y cada uno de los miembros del Seminario Permanente de Administración y Sustentabilidad de la FCA por su compañerismo y fraternidad en cada una de las sesiones, este trabajo lleva un poco de cada uno de ustedes.

Finalmente y con el riesgo de omitir a alguien, agradezco a Rafael Camacho Nava, Gabriela Ortiz de la Peña y Rafael Camacho Ortiz de la Peña por su cariño, consejos y compañía en este proceso.

Capítulo 1. El desempeño económico medioambiental de las instituciones bajo la teoría institucional

“La historia es importante no sólo porque se puede aprender del pasado, sino también porque el presente y el futuro están conectados al pasado por obra de la continuidad de las instituciones de una sociedad”.

- Douglas C. North¹

La presente investigación tiene la intención del uso de la Teoría Institucional de Douglass North (1990) como marco teórico para el estudio de los conceptos y variables que envuelven los estímulos, límites y comportamientos de las empresas medioambientalmente responsables en cuanto a los compromisos de reducción y mitigación del riesgo climático en lo individual y en cooperación en su desempeño económico. El enfoque de North ofrece un marco teórico general que atrae el desarrollo de empresas cooperativas para un bienestar social basado en el tiempo en forma de relaciones de poder subyacentes al capitalismo no estáticas y con una vía de equilibrio real del desarrollo económico. Por otro lado, en un nivel menor de abstracción, la teoría de la nueva economía institucional conforma proposiciones teóricas específicas para entender el contexto de las empresas que promueven prácticas de compromiso con el medio ambiente y, finalmente esta sección muestra en el mismo nivel de teoría sustantiva la literatura referente a la relación del rendimiento financiero con la sustentabilidad de las empresas.

¹ North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. United Kingdom: Cambridge University Press, Cambridge.

1.1. Teoría Institucional de Douglass North.

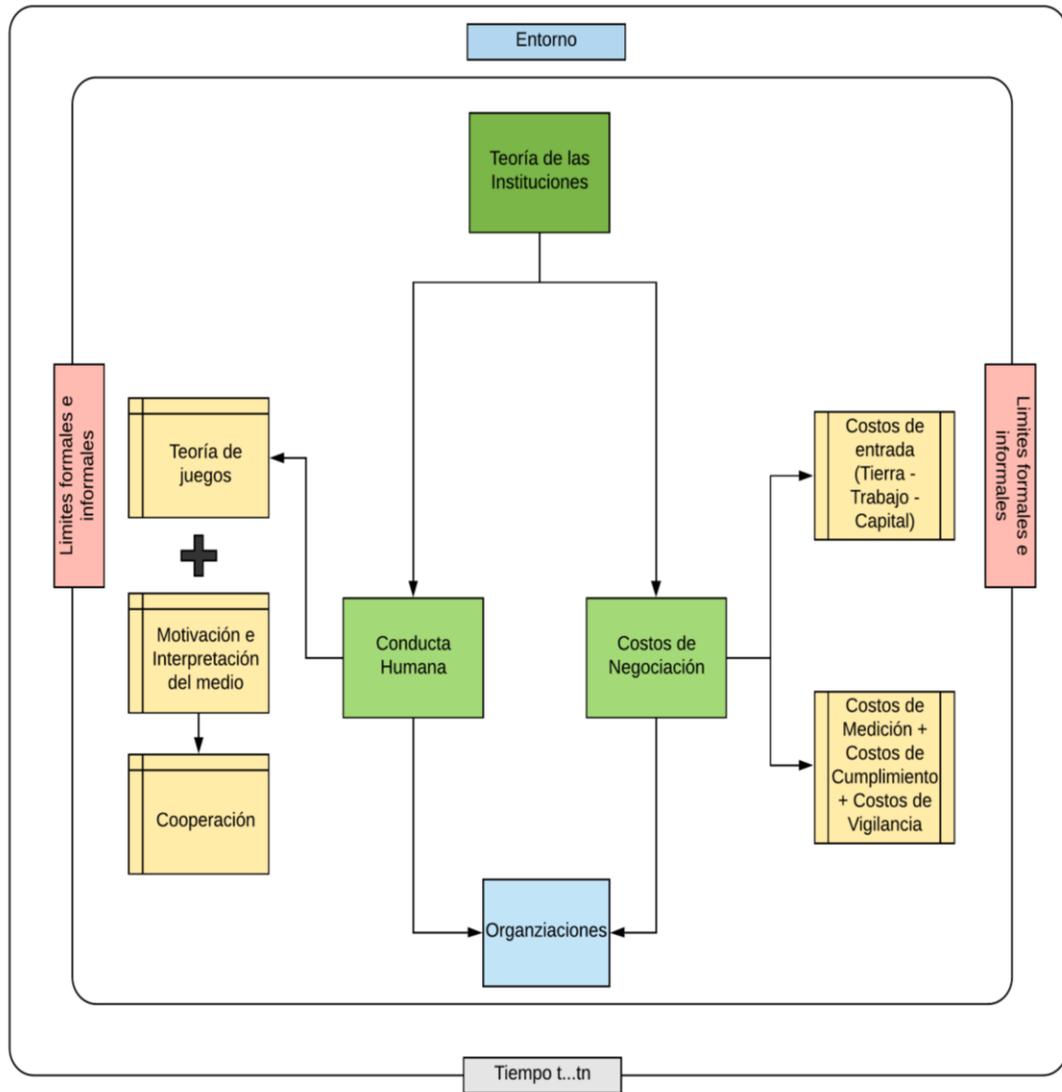
La Teoría Institucional de Douglass North explica la forma en que el pasado hace figura en el presente y en el futuro, expone la manera en que el cambio institucional incremental afecta al desempeño económico así como la naturaleza de la dependencia de factores inscritos en la economía neoclásica y, otorga un estudio de comprensión para lograr el desempeño diferencial de las economías a lo largo del tiempo. Los aportes de North en su teoría expresan la conexión de las instituciones de una sociedad en función del tiempo para explicar su existencia y proponer un marco de cambio institucional a partir de la crítica a la teoría neoclásica, la conexión entre las organizaciones político-económicas y la historia económica basando su estudio en los supuestos de la conducta humana y los costos de negociación. La enunciación exacta de lo que son las instituciones, de cómo se diferencian de las organizaciones y de cómo influyen en los costos de transacción y producción es la clave de gran parte del análisis (North, 1990).

La crítica a la teoría neoclásica de North se manifiesta en su trabajo "*Institution, Institutional Change and Economic Performance*" publicada en 1990, el estudio expone la naturaleza de las organizaciones político – económicas y las consecuencias de sus decisiones en el desempeño económico y social, basa sus aportaciones en la historia de EE. UU. y algunos países más de Europa, sus aportes contienen conceptos de la teoría general del equilibrio, la teoría de juegos y la teoría de costos de transacción (Ilustración 1.1). Los antecedentes fieles del comportamiento de los actores en la crítica de North están apoyados en los supuestos de comportamiento humano de la teoría neoclásica, información incompleta y por lo tanto ineficiente del mercado, los costos de transacción cero como producto de fricciones, los derechos de propiedad delimitados, la inversión en tecnología, el demerito al capital humano y la no consideración del factor tiempo o antecedentes en el desarrollo económico de las organizaciones.

La teoría de las instituciones de North (1990) se basa en dos pilares: 1) la conducta humana combinada como un marco institucional y 2) los costos de negociación para generar instituciones estables que minimicen la incertidumbre con una estructura estable y eficiente para los efectos del desempeño económico. Las instituciones reducen la incertidumbre por el hecho de que proporcionan una estructura a la vida diaria (North, 1990), por lo tanto “Las reglas del juego” se construyen a partir de que las instituciones son una creación humana, evolucionan y son alteradas por humanos, por lo tanto la teoría comienza a partir del individuo (North, 1990). De tal manera que las reglas forman un marco de normas y limitaciones formales (políticas y judiciales), y limitaciones informales (costumbres, tradiciones y códigos de conducta). North (1990) Resalta la importancia de la cooperación entre los jugadores y como las reglas alteran el juego para aumentar o disminuir la cooperación en el desempeño de las instituciones en la economía.

En concreto, North (1990) despliega su teoría institucional en la estructura de las organizaciones como incentivo social para el desarrollo económico a largo plazo. La configuración de estas instituciones es del alcance político - económico como resultado de una profunda herencia de aprendizaje acumulativo a través del tiempo e importante además para la evolución de las organizaciones.

Ilustración 1.1. Marco teórico de las instituciones de Douglass North



Fuente: Elaboración propia con base en: North, D. (1990). *Institution, Institutional Change and Economic Performance*. United Kingdom: Cambridge University Press, Cambridge.

1.2. La transición de las instituciones a una economía baja en carbono.

La evolución de la economía institucional que describe a las empresas que promueven prácticas medioambientalmente responsables está definida por el paso del viejo institucionalismo a la economía neoclásica, esta transición se logró a partir de las nociones de costos de transacción de Coase (1960) y la teoría de las instituciones de North (1990).

Los enfoques de Coase y North recogen los criterios del viejo institucionalismo económico del siglo XIX y principios del siglo XX hasta la segunda guerra mundial y se concibe la idea del homo economicus en una economía abierta (Caballero, 2011). En cuanto al nuevo institucionalismo económico de las organizaciones el eje central pertenece al individualismo metodológico, asociado a la exigencia reduccionista de que todas las teorías de las ciencias sociales se reducen a teorías sobre la actuación humana individual (Caballero, 2011). En concreto, el viejo institucionalismo es un ejercicio de descripción de las instituciones y la Nueva Economía Institucionalista, supone un paradigma a la microeconomía convencional al flexibilizar elementos de la economía neoclásica como la estabilidad de preferencias y el concepto de equilibrio al asumir la importancia del paso del tiempo y al rechazar el modelo de elección basado en racionalidad perfecta, incorporando las limitadas capacidades cognitivas del individuo a través de conceptos como la racional limitada y las creencias (North, 1990).

El problema del costo social, en el que se formula el llamado "Teorema de Coase" fue pensado por Ronald Coase en 1960 para proporcionar una forma alternativa de interpretar el problema de la contaminación, los efectos secundarios o las externalidades a la perspectiva de Arthur Pigou profesor de economía y contemporáneo de John Maynard Keynes (Lai, 2013). El teorema ha sido sujeto de críticas particulares por los trabajos de economistas ambientales que son defensores del desarrollo sostenible, como lo demuestra el trabajo de Bromley (1997). Algunos estrategas chinos incluso han condenado el Teorema de Coase como propaganda de propiedad privada que llevó al colapso de la

Unión Soviética al erosionar la fe en la regulación estatal de la economía (Yang, 2001). En cuanto a las Instituciones, Coase abre la puerta a una teoría económica, que comprende las consecuencias particulares de la correcta conducta de la política económica denominadas “las externalidades” (Lai, 2013), la concepción adecuada de estos factores permite homologar actividades dirigidas a institucionalizar la conducta humana en las organizaciones. Por su parte, Robert Mundell (1968) apoya a comprender la idea de un costo social no calculado, pues otorga una visión positivista y expresamente darwinista de la adaptación a la contaminación del aire, una especie de externalidad (Lai, 2013). El costo de las externalidades es un paradigma social implícito donde el pago por aire más limpio en forma de renta más alta es muy diferente de la compra de botellas de aire limpio para mantenerse con vida (Mundell, 1968).

En presencia de costos de transacción, una clara delimitación de los derechos sobre la tierra puede, de hecho, establecer un mercado, donde no existe uno previamente, o ampliar uno si ya existe (North, 1990) cómo es el caso del mercado de los bonos de carbono donde los subyacentes de los activos de los contratos negociados o los derechos obtenidos de los mismos están en función de los derechos de uso de la tierra de las instituciones, lo mismo sucede con el mercado de futuros y el mercado de derivados en el cálculo de los costos de los contratos. En su libro *La firma, el mercado y la ley* de 1988, Coase reafirmó su visión de la política de una manera más general declarando que la política económica consiste en elegir aquellas normas legales, procedimientos y estructuras administrativas que maximicen el valor de la producción (Coase, 1988). Recordó además a los economistas que los mercados a menudo están regulados para promover el comercio donde los economistas que observan las regulaciones de los intercambios a menudo asumen que representan un intento de ejercer el poder de monopolio y apuntan a restringir la competencia, ignoran o, en cualquier caso, no enfatizan una explicación alternativa para estas regulaciones, que existen para reducir los costos de transacción y, por lo tanto, para aumentar el volumen de comercio (Coase, 1988).

Para estas aseveraciones de un mercado regulado para definir los costos de transacción, Milton Friedman y su esposa Rose (Friedman & Friedman, 1980) otorgan ensayos que promueven el uso de instrumentos de regulación como una solución de mercado en una amplia gama de servicios típicos del estado de bienestar. Estos incluyen la educación, la protección del consumidor y la inflación como un cálculo de los costos como las externalidades, pues el control de la contaminación está incluido en la protección del consumidor (sociedad). La filosofía económica de Friedman ya era expresada en su libro "*Capitalism and Freedom*" en su primera edición de 1962, a estas externalidades se agrega Mundell (1968) argumentando que cuando los efectos indirectos implican ganancias calculables, como las que participan en la producción de conocimiento a través de la investigación, basta con subsidiar a los creadores para asegurar una producción a la tasa socialmente deseable (Coase, 1960 citado por Mundell, 1968) dando un claro referente a que la investigación de los costos de transacción debe ser rigurosa en las instituciones desde las bases de la docencia.

Hayek comparte la postura epistemológica de la escuela austriaca de que los mercados son indispensables como mecanismos que pueden movilizar y comunicar conocimientos, muchos de los cuales son implícitos, de carácter subjetivo y fundamentalmente dispersos en toda la sociedad (Hayek 1960 citado por Miller, 2010). El enfoque de Coase hacia las instituciones, de las cuales el mercado es una opción, es básicamente una evaluación de costo-beneficio (Dahlman, 1979). La mayoría de los casos de falla del mercado se reducen a problemas de costos de transacción excesivos y la dificultad de hacer cumplir los contratos en un gran número de situaciones (Lai, 2013)

Nozick (1988) por su parte, argumenta que el estado debería ser un "estado mínimo" que desempeñe el papel de un "vigilante nocturno" y no dar crédito total al mercado, aunque los combates se realizan en los tribunales del gobierno en lugar de ante las juntas de planificación (Nozick, 1988 citado por Lai, 2013).

La solución de Nozick es judicial y, de hecho, es consistente con el concepto de "análisis económico de la ley" (Posner, 1992). Es irónico que la contaminación sea comúnmente considerada como un indicio de defectos en la privatización de un sistema de propiedad privada, mientras que el problema de la contaminación es que los altos costos de transacción dificultan la aplicación de los derechos de propiedad privada de la víctima de la contaminación (Lai, 2013). En contra parte, Thomas Sowell (1987) insiste en la importancia de los derechos de propiedad privada y la protección constitucional de la propiedad privada contra la invasión estatal, las externalidades o el fracaso del mercado, es un tema fundamental en el debate que justifica la planificación como una actividad del gobierno (Lai, 2013) estos últimos autores se destacan por no tener una postura clara entre el mercado y el estado en la concepción de quien debe costear las externalidades.

Las contribuciones de Karl Popper en su Libro, "*All Life is Problem Solving*" de 1999, trata expresamente de la contaminación argumentando condenas a los adoradores ideológicos del mercado (Gilbertson & Reyes, 2009). Esta condena no se complica por su disgusto por los Verdes, sino por su desprecio a la tecnología como un medio para resolver el problema de la contaminación ya que, según Popper, toda vida es resolución de problemas (Popper, 1999). Ciertamente es que algunos problemas, como la contaminación del aire, por ejemplo, pueden requerir una legislación especial, hay adoradores ideológicos del llamado "mercado libre" (a los que naturalmente debemos mucho) que piensan que esta legislación que limita la libertad de mercado es un paso peligroso en el camino hacia la servidumbre (Popper, 1999) y continua (...) Pero eso de nuevo es un disparate ideológico, hace cuarenta y seis años, en la primera edición de "*The Open Society and Its Enemies*", ya había demostrado que un mercado libre solo puede existir dentro de un orden legal creado y garantizado por el estado, por lo tanto controlamos el mercado de armas (Popper, 1999).

Mundell (1968) ya había mencionado que una forma de avanzar hacia una mayor eficiencia en cuanto a las externalidades que contemplan la contaminación era imponer impuestos a los desbordamientos negativos (externalidades negativas) y subsidiarlas, cuando esto genera incertidumbre, es necesario abordar la cuestionabilidad del mecanismo de mercado al internalizar las externalidades y, cuando este mecanismo falla, la forma en que el estado debería intervenir es a través de su política pública especial y dirigida (Mundell, 1968 citado por Lai, 2013).

Los casos de Nozick, Friedman y Coase son aún más interesantes, si bien ninguno de ellos niega que la contaminación sea un problema que deba abordarse, sus soluciones son únicas, Nozick es un defensor del uso de la corte y Friedman sobre el uso del mecanismo de precios para lidiar con la contaminación (Gilbertson & Reyes, 2009). Coase, un crítico consciente de Pigou, no dice con seguridad si está a favor o en contra de la planificación, aunque las restricciones de zonificación se consideran una opción (Lai, 2013). Al igual que Mundell, el sistema de pensamientos de Friedman (1993) es altamente consistente, Friedman no descartó que la contaminación no fuera un problema, pero ha defendido el precio de la misma y no discutió el papel del gobierno ejecutivo de la misma manera que Nozick. Por su parte, Popper, como crítico de la ingeniería utópica, apoya el control gubernamental de la contaminación y la población. Hayek (1960), como un crítico fiel de la planificación económica central socialista, considera que la planificación a nivel de vecindario (cooperación) por parte del estado es aceptable, suscribiendo el concepto de externalidad que se origina en Arthur Pigou (Gilbertson & Reyes, 2009).

Del mismo modo, la teoría del estado mínimo de Nozick permite al gobierno el control de las externalidades (Lai, 2013). Se supone que el teorema de Coase es una antítesis de la intervención del gobierno y el pilar ideológico para la libertad de contratación. Sin embargo, los pensamientos de Coase son particularmente interesantes ya que, como un rostro de Janus², les permiten a sus seguidores dos opiniones complacientes sobre la planificación del gobierno (Lai, 2013).

El concepto de cargos de contaminación o "ambientalismo de mercado" también es recibido por la comunidad internacional por las aportaciones de Friedman & Friedman en *Free to Choose* de 1980 (Gilbertson & Reyes, 2009). Esto se plasma en la firma de los países en Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1997.

Los certificados de contaminación son parte integrante del tratado internacional sobre la emisión de gases de efecto invernadero. "La mayoría de los economistas están de acuerdo en que una forma mucho mejor de controlar la contaminación que el método actual de regulación y supervisión específica es introducir el mercado disciplina mediante la imposición de cargas de afluentes" (Friedman & Friedman, 1980).

En concreto, La literatura de la Nueva Economía Institucional se forma por los costos de transacción de Coase y la teoría de las instituciones de North, ambas reflejan en práctica actual de los actores de la gobernanza mundial y de algunas empresas comprometidas con la mitigación y reducción del cambio climático.

² Jano (Janus), el dios de los dos rostros es uno de los más viejos dioses del panteón romano. Tradicionalmente, los dos rostros de Jano representan su facultad de ver adelante y atrás.

Brohé et al (2010) argumentan que el éxito de algunos mercados comprometidos con acciones en favor del medio ambiente depende de muchos factores, principalmente el grado en que los políticos generan falacia e irracionalidad para eximir a ciertas industrias o para lograr alcanzar fines de Estado expuestas por North y, advierten a los políticos a que deben actuar con rapidez para detener la manipulación actual de las reglas en los mercados obligatorios y voluntarios y evitar consecuencias futuras graves y costosas basados en los postulados de la nueva economía institucional: mala distribución geográfica de los proyectos, dominio de grandes proyectos con beneficios sociales limitados o negativos, apoyo financiero insuficiente para nuevas tecnologías, altos costos de transacción e integridad ambiental cuestionable.

No obstante Brohé et al (2010) sugieren que los intercambios de derechos de uso pueden mejorarse y podrían aplanar el camino para un proceso de comercio y límites más efectivos, las consecuencias de no crear sistemas y prácticas de comercio responsables sugieren que podríamos estar sembrando las semillas para una futura crisis de alto riesgo en los mercados de emisiones de GEI.

Gilbertson y Reyes (2009) otorgan juicios críticos a favor y en contra sobre el potencial de los mercados ambientales para reducir significativamente las emisiones de GEI, discuten el rápido crecimiento de los mercados voluntarios mal regulados y la inclusión del comercio de carbono en los mercados de futuros especulativos, sugieren que los mercados de contaminación anteriores funcionaron mal y los formuladores de políticas continúan cometiendo los mismos errores (por ejemplo, generalización, lagunas, excepciones de la industria, incentivos perversos, banca de créditos, etc.). Sin embargo, los autores no creen que se haya producido un bajo rendimiento en los mercados porque las reglas deben diseñarse o implementarse mejor, argumentan que el uso de mercados imperfectos para corregir una falla del mercado es fundamentalmente erróneo.

Un resultado de la falla de los mercados de la contaminación es que las industrias contaminantes han presionado para que las políticas de compensación de carbono les permitan prolongar la dependencia de los combustibles fósiles y/u obtener ganancias del comercio de carbono, esencialmente carbonatando en lugar de despoblar a los sectores principales de la economía.

Según Brohé (2010) el 85% la transmisión de derechos de uso se destina a Brasil, China, India, México y Corea del Sur, mientras que el comercio de emisiones ha llevado la transferencia de tecnología limitada y la inversión a las áreas más pobres y marginales. Gilbertson & Reyes (2009) sugieren que los políticos y el sector privado se han distraído con soluciones intrincadas que crean modificaciones superficiales a los negocios como de costumbre. En contraste, los autores argumentan que deberíamos aceptar la necesidad de reducir las emisiones de GEI como una oportunidad para reexaminar la falta general de sostenibilidad en sectores económicos que van desde la agricultura hasta la fabricación y la generación de energía. Argumentan que las soluciones ambientales deben abordar la marginalización histórica, las inequidades en la tenencia de la tierra, el acceso desigual a los recursos y otras causas fundamentales del desarrollo desigual (Gilbertson & Reyes, 2009).

Los autores están de acuerdo en que el mercado de emisiones debe considerarse como una opción en un amplio espectro de soluciones para el cambio climático, también fomentan la exploración de los impuestos sobre el carbono, la educación baja en carbono, la eficiencia energética y la renovación basada en la comunidad, proyectos de energía, entre muchas otras iniciativas de acción y enfoques de políticas expuestas en los estudios de North 1990, es decir, la literatura emergente sobre el desempeño económico y el desempeño ambiental de las organizaciones descansa en gran mayoría en los trabajos de autores pre coasianos y La Nueva Economía Institucional de North (Gilbertson & Reyes, 2009).

1.3. Desempeño financiero y medio ambiente

La literatura del rendimiento financiero y su relación con la sustentabilidad inicia con la definición de algunos factores que implican empíricamente la rentabilidad de las empresas preocupadas por el cambio climático en el último cuarto del siglo XX; una primera entrega de la definición de los factores clave hace referencia a los grupos de interés bajo la teoría de Stakeholders (Alexander & Buchholz, 1978, Arlow & Cannon, 1982, Freeman, 1984, Carroll, 1985, citado por Smith et al, 2010) y en seguida, una referencia a la contabilidad financiera con la teoría de Tripple Bottom establecida por John Elkington en 1994. Posteriormente, los trabajos académicos hacen referencia a la integración de los enfoques anteriores a un modelo de gobernanza corporativa como un tópico de valor agregado para la formación de empresas socialmente responsables (Smith et al, 2010). En materia multidisciplinaria, algunos teóricos contemporáneos generaron modelos sofisticados para integrar a los aspectos fundamentales, modelos matemáticos clásicos de valuación de rendimiento financiero con el concepto de sustentabilidad, empresas socialmente responsables y grupos de interés en su metodología de valuación corporativa (Utz, Wimmer, & Steuer, 2015).

La reacción de la academia financiera en la primera y segunda década del siglo XXI sugiere que los modelos matemáticos fundamentales pueden crear carteras de inversión que reflejen la información de las empresas y/o países comprometidos con la mitigación y reducción de contaminantes.

Los primeros trabajos vinculan las calificaciones ambientales con su capacidad de explotar oportunidades de ingresos bajos carbono (Berman et al, 1999 y Hillman & Keim 2001), por su parte Stern (2007) analiza los riesgos del cambio climático y el crecimiento económico. La conexión directa entre el desempeño del rendimiento financiero y la huella de carbono fue desarrollada por Delmas et al (2011), trabajo que fungió como base para encontrar un ROA positivo y la reducción de costos ambientales en la relación de prácticas ambientales y desempeño financiero de Jo et al (2015).

Por su parte, Ibikunle et al (2015) revisa los fondos de inversión verdes en la Unión Europea comparando su desempeño con fondos convencionales y fondos negros, su conclusión refleja que el rendimiento no es estadísticamente significativo, pero aporta valor en la reducción del riesgo; sin embargo, algunos trabajos recrean la metodología comparativa y encuentran rendimientos mejores que el mercado, por ejemplo Laplante et al (2017) comparó la intensidad de carbono de índices bursátiles y el rendimiento de acciones verdes con carteras tradicionales confirmando mejores rendimientos que el mercado europeo, por su parte Anderson et al (2016), desarrollo estrategias dinámicas de inversión que cubren pasivos a largo plazo del riesgo climático mediante coberturas, los resultados dieron apertura a las carteras de inversión sustentables de Fang et al (2018). Finalmente, Bender et al (2019) integra cada una de las variantes anteriores para establecer si el cambio climático está presente en el riesgo de una cartera de inversión y si el valor presente refleja el cambio climático de las inversiones a partir del uso de métricas bajas en carbono, métricas de mitigación y métricas de adaptación al cambio climático en una optimización de media-varianza de la teoría clásica de portafolios de Markowitz (1952,1959).

1.4. Teoría Moderna de portafolios y medio ambiente

El primer acercamiento al fenómeno de describir y medir el riesgo climático en carteras de inversión surge de las bases de la teoría moderna de portafolios. La combinación de diversas metodologías alrededor de la teoría moderna de portafolios apoya al entendimiento de cómo la información del mercado está contenida en el valor del activo de manera individual y de manera conjunta en una cartera de inversión (Francis & Dongcheol, 2013).

La teoría moderna de portafolios apoya al supuesto de que un mercado es sustentable cuando la información refleja la información adecuada en materia de mitigación y reducción del cambio climático en una cartera de inversión (Bender et al, 2019). El contenido de la información del mercado baja en emisiones soporta a una racionalidad limitada por parte de un inversionista medio ambientalmente responsable que espera un binomio de riesgo - rendimiento que justifique su inversión en activos de proyección sustentable en valor futuro y un riesgo asociado a la mitigación y reducción del cambio climático (Bender et al, 2019).

La teoría de carteras de inversión se basa en cuatro supuestos de comportamiento (Francis & Dongcheol, 2013):

1. Todos los inversionistas visualizan cada oportunidad de inversión (por ejemplo, cada acción o bono) representada por una distribución de probabilidad de rendimientos (rendimiento esperado) que se mide en el mismo horizonte de planificación (período de tenencia).

2. Las estimaciones de riesgo de los inversores son proporcionales a la variabilidad de los rendimientos (medida por la desviación estándar, o de manera equivalente, la varianza de los rendimientos).

3. Los inversores están dispuestos a basar sus decisiones solo en las estadísticas de rendimiento y riesgo esperadas. Es decir, la utilidad de los inversores de la función de rendimientos, $U(r)$, es únicamente una función de la variabilidad del rendimiento (σ) y el rendimiento esperado [$E(r)$]. Simbólicamente, $U(r) = f[\sigma, E(r)]$. Dicho de otra manera, cualquier felicidad que un inversionista obtenga de una inversión puede explicarse completamente por σ y $E(r)$.

4. Para cualquier nivel de riesgo dado, los inversores prefieren rendimientos más altos a rendimientos más bajos. Simbólicamente, $\partial U(r) / \partial E(r) > 0$. A la inversa, para cualquier nivel dado de tasa de rendimiento, los inversores prefieren menos riesgo sobre más riesgo. Simbólicamente, $\partial U(r) / \partial \sigma < 0$. En otras palabras, todos los inversionistas son maximizadores de la tasa de rendimiento adversa al riesgo.

Los cuatro supuestos de comportamiento son lógicos y realistas, y se mantienen a lo largo de toda la teoría de la cartera (Francis & Dongcheol, 2013). Teniendo esto, los supuestos implican que las inversiones más deseables tienen:

1. El riesgo mínimo esperado a cualquier tasa de rendimiento esperada dada.
O, a la inversa,
2. La tasa de rendimiento máxima esperada en cualquier nivel de riesgo esperado.

Los inversores descritos por los supuestos anteriores preferirán los activos eficientes de Markowitz. Tales activos son casi siempre carteras en lugar de activos individuales. Los activos eficientes de Markowitz se denominan carteras eficientes, ya sea que contengan uno o varios activos (Francis & Dongcheol, 2013).

Si todos los inversores se comportan como se describe en las cuatro suposiciones, el análisis de cartera puede delinear (matemáticamente) el conjunto de carteras eficientes.

Si el análisis racionaliza el comportamiento complejo (como la diversificación), o si el análisis arroja predicciones que valen la pena (como la aversión al riesgo), puede ser valioso a pesar de sus supuestos simplificados. Además, si las suposiciones son solo ligeras simplificaciones, como lo son las cuatro mencionadas anteriormente, no son motivo de alarma. Las personas solo deben comportarse como si estuvieran descritas por los supuestos para que una teoría sea válida (Francis & Dongcheol, 2013).

El análisis de cartera no solo implica diversificación, sino que implica el "tipo correcto" de diversificación por la "razón correcta" (Francis & Dongcheol, 2013). Los inversores no consideran que la adecuación de la diversificación dependa del número de valores diferentes que se tengan. Una cartera con sesenta valores ferroviarios diferentes, por ejemplo, no se diversificaría tanto como una cartera del mismo tamaño con algún ferrocarril, algún servicio público, minería, varios tipos de manufactura, etc. (Francis & Dongcheol, 2013). La razón es que generalmente es más probable para las empresas dentro de la misma industria para hacer mal al mismo tiempo que para las empresas en industrias diferentes. De manera similar, al tratar de hacer que la variación (de los rendimientos) sea pequeña, no es suficiente invertir en muchos valores. Es necesario evitar invertir en valores con altas covarianzas (o correlaciones) entre ellos (Francis & Dongcheol, 2013).

Markowitz (1952,1959) nos dice que una cartera eficiente debe cumplir tres condiciones:

1. Debe tener la máxima rentabilidad en su clase de riesgo.
2. Debe tener el riesgo mínimo en su clase de retorno.
3. No debe involucrar ningún peso negativo.

Financieramente hablando, negar pesos negativos significa que no se permite apalancamiento ni ventas cortas. De manera más realista, los pesos negativos son posibles y tienen una interpretación económica racional. Solo los fondos de inversión pública que están restringidos por las regulaciones deben cumplir con la tercera condición.

Por lo tanto, la función objetivo de Markowitz (1952,1959) se traduce en:

$$Max w'r - \lambda w' \Sigma w$$

Donde:

w = vector de ponderaciones óptima

r = vector de rendimientos esperados

λ = Aversión al riesgo

Σ = Matriz de Covarianzas

La integración medioambiental a la función objetivo de la cartera moderna de portafolios es desarrollada por Bender et al (2019), quien toma la función objetivo tradicional y reemplaza el rendimiento esperado por la exposición al carbono de cada activo. El objetivo de las carteras temáticas (medio ambientales) de Bender et al (2019) es Maximizar la exposición en compañías con baja intensidad de carbono y Minimizando el riesgo típico adaptado a un marco de riesgo climático. Por lo tanto, la función objetivo para el diseño de carteras de inversión medioambientales está dada por:

$$Max w'X - \lambda w' \Sigma w$$

Donde:

w = vector de ponderaciones óptima

X = vector de exposición al carbono

λ = Aversión al riesgo

Σ = Matriz de Covarianzas

Finalmente, Bender et al (2019) reformula la ecuación para controlar un nivel de error de seguimiento para adaptar el marco de riesgo climático y sujeta los objetivos a restricciones de métricas medio ambientales; la función objetivo final y sus restricciones se fijan en:

$$\text{Min } w'X$$

Donde:

w = vector de ponderaciones óptima

X = vector de exposición al carbono

Sujeto de:

$$\omega \leq \bar{W}$$

$$g \geq \bar{G}$$

$$b \leq \bar{B}$$

$$r \leq \bar{R}$$

$$a \geq \bar{A}$$

Donde ω es el error de seguimiento del portafolio y \bar{W} es el umbral definido por el error de seguimiento del índice de referencia³, g es la exposición de la cartera a ingresos verdes y \bar{G} es un umbral predefinido para el nivel de ingresos verdes deseado, b es la exposición de la cartera a los ingresos marrones y \bar{B} es un límite máximo predefinido para los ingresos marrones, r es la exposición de la cartera a los combustibles fósiles y \bar{R} es un límite máximo predefinido para la exposición a combustibles fósiles, a es la exposición de la cartera a una clasificación de adaptación climática.

El modelo de carteras climáticas de Bender *et al* (2019), se acerca a una distribución continua normal, integra valores no negativos (no ventas en corto) y refiere no excedente de efectivo al invertir la totalidad en los valores.

³ El error de seguimiento se define como la desviación estándar de los retornos mensuales excedentes (donde los retornos excesivos se definen como retornos mensuales del índice menos los retornos del universo ponderado por límite durante el mismo mes), anualizados. Para la optimización de la cartera, se utiliza una estimación *ex ante* (pronóstico) del error de seguimiento basado en un modelo de riesgo.

Capítulo 2. El mercado de la contaminación

*“Una idea comienza a ser interesante cuando tienes miedo de
llevarla a su conclusión lógica”*

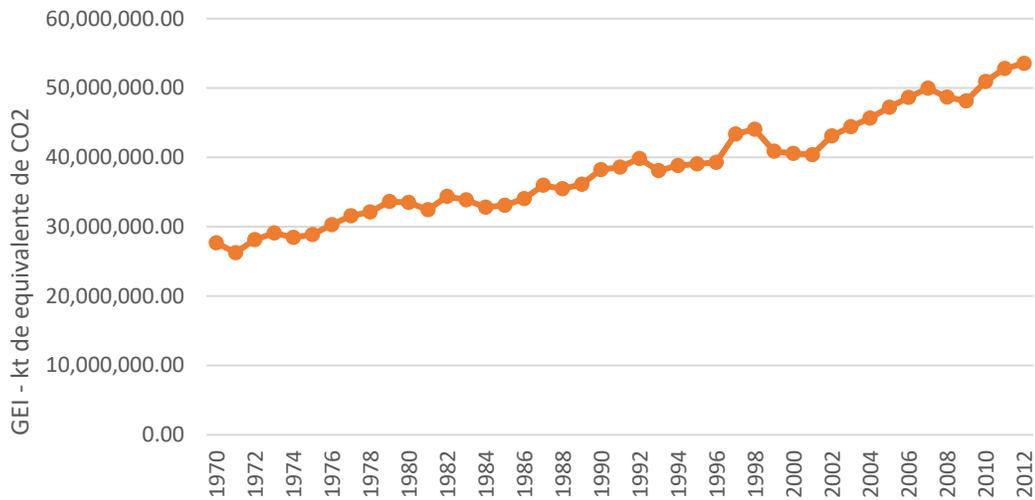
- Nassim Taleb

2.1. De Río a París: Breve reseña sobre el plan global para el combate del cambio climático

La Cumbre de la Tierra de Río, en el ejercicio de La Convención Macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC en adelante) de 1992, entregó algunos supuestos neoliberales subyacentes como reflejo de un sistema económico abierto basado en el crecimiento económico y la recuperación general de las corporaciones multinacionales señalándolas como agentes positivos del cambio ecológico (Gilbertson & Reyes, 2009), la denominación a este plan de acción se le conoce como Agenda 21. La promoción del desarrollo sostenible a través de la liberación comercial y la recuperación general de las corporaciones como agentes positivos del cambio ecológico fueron declaraciones positivas y, se formarían las reuniones siguientes se conocen hasta ahora como la conferencia de las partes (CoP).

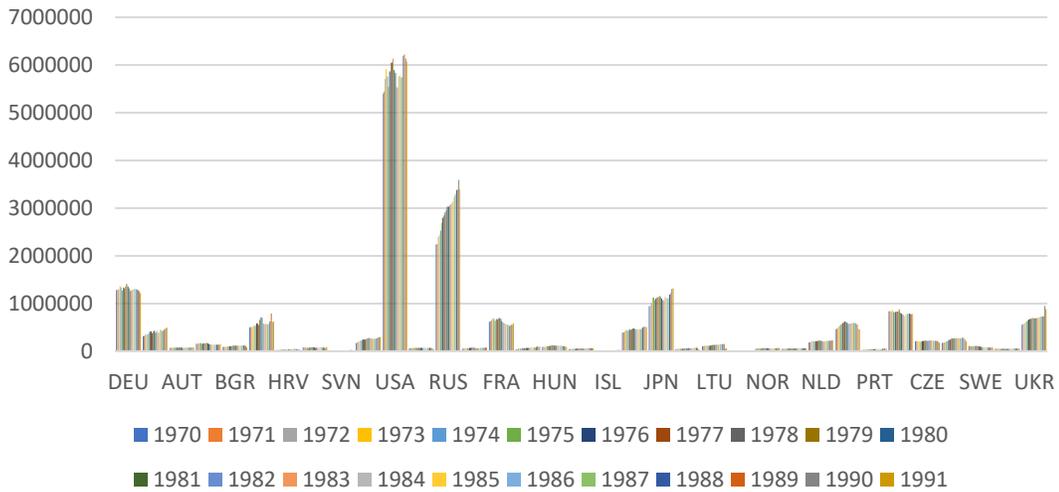
Durante Río 1992, la CMNUCC señaló que el incremento de GEI a nivel mundial era evidente (gráfica 2.1), y que la mayor parte de las emisiones mundiales históricas se originaron en los países desarrollados denominados como Países del Anexo B (gráfica 2.2), por lo tanto, los países tenían responsabilidades comunes pero diferenciadas para enfrentar el cambio climático con los países industrializados (Gilbertson & Reyes, 2009); La carga de la responsabilidad se manifiesta en la emisión de CO₂ derivado de combustibles fósiles y procesos industriales por encima de las demás emisiones antropógenas a nivel mundial (gráfica 2.3 y gráfica 2.4).

Gráfica 2.1. Emisiones mundiales históricas en ktCO₂e, 1970 - 2012



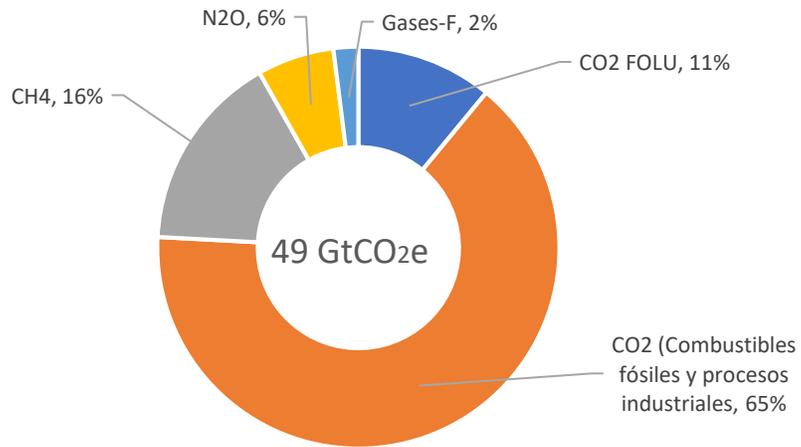
Fuente: Elaboración propia a partir de: Banco Mundial. (2019). Emisiones de gases de efecto invernadero totales (kt de equivalente de CO₂). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GHGT.KT.CE?view=chart>

Gráfica 2.2. Gases de Efecto Invernadero de países de desarrollados en ktCO₂e, 1970 - 1991



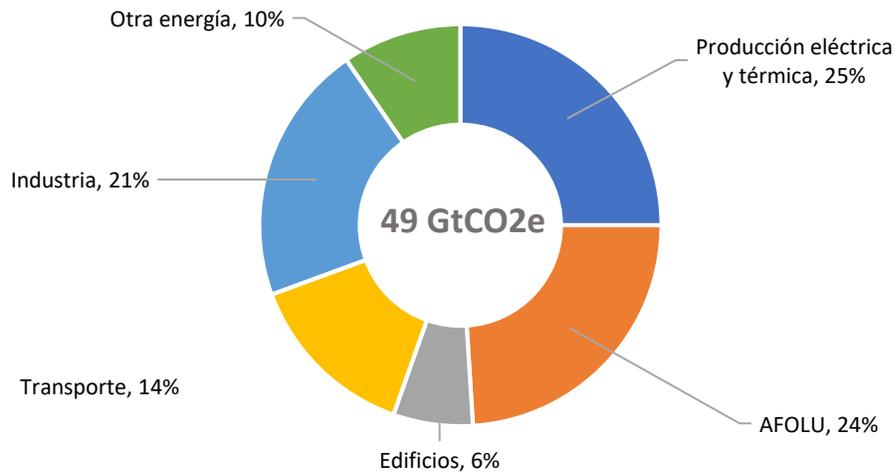
Fuente: Elaboración propia a partir de: Banco Mundial. (2019). Emisiones de gases de efecto invernadero totales (kt de equivalente de CO₂). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GHGT.KT.CE?view=chart>

Gráfica 2.3. Emisiones antropógenas del GEI por grupos de gases, 2010



Fuente: Elaboración propia adaptado de, IPCC. (2014). Resumen para responsables de políticas. En: Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribución. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.: Cambridge University Press.

Gráfica 2.4. Emisiones directas de GEI por sectores económicos, 2010.



Fuente: Elaboración propia adaptado de, IPCC. (2014). Resumen para responsables de políticas. En: Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribución. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América: Cambridge University Press.

En 1994 los países desarrollados se comprometieron de manera voluntaria a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles de 1990 para el año 2000. Con los compromisos firmados, en 1995 la primera Conferencia de las Partes se reunió en Berlín con la intención de dar un tratamiento guiado por expertos en materia del cumplir con los encargos voluntariamente firmados (Gilbertson & Reyes, 2009). Las propuestas fueron dirigidas por un grupo de expertos del Anexo 1 de la CMNUCC, guiados por la Agencia Internacional de Energía y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE en adelante) para las naciones industrializadas, la oferta para las Naciones Unidas se convirtió en seguida en un foro para la elaboración de un sistema de comercio de emisiones en el Protocolo de Kyoto.

En diciembre de 1997, la tercera CoP se celebró en Kyoto, Japón, el resultado de la reunión resultó en un Protocolo de actuación que se convertiría en el pilar de la política climática internacional (Gilbertson & Reyes, 2009), aun con ello, el año de 1998 fue el año más cálido, de la década más cálida, del siglo más cálido hasta ahora registrado (Velázquez de Castro, 2005). El protocolo de Kyoto permite a los países establecidos en el Anexo B desarrollar proyectos de mitigación y reducción del cambio climático mediante diferentes mecanismos de actuación⁴ para compensar sus niveles de gases de efecto invernadero producidos y posteriormente comercializarlos; sin embargo, la idea de la compensación tiene un origen anterior al protocolo de Kyoto⁵, pero mantiene su lógica económica en encontrar una ubicación barata para abordar el problema del cambio climático independientemente de donde se ha causado y convertirlo en mercado (Gilbertson & Reyes, 2009), es decir, la actuación y comercialización de emisiones se convierte en un esquema de mercado.

⁴ Para más información revisar capítulo Bonos de Carbono de este trabajo.

⁵ Para más información revisar Gilbertson & Reyes 2009.

El esquema de mercado de emisiones más grande es fruto de la Comisión Europea, responsable de proponer la legislación de la Unión Europea quien puso a consulta en el año 2000 el modelo de comercio de emisiones y que en 2003 la Directiva Europea de Comercio de Emisiones se convertiría en ley, el sistema entró en vigor en 2005 como el Sistema de Comercio de Carbono de la Unión Europea (ETS EU - The Emissions Trading System por sus siglas en inglés) y con esto aportar al objetivo de reducción de emisiones para los años 2008 y 2012.

El ETS de la UE establece un límite que representa el límite total de emisiones de GEI permitidas, y divide esta cantidad total en una cantidad de permisos de emisión que se distribuyen entre las empresas (...) una ventaja del ETS de la UE en relación con otros mecanismos de política ambiental es la rentabilidad, ya que permite a cada empresa elegir su nivel óptimo individual de reducción de la contaminación (Cañón-de-Francia & Garcés-Ayerbe, 2019), estas políticas ambientales para Joltreau & Sommerfeld (2017) pueden tener importantes consecuencias para la competitividad o rentabilidad de las empresas, esto es que para el ETS EU, la literatura empírica documenta la reducción de las emisiones pero muestra efectos negativos en la competitividad de las empresas durante las dos primeras fases del esquema 2005 – 2012, por consecuencia de la asignación excesiva de derechos de emisiones y la capacidad de las empresas de transferir los costos a los consumidores en algunos sectores (Joltreau & Sommerfeld, 2017).

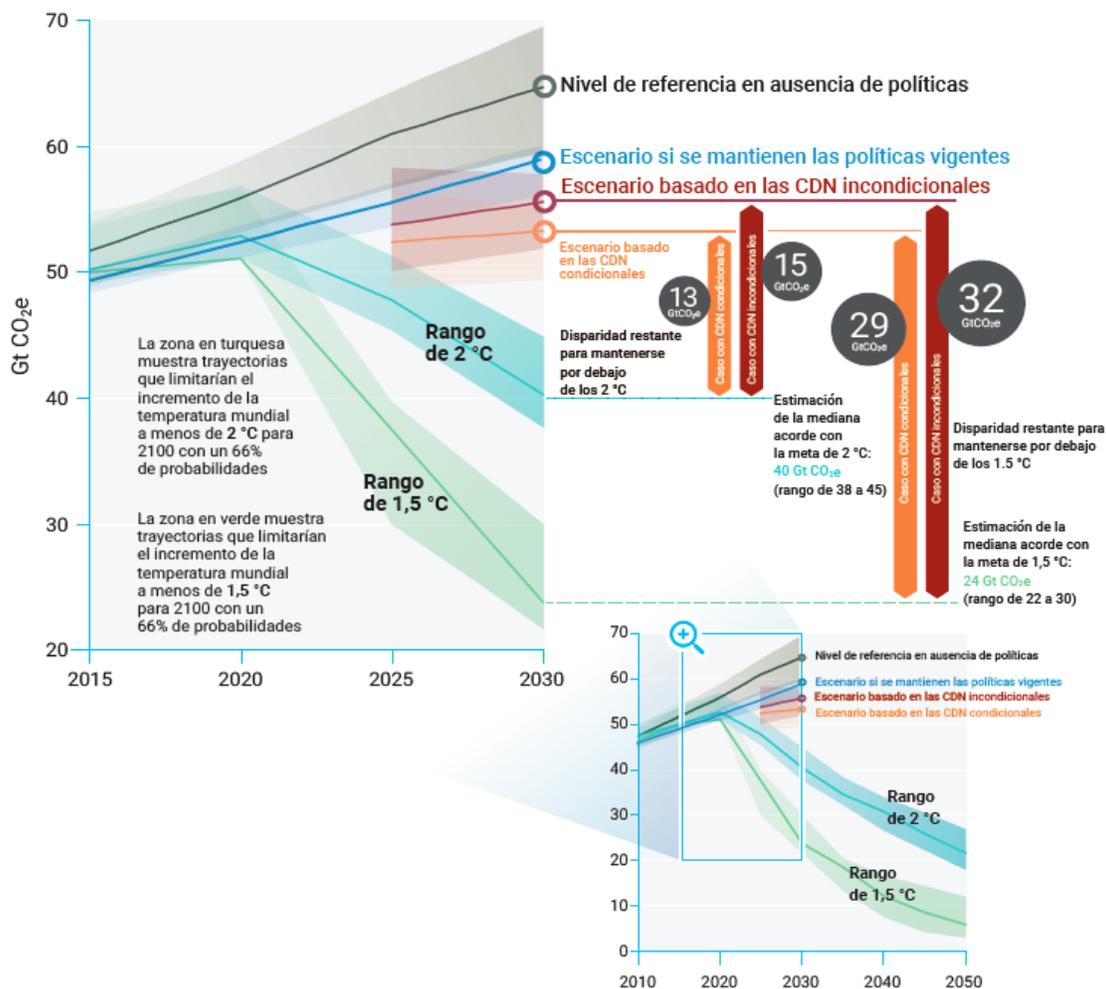
En 2015, en vista de los nulos resultados obtenidos entre 2008 y 2012 por las partes involucradas en los compromisos, El Acuerdo de París sobre Cambio Climático logró reunir a 195 países, suficiente para un acuerdo global dictado en la CoP21 (Gilbertson & Reyes, 2009). De las declaraciones de la COP21 en París, quedó claro que las naciones poderosas estaban dando forma a la idea de la diferenciación legítima, y buscando enfocarse en la paridad en el desarrollo económico y su perspectiva de que la justicia implica que los países en desarrollo contribuyan más a la acción climática.

En realidad, esta nivelación de expectativas ha logrado reducir las expectativas de reducción de emisiones en los países desarrollados, mientras que se imponen más cargas a los países en desarrollo que ya están sufriendo la mayor parte del cambio climático (Okereke & Coventry, 2016).

Este acuerdo retoma los compromisos del Protocolo de Kyoto en la reducción de emisiones en una segunda etapa de 2012 a 2020 bajo los lineamientos de mitigación, adaptación, tecnología y financiamiento; el objetivo central es “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales” (UNFCCC, 2015); los criterios de acción se basan en los diferentes escenarios estimados para el año 2030 (ilustración 2.1) y se establece los siguientes compromisos para cumplir este objetivo central (UNFCCC, 2015):

1. Compromiso de las partes por entregar información cada cinco años sobre las acciones de reducción de emisiones GEI.
2. Apoyo financiero provisto de los países desarrollados a los países en desarrollo para hacer frente al cambio climático; se autoriza USD 100.000 MM anuales a partir del año 2020.
3. Aumento en la capacidad de adaptación a los efectos adversos del Cambio climático y la promoción a la resiliencia al clima.
4. La búsqueda de un mecanismo de desarrollo y transferencia de tecnología ante la mitigación de emisiones GEI.
5. Se acuerda, además, para el año 2023 y de manera quinquenal un balance del avance colectivo. La publicación de inventarios de emisiones se informado para su análisis.
6. El acuerdo adquiere figura de “Acuerdo internacional legalmente vinculante una decisión que lo acompaña no legalmente vinculante”. (UNFCCC, 2015) permite entonces que los países puedan cambiar sus posturas según la situación interna en lo particular.

Ilustración 2.1. Emisiones mundiales de GEI conforme a distintos escenarios y disparidad en las emisiones en 2030, (estimación y rango de percentiles 10 grados a 90 grados)



Fuente: ONU. (2018). Emissions Gap Report 2018. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: <https://www.unenvironment.org/es/resources/informe-sobre-la-brecha-de-emisiones-2018>

La agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ilustración 2.1), representan el avance político y conceptual de los objetivos de Desarrollo del Milenio establecidos en el año 2000 (CEPAL , 2016). Las bases de estos compromisos son un reflejo de la comunidad epistémica y las relaciones internacionales, en ellos se plasma que el mundo viva dentro de los límites planetarios a través del desarrollo de nuevas tecnologías sostenibles y nuevas reglas globales de juego (Gómez-Lee, 2019), el argumento es que un proceso metódico y cooperativo generará resultados considerablemente mejorados para todo el mundo (Rockström *et al*, 2013, citado por Gómez-Lee, 2019), incluso Rockström demostró que tan solo era necesario fijar dos objetivos concretos para cumplir los demás objetivos de desarrollo sostenible: cero pérdidas de la biodiversidad y limitar a 2 grados centígrados el aumento de la temperatura por encima de los niveles preindustriales (Gómez-Lee, 2019). Según Planetary Boundaries Initiative (2015) “Sin optar por adoptar todo el marco de los límites planetarios, la ONU, sin embargo, terminó respaldando la importancia de casi todos los límites” (Planetary Boundaries Initiative, 2015, citado por Gómez-Lee, 2019). La buena noticia, según Gómez-Lee (2019) es que el enfoque holístico de la agenda de desarrollo sostenible 2030 plantea vivir dentro de los límites del planeta (...) la mala noticia es que hay una parte que no supera la prueba científica, el crecimiento económico se menciona a lo largo del documento final 20 veces y en lograr un crecimiento del PIB del 7% anual para los países menos desarrollados (Gómez-Lee, 2019).

Ilustración 2.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: ONU. (2018). Emissions Gap Report 2018. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: <https://www.unenvironment.org/es/resources/informe-sobre-la-brecha-de-emisiones-2018>

El Acuerdo firmado por 160 de los 195 países asistentes a la CoP21 entró en vigor el 4 de noviembre de 2016 y, forma parte del plan global para el combate del cambio climático junto la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En el Acuerdo, los gobiernos presentaron sus planes de acción climática posteriores a 2020, conocidos como Contribuciones Nacionalmente Determinadas (en adelante NDC por sus siglas en inglés), y que forman un marco de referencia de necesidades financieras para enfrentar el cambio climático que abarca el total de los flujos financieros cuyo efecto esperado es reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero y/o mejorar la resiliencia a los impactos de la variabilidad del clima y de los cambio climáticos esperados (CEPAL, 2017). Este proceso de financiamiento climático está integrado por diversos actores, fuentes de recursos e instrumentos financieros que operan de manera directa e indirecta en el flujo de financiamiento climático (Ilustración 2.3)

El flujo de financiamiento climático que presenta el IPCC (2014), tiene la intención de poder reconocer la importante participación de los mercados de capitales en todo el proceso de movilización de recursos que la agenda propone para el desarrollo sostenible. Para dimensionar la importancia la intermediación financiera en el desarrollo productivo, se calcula que en 2020 el valor de los activos financieros mundiales ascenderá a 600 billones de dólares, en contraste con el PIB, que rondara los 100 billones de dólares (...) si se incluyen los instrumentos derivados, que son una de las formas más comunes de innovación financiera, los activos mundiales podrían llegar a los 1,000 billones de dólares (Lund *et al*, 2013 citado por CEPAL, 2015).

Aun con estos argumentos, la CEPAL (2015) reconoce que, dado que los flujos privados responden a los incentivos de mercado, se precisan políticas públicas a nivel mundial que definan el papel de los flujos públicos y privados, así como sus niveles de interacción (...) se requiere especificar las condiciones de acceso al financiamiento, criterios y mecanismos que orienten a la asignación y el uso de recursos financieros (CEPAL, 2015).

Si bien, el impacto agregado de las NDC está lejos de ser suficiente para limitar la temperatura a 1.5°C o, incluso a 2°C (Kuramochi et al 2018), es importante reconocer el papel de la intermediación financiera y la innovación de los instrumentos financieros como aceleradores de mercado; es así que, los siguientes apartados de este trabajo revelan el panorama general de los bonos de carbono como instrumento del mercado de deuda y, los índices bursátiles con perfiles medioambientales como mercado de capitales.

Ilustración 2.3. Flujos de financiamiento climático



Fuente: Elaboración propia a partir de CEPAL. (2015). Financiamiento para el desarrollo en América Latina y el Caribe. Un análisis estratégico desde la perspectiva de los países de renta media. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37767/1/S1500127_es.pdf

2.2. El mercado de los bonos de carbono

El mercado de los bonos de carbono se entiende como el lugar en donde se comercializan los derechos de emisiones de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (GEI); los bonos de carbono, es el nombre genérico con el que se denomina a una serie de instrumentos económicos y de mercado, creados para reducir las emisiones contaminantes (Vázquez, 2011). Contiene las características propias de un mercado financiero, donde oferentes y demandantes intercambian activos objeto de inversión basados en contratos que permiten tanto cumplir con estándares de reducción de contaminantes como financiamiento o refinanciamiento en parte o en totalidad de proyectos elegibles nuevos y/o existentes sustentables. El Banco Mundial afirma que los beneficios de los proyectos sustentable pueden ser medidos tanto en función de beneficios para la sociedad como en reducción del bióxido de carbono y de otros gases invernadero (Banco Mundial, 2017); el objetivo del mercado de bonos es hacer partícipe a todos los sectores públicos y privados en cumplir con compromisos de mitigación y reducción del cambio climático.

El primer sistema de comercio de emisiones entró en vigor el 1 de enero de 2005; desde entonces, el EU ETS es el mercado de permisos de emisiones más grande del mundo hasta la fecha y cubre casi la mitad de las emisiones totales de CO₂ de la UE (Hintermann, 2010), La primera fase del mercado abarcó los años 2005-2007 y se consideró una prueba piloto para la segunda fase, que coincide con el período de cumplimiento de Kyoto de 2008-2012. Este sistema se presenta a sí mismo como un sistema diseñado para abaratar a las empresas para reducir sus emisiones de carbono, con la idea de que los gobiernos otorguen un número limitado de permisos para contaminar, con ello el “reparto de la carga” de emisiones podría apoyar tanto a países desarrollados en cumplir sus obligaciones como a los menos desarrollados en aumentar su PIB (Gilbertson & Reyes, 2009).

El producto básico comercializado dentro del ETS de la UE, son los permisos de carbono conocidos como Permisos de la Unión Europea (EUA por sus siglas en inglés), las empresas pueden intercambiar derechos libremente dentro de la UE, ya sea a través de corredores (over-the-counter u OTC, sobre el mostrador por sus siglas en inglés) o de forma bilateral (Hintermann, 2010), estos permisos cubren aproximadamente 11,500 estaciones de energía, fábricas y refinerías en 30 países que incluyen los 27 estados miembros de la UE, además de Noruega, Islandia y Liechtenstein (Gilbertson & Reyes, 2009), casi la mitad de las emisiones contaminantes se derivan de empresas de estos países (ICAP, 2018).

El método elegido para asignar las emisiones varía considerablemente entre los países, y actualmente se acuerda mediante una negociación compleja entre la Comisión Europea, el poder ejecutivo de la Unión Europea y sus gobiernos miembros (Gilbertson & Reyes, 2009). Sin embargo, ya se ha acordado que se deben homologar las asignaciones e integrar a un mayor número de países apoyando a los objetivos del milenio del acuerdo de París de 2017 para el año 2020 (ICAP, 2018).

El reconocimiento global del 2018 otorga veintiún Sistemas de Comercio de Emisiones (SCE en adelante) en diferentes niveles de gobierno, las jurisdicciones con un SCE en operación representan más del 50% del PIB global y con casi un tercio de la población mundial (ICAP, 2018). También las Reglas del Modelo se han actualizado y los miembros de la UE han destacado la posibilidad de tener una política bipartidista con EE. UU. acordando el tope de emisiones para el 2030 en un 65% por debajo del tope inicial del 2009 (ICAP, 2018), esto es un 3% anual entre 2021 y 2030. Se introduce también una reserva de contención de misiones para 2021 que permitirá a los estados retener de forma permanente hasta el 10% de los permisos de emisión de su presupuesto anual para asegurar la reducción de emisiones en caso de que los precios disminuyan por debajo de los precios de activación preestablecidos.

El Resumen Ejecutivo de la International Carbon Action Partnership 2018 (ICAP, 2018), otorga los suficientes datos del estatus del comercio de emisiones en el mundo, destacando la regionalización de los sistemas de comercio, los sectores regulados por entidad federativa, la vinculación entre estas en el mercado de carbono, las formas diversas del modelo de tope y comercio, así como la gobernanza del modelo.

El modelo de comercialización de emisiones.

Los instrumentos que se comercializan están basados en contratos, de los que subyacen los equivalentes a una tonelada de CO₂ (tCO_{2e}), y cada país puede adaptarse al modelo que mejor se ajuste a sus compromisos en el protocolo (ICAP, 2018); los mecanismos se entregan en los siguientes enunciados:

1. Comercio de derechos de emisión. Un derecho de emisión es una licencia que se obtiene para poder emitir una tonelada de CO₂ (ICAP, 2018). Los países industrializados, incluidos en el Anexo I del Protocolo de Kioto, reparten derechos de emisión entre los sectores y empresas afectados por las emisiones de CO₂ según sus objetivos de reducción de emisiones “tope y comercio” (Gilbertson & Reyes, 2009). El comercio de derechos de emisión es el mecanismo por el cual los agentes afectados pueden comprar y vender derechos de emisión con la finalidad de cumplir sus compromisos de emisiones en el periodo estipulado y, puede realizarse a nivel doméstico o a nivel regional, es decir entre el conjunto de países participantes en el Protocolo de Kioto (ICAP, 2018).

2. Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL en adelante). Permite obtener reducciones certificadas de emisiones (CER por sus siglas en ingles), equivalentes a obtener derechos de emisión, a cambio de realizar inversiones en proyectos que rebajen el nivel de emisiones en países en vías de desarrollo. Estos proyectos pueden ser inversiones en tecnologías limpias o en sumideros (bosques y tierras de cultivo que absorben el CO₂). La adquisición de CER's, al igual que de derechos de emisión, permiten cumplir el objetivo de reducción de emisiones (ICAP, 2018).

3. Acción conjunta (AC en adelante). Este mecanismo es similar al anterior. Permite a un país industrializado invertir en otro país también industrializado en la ejecución de un proyecto encaminado a reducir las emisiones de GEI o a incrementar la absorción por los sumideros (ICAP, 2018). Las certificaciones obtenidas a través de inversiones en proyectos de Acción Conjunta, denominadas unidades de reducción de emisiones (URE en adelante), también permiten cumplir con los compromisos de emisiones como si de un derecho de emisión de CO₂ se tratase.

4. Fondo de adaptación. El objetivo del Protocolo de Kioto, al igual que el de la Convención de Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, es ayudar a los países a adaptarse a los efectos del cambio climático (CEPAL, 2017); por lo tanto, se busca ayudar a los países en la creación de modelos que ayuden a aumentar la recuperación tras posibles impactos derivados del cambio climático. Para este objetivo, se estableció un fondo de adaptación que pretende financiar proyectos o programas de mitigación y reducción del cambio climático en los países firmantes, haciendo uso de los ingresos resultantes de las actividades del Mecanismo para un Desarrollo Limpio y de otros ingresos generados (CEPAL, 2015).

En el comercio de emisiones, puede encontrarse también un mercado voluntario de emisiones, en él, se comercializan los certificados de reducción de emisiones para que los participantes (públicos y privados) puedan cumplir sus compromisos de naturalizar sus emisiones contaminantes y/o financiar proyectos sustentables, la dinámica es la de una bolsa de valores tradicional, en la que oferentes y demandantes coinciden en un escenario para intercambiar un bien o servicio, sólo que en este caso son permisos de emisión (Hintermann, 2010). La plataforma principal se conoce como Chicago Climate Exchange (CCX), se fundó en el 2003 y desde entonces, existen intercambios afiliados en todo el mundo, incluido el European Climate Exchange (ECX), Chicago Climate Futures Exchange (CCFE), Montréal Climate Exchange (MCeX) y Tianjin Climate Exchange (Trimarchi, 2008). El CCX sigue siendo el único mercado de comercio de carbono en Estados Unidos con 237 empresas, algunas de las empresas que figuran dentro de la cartera de CCX son Ford, Dupont, Kodak, Motorola, Sony, Bayer, IBM e Intel, las cuales hacen evidente el tamaño y potencial del mercado de emisiones; de manera particular cualquier voluntario puede ser participe en el mercado de emisiones a través de esta plataforma. En 2006 se negociaron 10.2 millones de tCO₂e, lo que significó un incremento del 700% con respecto al año anterior, e ingresos para los vendedores de proyectos de US \$38.1 millones (Green Bond Principles, 2018). El precio tuvo un comportamiento igualmente positivo, empezando 2006 en US \$1.73 por tonelada, aumentando a un promedio de US \$4.20 a finales del mismo año (Hintermann, 2010). Para 2010, se negociaron 400 millones de tCO₂e en el mercado voluntario, que equivaldrían a entre de US \$4,000 y US \$ 5,000 millones, sin contar los US \$16,000 millones que llegarían a Latinoamérica como apoyo financiero a proyectos de desarrollo sostenible (Green Bond Principles, 2018).

Para finalizar este apartado, es importante recordar que los instrumentos de mercado presentes en el financiamiento climático se agrupan en tres categorías: las que operan en el Marco de la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático y El Protocolo de Kyoto, los que son implementados por otros organismos internacionales y los que operan de manera externa o indirecta como bancos de desarrollo y sector privado (CEPAL, 2017), con este argumento, el comercio de emisiones puede ubicarse en cualquier categoría como ya se ha expuesto.

El reto consiste en que los proyectos que se están financiando contengan una evaluación ambiental acorde a los compromisos de mitigación y reducción del cambio climático, para ello, la literatura emergente sobre el impacto de los proyectos de mitigación ambiental y las consecuencias que se generan en el desempeño económico es estudiada en diferentes enfoques, por ejemplo Brohé et al (2012) proponen mercados de emisiones para crear una base para el desarrollo económico sostenible y la cooperación internacional, Gilbertson & Reyes (2009), argumentan que estos mercados retrasan e interrumpen los cambios estructurales necesarios para lograr un desarrollo equitativo y mitigar el cambio climático, y Santillán (2018) quien describe la compatibilidad entre crecimiento económico y la mitigación del cambio climático, fundando sus estudios en las emisiones del consumidor con base en su demanda; los argumentos aportan posturas a favor y en contra, sin embargo coinciden en la importancia de la gobernanza ambiental en todos los niveles de organización.

2.3. Índices bursátiles de conciencia ambiental

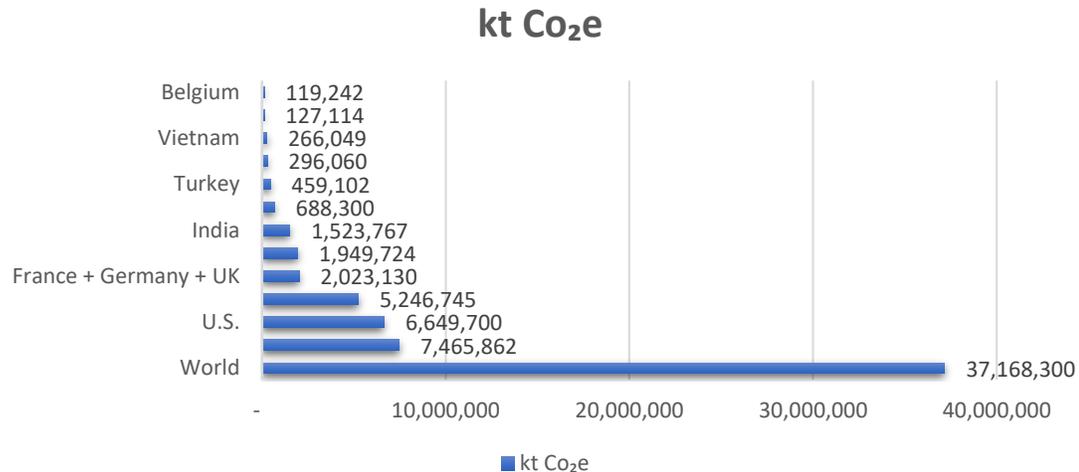
En línea con la descripción de instrumentos de mercado que pueden ser utilizados para movilizar recursos en favor de cumplir los objetivos de la agenda para el desarrollo sostenible, este apartado expone algunos índices bursátiles que basan sus principios en la mitigación y reducción del cambio climático.

El S&P Dow Jones Indices Carbon Scorecard se erige como un barómetro para la intensidad de carbono de los mercados financieros actuales y su relación con la dirección de la economía (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012). El índice que representa la capitalización de renta variable mundial es el S&P Global 1200 (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012), pues captura aproximadamente el 70% de la capitalización de las empresas de todo el mundo y muestra la exposición de los principales puntos de referencia mundiales a los riesgos de carbono (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012), los siete índices que lo componen son: S&P 500, S&P EUROPE 350, S&P/TOPIX 150, S&p/TOPIX 60, SP/ASX ALL AUSTRALIAN 50, S&P ASIA 50 y S&P LATAM 40; por lo tanto, el S&P Global 1200 proporciona soluciones de referencia de mercado y referencias de opciones bajas en carbono (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012).

Un primer acercamiento de referencia entre la intensidad de carbono que produce un índice bursátil es compararlo con las emisiones totales en los países desarrollados y el mundo (gráfica 2.5), si suponemos que el índice S&P Global 1200 tuviese niveles de cero en intensidad de carbono, el impacto sería equivalente a la eliminación de toda la producción de Brasil, Rusia e India juntos (Truecost, 2015). Las emisiones de CO₂ generadas por cada uno de los siete índices se pondera al índice S&P global 1200 bajo la equivalencia Kt⁶CO₂e.

⁶ 1 (uno) ktCO₂ es igual a la producción de la red de autobuses del Reino Unido una vez cada 26 minutos y por un viajero de clase ejecutiva por sus 400 viajes de ida y vuelta entre Londres y Nueva York o el Metano producido en 1 año por los procesos digestivos de 500 vacas lecheras de EE. UU. (Truecost, 2016).

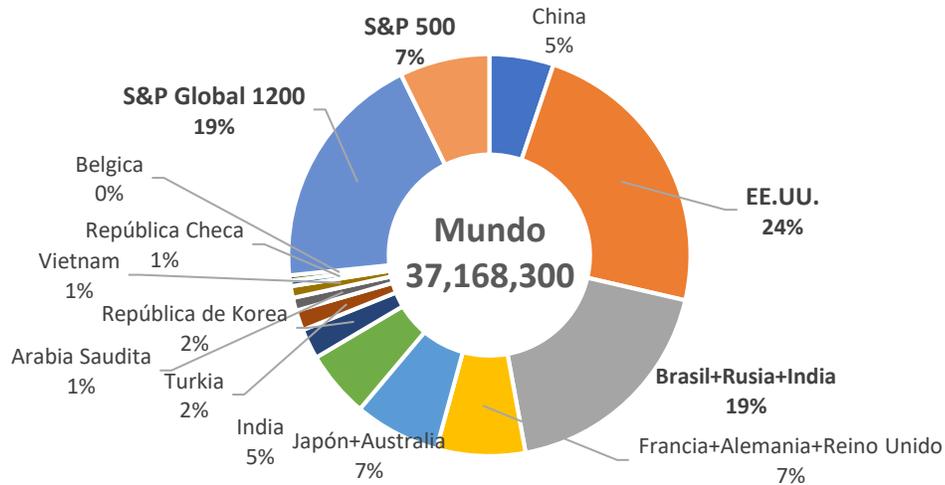
Gráfica 2.5. Emisiones de KtCO₂e por País



Fuente: Elaboración propia a partir de: Truecost. (18 de mayo de 2018). The Carbon Scorecard. Obtenido de Truecost.com: <https://www.truecost.com/publication/carbon-scorecard-2018/>

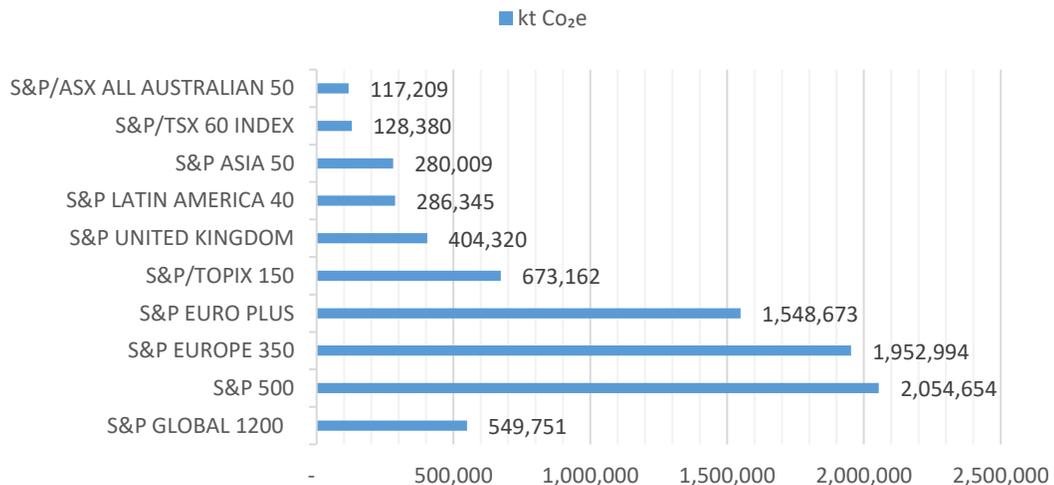
Para establecer las emisiones totales de los índices, las emisiones se clasifican en directas e indirectas. Las emisiones directas están asociadas con la producción de las actividades de las empresas y las emisiones indirectas asociadas con las actividades de las empresas, pero no producidas directamente; las emisiones indirectas, contienen su propia clasificación: de primer nivel como los proveedores de bienes y servicios a la empresa (energía, materiales, etc.) y de segundo nivel como los proveedores de los proveedores (CEPAL, 2018). Para efectos de comparación, el índice S&P500 representa un 7% de las emisiones totales del mundo, y el S&P Global 1200 el 19%; nótese que el porcentaje de este último es igual a las emisiones directas de ktCO₂e de Brasil, Rusia e India juntos (gráfica 2.6), en orden descendente de emisiones totales (directas e indirectas) al índice estadounidense se encuentra el S&P EUROPE 350 Y S&P EUROPE PLUS, el índice con menores emisiones totales de ktCO₂e es S&P/ASX ALL AUSTRALIAN 50 (gráfica 2.7 y gráfica 2.8)

Gráfica 2.6. Emisiones directas de ktCO₂e mundiales vs emisiones directas de ktCO₂e del S&P Global 1200 y S&P 500, 2017.



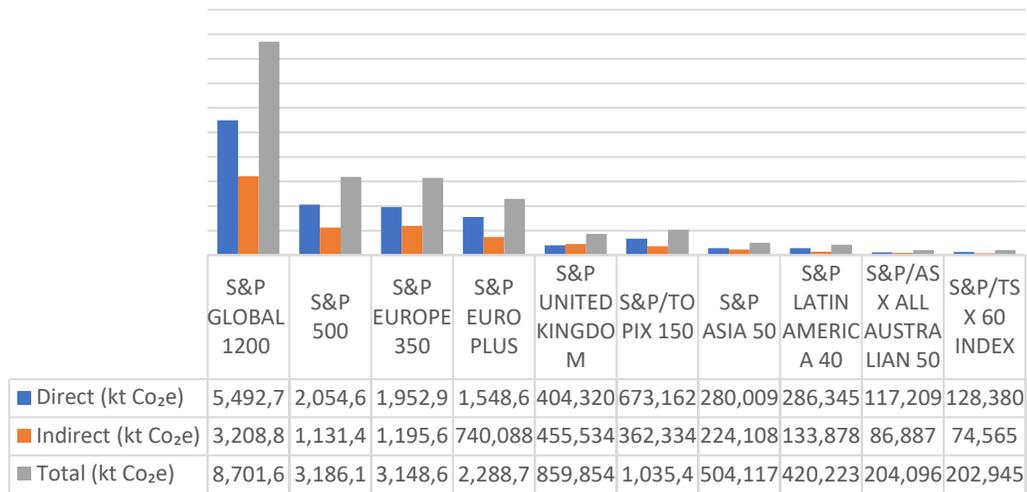
Fuente: Elaboración propia a partir de: Truecost. (18 de mayo de 2018). The Carbon Scorecard. Obtenido de Truecost.com: <https://www.truecost.com/publication/carbon-scorecard-2018/>

Gráfica 2.7. Emisiones directas de ktCO₂e por índice bursátil, 2017



Fuente: Elaboración propia a partir de: Truecost. (18 de mayo de 2018). The Carbon Scorecard. Obtenido de Truecost.com: <https://www.truecost.com/publication/carbon-scorecard-2018/>

Gráfica 2.8. Emisiones directas e indirectas de ktCO₂e por índice bursátil, 2017.



Fuente: Elaboración propia a partir de: Truecost. (18 de mayo de 2018). The Carbon Scorecard. Obtenido de Truecost.com: <https://www.truecost.com/publication/carbon-scorecard-2018/>

Para calcular el desempeño medio ambiental de un índice, se establecen dos metodologías basadas en el total de emisiones: huella de carbono basada en ingresos y huella de carbono basada en inversión (tabla 2.1). Para un índice, la huella de ingresos y la huella de inversión es la suma ponderada de contribución de emisiones por cada constituyente a razón de los ingresos totales o valor de capitalización de mercado del índice (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012), este cálculo es similar a la razón financiera de valor de la acción por ingresos o valor de la acción entre capitalización de mercado. El enfoque basado en los ingresos puede ser más adecuado para para administrar riesgos de inversión que surgen de un supuesto de creación de carteras, mientras que la huella de inversión proporciona una estimación de sentido común de lo que un inversionista responsable desea del mercado, pues sigue el valor de la acción (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012). Los datos de las huellas de carbono por ingreso y por inversión por cada uno de los índices y por sectores se muestran en la tabla 2.2. Nótese que los sectores de mayor representación son Servicios, Materiales y Energía, mientras que los de menor presencia son Tecnología y Salud.

Tabla 2.1. Criterios para determinar la huella de carbono por inversión y la huella de carbono por ingresos.

Variable	Base para cálculo	Objetivo
Huella de carbono por inversión	Capitalización de mercado	Mide la responsabilidad medioambiental del inversionista
Huella de carbono por ingresos	Ingresos obtenidos	Diseño de carteras medioambientales que mitigan riesgos de inversión basados en carbón.

Fuente: Elaboración propia con base en: Truecost. (18 de mayo de 2018). The Carbon Scorecard. Obtenido de Truecost.com: <https://www.truecost.com/publication/carbon-scorecard-2018/>

Tabla 2.2. Huella de carbono por inversiones y huella de carbono por ingresos, índices bursátiles y sectores, 2017.

Índice bursátil	Huella de carbono por inversión	Huella de carbono por ingresos	Sectores	Huella de carbono por inversión	Huella de carbono por ingresos
S&P Global 1200	0.0244	0.292	Financiero	0.019	0.028
S&P 500	0.174	0.3	Salud	0.021	0.049
S&P Europe 350	0.325	0.279	Tecnología	0.030	0.071
S&P Euro Plus	0.36	0.284	Consumo	0.075	0.077
S&P United Kingdom	0.347	0.27	Telecomunicaciones	0.082	0.105
S&P/TOPIX 150	0.381	0.292	Consumo no discrecional	0.137	0.168
S&P Latin America 40	0.928	0.473	Industria	0.209	0.219
S&P Asia 50	0.361	0.136	Energía	0.914	0.398
S&P/TSX 60	0.192	0.248	Servicios	2.216	1.916
S&P/ASX All Australian 50	0.245	0.384	Materiales	1.262	0.958

Fuente: Elaboración propia a partir de: Truecost. (18 de mayo de 2018). The Carbon Scorecard. Obtenido de Truecost.com: <https://www.truecost.com/publication/carbon-scorecard-2018/>

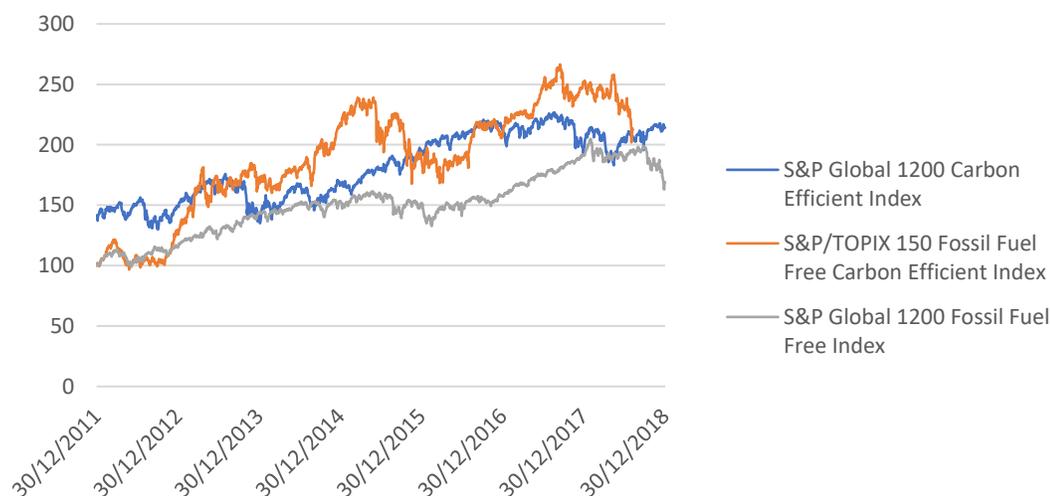
Este trabajo reconoce tres familias de índices de referencia bajas en carbono derivadas del S&P Global 1200. La intención es mostrar que estos índices se describen como instrumentos de mercado que apoyan al objetivo global de mitigación y reducción del cambio climático. Seguido de la descripción de los tres índices, la gráfica 2.9, presenta el desempeño de mercado de los tres índices en el periodo 2012 a 2018.

1. S&P Fossil Fuel Free: mide el desempeño de las compañías en el S&P Global 1200 que no poseen reservas de combustibles fósiles (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012).

2. S&P Global 1200 Fossil Free Carbon Efficient Indices: La familia del Índice de Eficiencia de Carbono sin Combustible Fósil está diseñada para medir el desempeño de las compañías en el S&P Global 1200 que no poseen reservas de combustibles fósiles mientras sobrepasan y subestiman a las compañías en función de sus niveles de emisiones de carbono (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012).

3. S&P Fossil Fuel Free Carbon Efficient Select Indices: La familia del Índice de Eficiencia de Carbono sin Combustible Fósil de S&P está diseñada para medir el desempeño de las compañías en el S&P Global 1200 que no poseen reservas de combustibles fósiles mientras excluyen a las compañías con el 10% de huella de carbono relativa superior (Brohé, Eyre, & Howarth, 2012).

Gráfica 2.9. Desempeño de los índices S&P Global 1200 Carbon Efficient Index, S&P/TOPIX 150 Fossil Fuel Free Carbon Efficient Index y S&P Global 1200 Fossil Fuel Free Index, 2012 – 2018.



Fuente: Elaboración propia con datos de: S&P Dow Jones Indices. (2019). www.spindices.com. Obtenido de <https://eu.spindices.com>.

Nota: la tasa de rendimiento del periodo para S&P Global 1200 Carbon Efficient Index es 51% , S&P/TOPIX 150 Fossil Fuel Free Carbon Efficient Index 112% y para S&P Global 1200 Fossil Fuel Free Index 69%. Rendimientos calculados con base en tasa efectiva de rendimiento.

Movilizar financiamiento a instrumentos de mercado de capitales apoya al crecimiento que promueve la Agenda 2030 en sus declaraciones, sin embargo, los flujos de capital privado están motivados principalmente por el beneficio económico, más que por preocupaciones relativas al desarrollo (CEPAL, 2017), por lo tanto esto puede ocasionar que la inversión sea insuficiente en áreas cruciales para el desarrollo sostenible, si el rendimiento esperado (ajustado por el riesgo correspondiente) es insatisfactorio en comparación con oportunidades alternativas de inversión, la arquitectura del financiamiento para el desarrollo deberá movilizar una gran cantidad de recursos y cambiar la manera en que se obtienen, organizan y asignan esos recursos (CEPAL, 2017).

Capítulo 3. Carteras de inversión medioambientales: un enfoque integral para minimizar el riesgo ambiental en carteras de inversión

“Wir müssen wissen. Wir werden wissen”.

- David Hilbert

3.1. Recolección de datos

Los datos de emisiones totales de GEI se toman directamente de los reportes de sustentabilidad disponibles por cada una de las empresas en su sitio web y, la información financiera en cuanto a ingresos y precios de las acciones de la plataforma Capital IQ. En seguida, se revisaron también otras plataformas⁷ como FTSE Russell, ISS-Oekom y CDP que otorgan información sobre datos relacionados con el rendimiento financiero de las empresas y el medio ambiente, pero sin mayor relevancia para este apartado. En la tabla 3.1 se observan las variables, unidad de medida y el proveedor de información para el diseño de la muestra.

Tabla 3.1. Variables para el diseño de la muestra

Variable	Unidad de medida	Proveedor de información
Emisiones anuales de GEI o Scope 1 y Scope 2	Métrica de Toneladas de CO ₂ equivalentes ((mtonCo2e))	Reporte de sustentabilidad
Ingresos anuales	Millones de USD	Capital IQ
Capitalización de mercado	Valor de mercado de la acción por el número de acciones en circulación	Capital IQ
Precio de acciones	Valor de acción diaria en USD	Capital IQ

Fuente: Elaboración propia con base en Bender, J., Bridges, T., & Shah, K. (2019). Reinventing climate investing: building equity portfolios for climate risk mitigation and adaptation. Journal of sustainable Finance & Investing, 1-24.

⁷ Cada base de datos integra métricas medioambientales corporativas. Involucran a más de 7500 empresas a nivel mundial. El acceso se limita únicamente a usuarios institucionales y con altos costos de acceso.

3.2 Diseño de la muestra

La muestra está determinada por las causas relacionadas directamente con las características de la investigación bajo el enfoque cuantitativo en un marco de muestreo por cuotas de los sectores petróleo & gas integrado, tecnología y, materiales & construcción que cotizan en el S&P Global 1200 y que han sido referidas como los sectores con valores representativos en cuanto a huella de carbono durante el capítulo 1; Es decir, la selección de empresas no es mecánica, ni con base en formulas probabilísticas, el interés recae en la selección cuidadosa de las diez empresas de mayor representación (capitalización de mercado) por cada uno de los sectores de la población con características homogéneas y obedecen a los criterios de esta investigación para su análisis particular. Los criterios de las variables medio ambientales están en función de la información disponible y, se adhiere a los principios de discrecionalidad no probabilística para determinar si un elemento de la muestra pertenece o se descarta para su análisis. Los detalles de los estratos por capitalización de mercado se muestran en los anexos de esta investigación y los criterios de selección se señalan en cada sector (incisos 3.2.1 y 3.2.2 y 3.3.3).

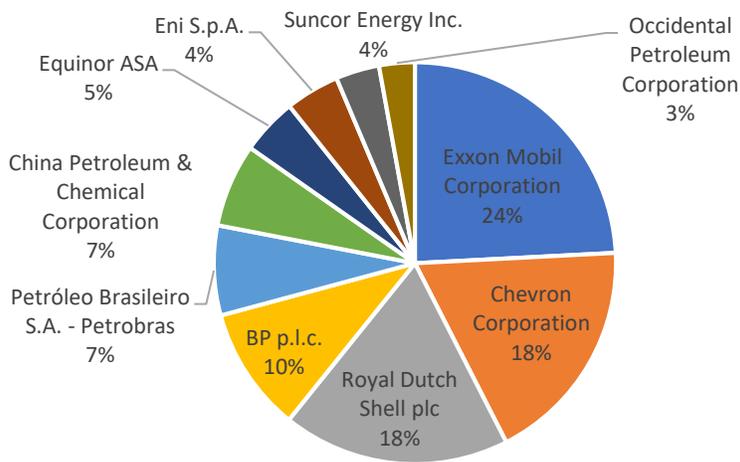
Determinada la disponibilidad de los reportes de sustentabilidad de las empresas de cada sector, se recolecta la totalidad de emisiones de GEI en mtCO₂e, los ingresos totales netos en dólares americanos (en adelante \$USD) y finalmente se realizan los cálculos para determinar la intensidad de carbono mtCO₂e/\$USD de cada elemento de la muestra por sector a analizar; La intensidad de carbono calculada es interpretada como la cantidad total de GEI generada por cada \$USD de ingreso anual (mtCO₂e/Ingresos totales). Las observaciones de cada sector son presentadas literal y gráficamente en los apartados inmediatos por cada una de las variables necesarias para fijar los valores de intensidad de carbono.

3.2.1. Diseño de la muestra del sector petróleo & gas integrado

En la primera entrega del diseño de la muestra para la formación de carteras medioambientales, es importante recordar que el primer paso consiste en seleccionar las diez empresas con mayor capitalización de mercado en el sector y que entreguen un reporte de sustentabilidad de manera pública, seguido de sus ingresos y finalmente determinar la intensidad de carbono por cada uno de sus componentes. Por lo tanto, el sector petróleo & gas integrado arroja las siguientes observaciones. Si bien, Exxon Mobil Co. es la empresa de mayor representación en el sector por capitalización de mercado con un 24% (Gráfica 3.1), sin embargo, apenas alcanza el tercer lugar en ingresos acumulados en el periodo 2012 a 2018 (Gráfica 3.2) justo por encima de BP plc.

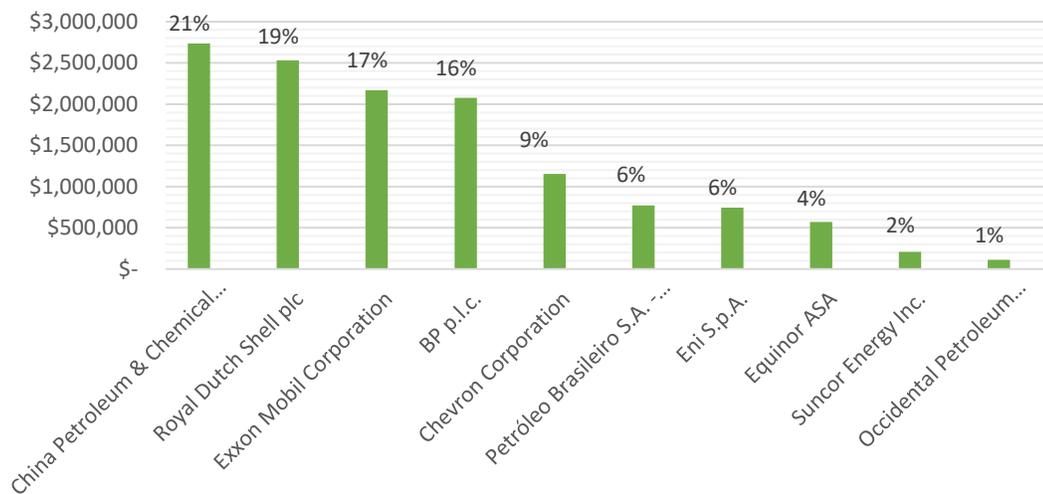
En contra parte, la empresa China Petroleum & Chemical Co., aparece en el grupo de menores capitalizaciones de mercado con un 7% pero acapara los ingresos acumulados con un total de \$2,735,230.70 millones de USD es decir un 21% del total de ingresos del sector (Gráfica 3.1y Gráfica 3.2) Para entender la dimensión de la empresa asiática, los ingresos acumulados de Chevron Co, Petróleo Brasileiro y Eni S.p.A. no obtienen el nivel de ingresos de la empresa asiática, en conjunto alcanzan un total de \$2,672,599.60 millones de USD. Sin duda en un entorno tradicional, la empresa China Petroleum & Chemical Co. es el primer referente para ser considerado en una cartera de inversión dado sus niveles de ingreso y su participación en el mercado dentro de las diez empresas de mayor capitalización de mercado; no obstante, bajo el criterio de huella de carbono basada en ingresos, el nivel de ingresos de una empresa solo simboliza una parte del cálculo para determinar la intensidad de carbono, por lo tanto la relevancia de China Petroleum & Chemical Co en este primer acercamiento no es de mayor relevancia pues las emisiones de GEI reportadas son las más altas del sector como se mostrará más adelante.

Gráfica 3.1. Capitalización de mercado de la muestra del sector petróleo & gas integrado, enero 2019.



Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ.

Gráfica 3.2. Ingresos anuales acumulados de la muestra del sector petróleo & gas integrado, millones de \$USD, 2012 - 2018.



Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ.

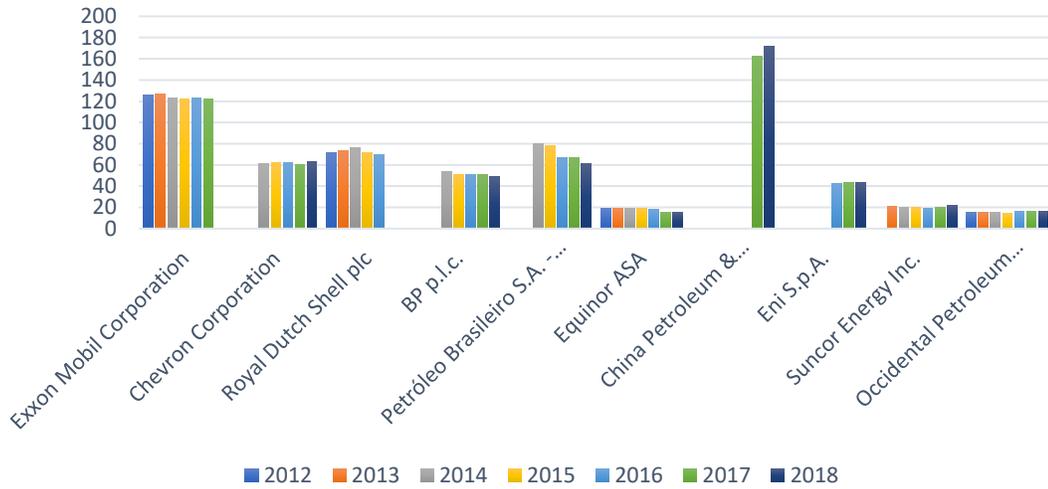
La disponibilidad de datos del total de emisiones de GEI contenidas en los reportes de sustentabilidad de las empresas del sector es acotada, y la provisión de estos se limita a algunos años. Se reconoce el esfuerzo de Exxon Mobil Co, Equinor ASA, Suncor Energy Inc. y Occidental Petroleum por hacer públicos los reportes de sustentabilidad y el desempeño ambiental en sus reportes anuales siguiendo los estándares internacionales apegados a los principios globales emitidos por IPCC de la ONU.

El total de emisiones directas de mtCO_{2e} de la muestra es de 2,842.7 millones, de los cuales el 743 mmtCO_{2e} le corresponde a Exxon Mobil Co como mayor exponente del sector y 107.4 mmtCO_{2e} a Occidental Petroleum Co, es decir 26% y 4% respectivamente del total de emisiones, por su parte China Petroleum & Chemical reporta mayores niveles, pero no completos para determinar que sea la de mayor representación, el resto de la muestra del sector se acerca a una media de 237 mmtCO_{2e} en un rango de 122.1 mmtCO_{2e} y 363 mmtCO_{2e} y se muestran en la Gráfica 3.3.

Las emisiones directas de cada empresa representan las emisiones de CO₂ generadas por las operaciones de la empresa de manera directa (Scope 1 y 2) y, son la variable para complementar la intensidad de carbono; en este segundo andar del diseño de la muestra, Exxon Mobil Co involucra un mayor riesgo en cuestiones de cambio climático y, Occidental Petroleum Co. representaría el menor riesgo por ser la empresa del sector que menor emisiones de mmtCO_{2e} produce (gráfica 3.3).

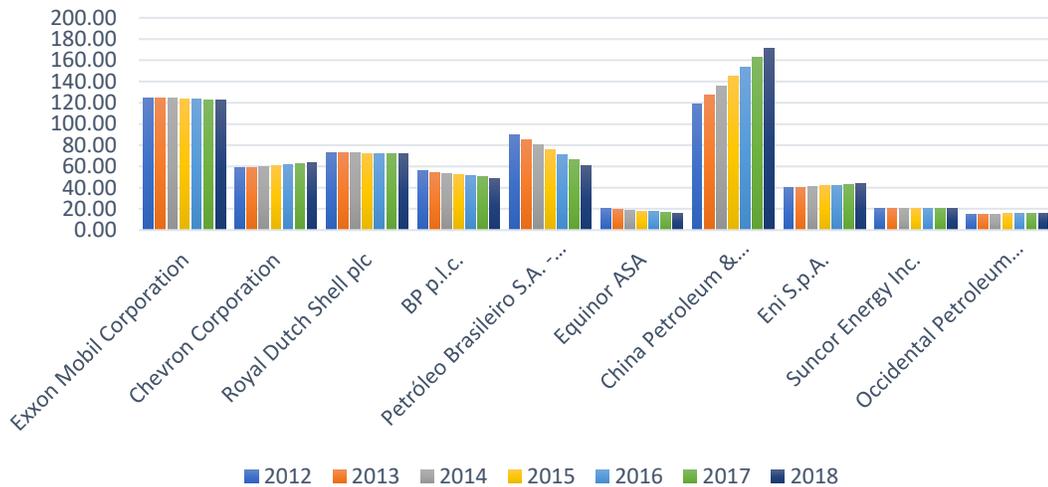
El último paso del diseño de la muestra del sector es calcular el riesgo involucrado de la razón entre el total de emisiones anuales de cada empresa con sus ingresos anuales, a efecto de fijar la métrica y, derivado del proceso de recolección de datos y la muestra de emisiones de GEI por empresa de este sector, los datos faltantes fueron estimados mediante regresión lineal y se presentan como emisiones totales de GEI ajustadas para efectos de este trabajo en la Gráfica 3.4 y siguiendo la metodología descrita en el Anexo 20. Normalización de datos de GEI por metodología de regresión lineal simple.

Gráfica 3.3. Emisiones totales anuales de GEI del sector petróleo & gas Integrado, miles de millones de toneladas de CO2e, 2012 – 2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de los reportes de sustentabilidad de cada una de las empresas del sector.

Gráfica 3.4. Emisiones totales anuales de GEI ajustadas del sector petróleo & gas integrado, miles de millones de toneladas de CO2e, 2012 - 2018.

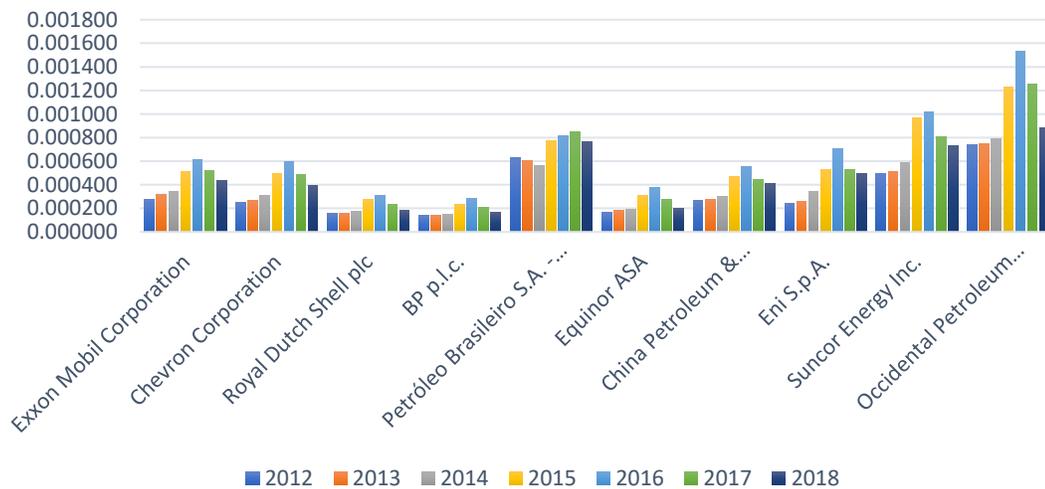


Fuente: Elaboración propia a de los datos del anexo Metodología para ajuste de datos de GEI.

El ajuste de emisiones de GEI desplaza a Exxon Mobil Co por China Petroleum como la de mayor cantidad de GEI emitidos y confirma a Occidental Petroleum Co como la de menor representación de la muestra. El ajuste destaca la tendencia de descarbonización de BP plc, y Equinor ASA y, así como emisiones constantes de Suncor y Royal Dutch Shell plc.

Por lo tanto, el primer acercamiento al cálculo de la intensidad de carbono de cada empresa del sector es recordar que los datos de la intensidad de carbono por empresa reflejan el total de mCO₂e a razón de cada millón de \$USD de ingresos por cada empresa o, la respuesta a la contribución de la empresa al cambio climático por valor unitario que crea para los inversionistas traducida a una métrica de riesgo en carteras de inversión (Gráfica 3.5).

Gráfica 3.5. Intensidad de carbono anual por empresa, sector petróleo & gas integrado, miles de millones de toneladas de CO₂e/\$USD, 2012 – 2018.



Fuente: Elaboración propia.

La muestra hace entrega de un total de 0.033455 mtonCO₂e/\$USD, de los cuales la empresa de mayor representación es Occidental Petroleum Co. con 0.007175 mtonCO₂e/\$USD es decir el 21% del total de la muestra, seguido de Petróleo Brasileiro S.A. y Suncor Energy Inc. con un 15% cada una. De tal manera que, Occidental Petroleum Co representa el mayor nivel de riesgo relacionado con el carbono presente en la cadena productiva de la empresa y en contraparte, BP plc es la de menor riesgo de carbono producido por sus operaciones en el sector con un 4%.

En resumen, las empresas del sector presentaron decrementos en sus ingresos del año 2012 al 2017, en el año 2018 se ve una clara recuperación de estas y por supuesto que la empresa asiática sigue siendo el referente de ingresos del sector de la muestra. En materia de emisiones totales de GEI, la muestra presenta un alza constante año tras año a excepción de China Petroleum. Finalmente, la intensidad de carbono presente en el sector es en su mayoría para Occidental Petroleum y en menor medida para BP plc (Tabla 3.2)

Tabla 3.2. Empresas de mayor y menor representación de la muestra del sector petróleo & gas integrado, 2012 - 2018.

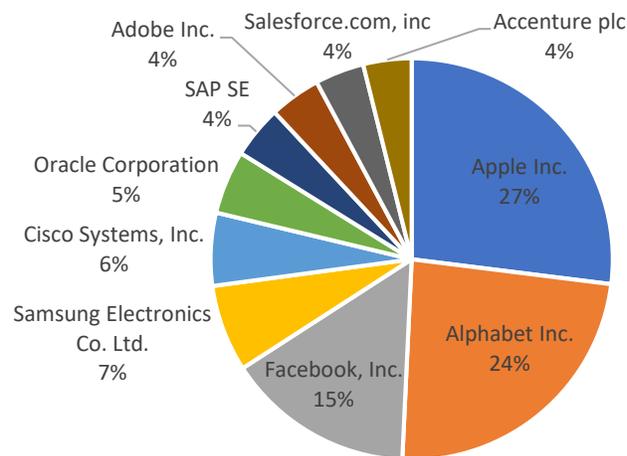
Variable	Empresa de mayor representación	Empresa de menor representación
Capitalización de mercado	Exxon Mobil Co.	Occidental Petroleum Co.
Ingresos totales	China Petroleum & Chemical Co.	Occidental Petroleum Co.
Total de emisiones GEI	China Petroleum & Chemical Co.	Occidental Petroleum Co.
Intensidad de carbono	Occidental Petroleum Co.	BP plc.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Diseño de la muestra del sector tecnología

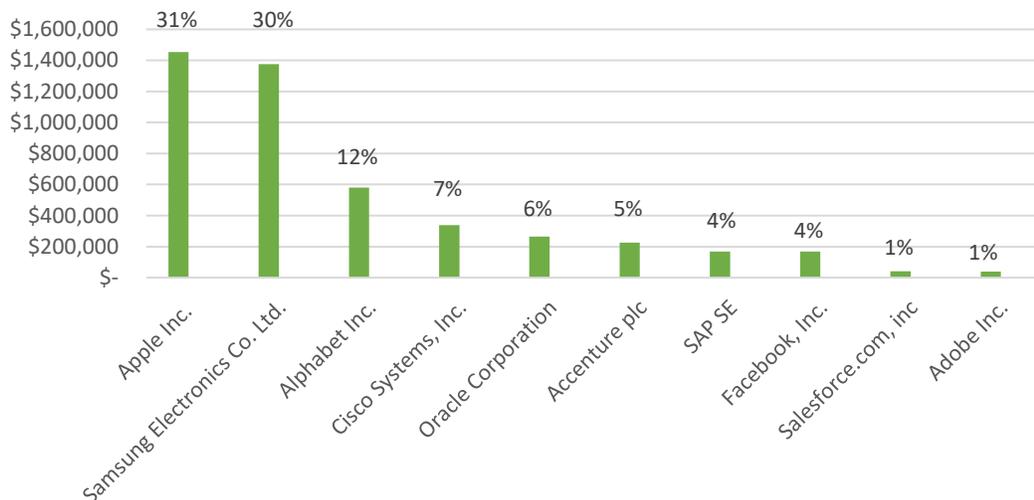
El sector tecnología tiene un particular interés en cuanto al diseño de la muestra de esta investigación, pues en los últimos cinco años representó el 30% de los ingresos del S&P 500 en comparación con el 22% del mercado y es el mayor exponente en rendimientos en comparación con los demás sectores del mismo índice con un 8% (gráfica 3.7). Para la determinación de la intensidad de carbono de esta muestra se sigue la misma metodología y lógica mostrada en el sector petróleo y gas integrado. La capitalización de mercado de la muestra se observa en la Gráfica 3.6 y los ingresos en la Gráfica 3.7, variables descritas para dar pie a las observaciones.

Gráfica 3.6. Capitalización de mercado de la muestra del sector tecnología, enero 2019.



Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ

Gráfica 3.7. Ingresos anuales acumulados, sector tecnología, millones de \$USD, 2012 - 2018.



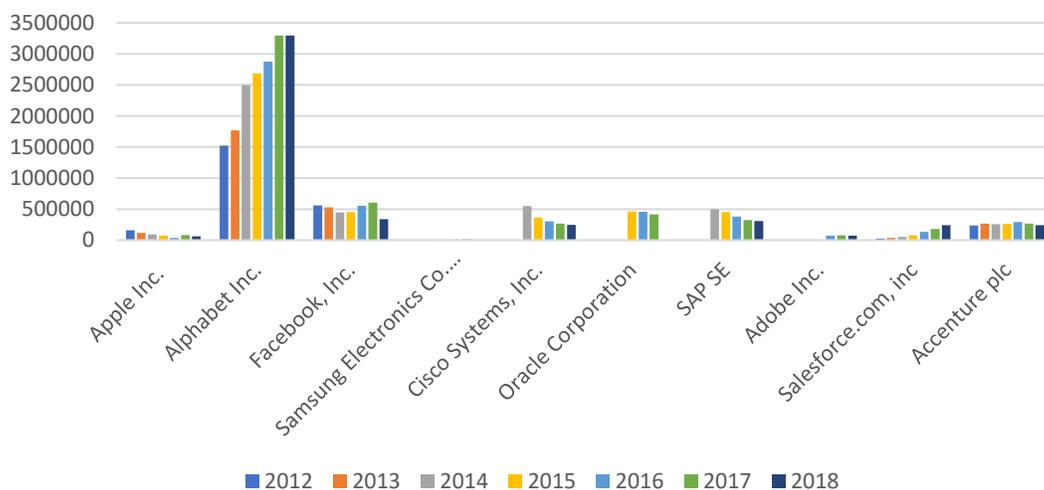
Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ

Es claro que los ingresos de cada una de las empresas de la muestra mantienen una tendencia positiva a excepción de Cisco Systems, Inc. y Oracle Co que se mantienen de manera conservadora. La competencia por el liderato de ingresos esta acumulada por Apple Inc. y Samsung Electronics con el 30% y 31% respectivamente, es decir cerca de la mitad de los ingresos de la muestra pertenecen a ellas con un total de \$1,454396 millones \$USD y \$1,376062.5 millones \$USD respectivamente de un total de \$4,653,921.12 millones \$USD en el periodo de 2012 a 2018.

Las empresas con menor representación son Adobe Inc. y Salesforce.com, Inc. con \$39,587 millones \$USD y \$40,405 millones de \$USD, en conjunto representan el 2% de ingresos de la muestra. En referencia a la capitalización de mercado, Apple Inc. mantiene el liderato mientras que Samsung ocupa el cuarto sitio. Por su parte, Facebook, Inc. es la que tiene el crecimiento más acelerado aún sin tener ingresos derivados de productos físicos en comercialización.

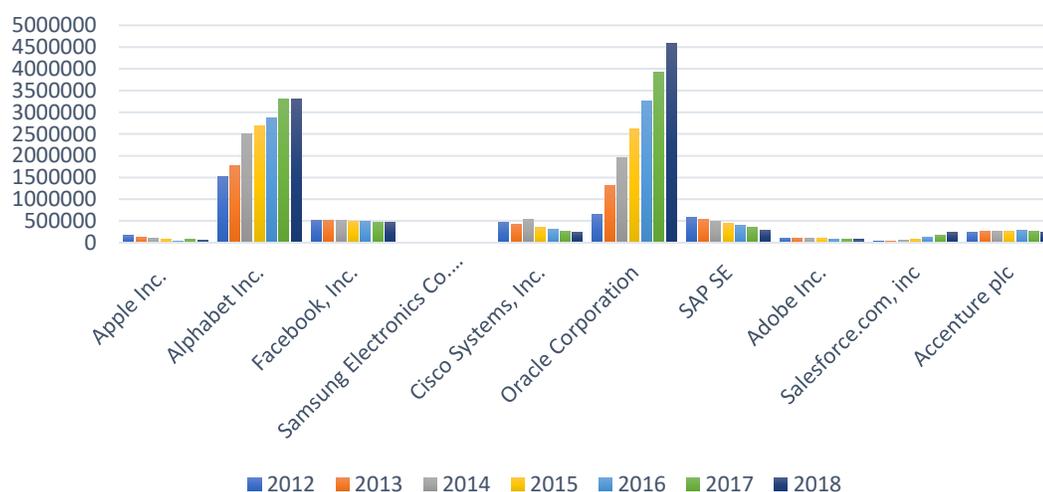
En cuanto a los reportes de sustentabilidad y las emisiones de GEI reportadas es muy destacable la participación de este sector, pues de manera inmediata fueron obtenidos, y cada uno de ellos se presentan en línea con los requisitos internacionales las emisiones generadas de manera integral; se reconoce el trabajo de Apple Inc. Alphabet, Inc., Facebook, Inc., Salesforce.com Inc., y Accenture plc por hacer público y de manera constante los reportes de sustentabilidad y emisiones de GEI generadas por cada uno de los años de esta muestra; en cuanto al resto de las empresas solo se obtuvieron datos del 2014 al 2017. Por lo tanto, los datos también fueron sometidos a la metodología de normalización de datos de GEI del Anexo 20. Normalización de datos de GEI por metodología de regresión lineal simple y se muestran en la Gráfica 3.9

Gráfica 3.8. Emisiones totales anuales de GEI del sector tecnología, miles de miles de toneladas de CO₂e, 2012 – 2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de los reportes de sustentabilidad de cada una de las empresas del sector.

Gráfica 3.9. Emisiones totales anuales de GEI ajustadas del sector tecnología, miles de toneladas de CO₂e, 2012 – 2018.



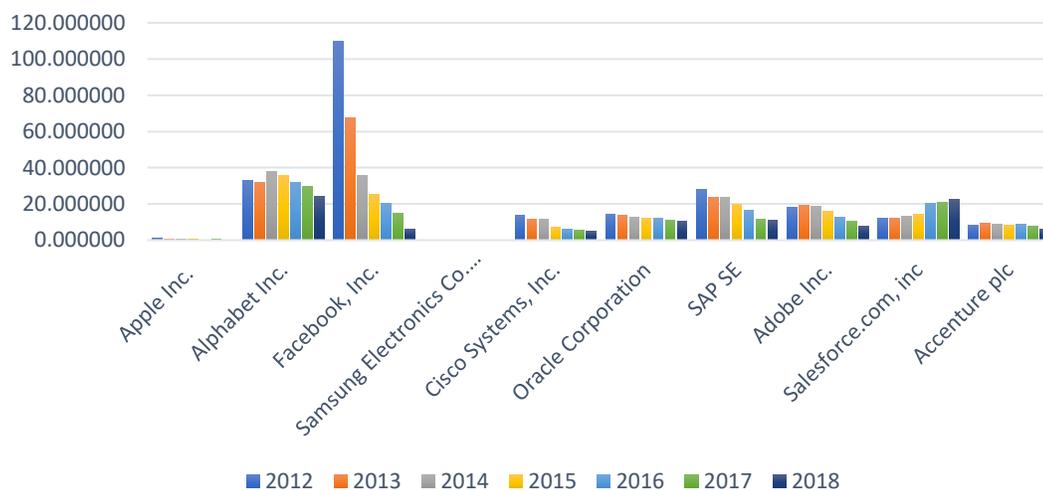
Fuente: Elaboración propia a partir del anexo Metodología para ajuste de datos de GEI.

Los datos de emisiones de GEI (Gráfica 3.9) son igualmente interesantes que los datos de los ingresos (Gráfica 3.7). Las empresas líderes de los datos de ingresos anuales hacen presencia en esta muestra de datos de GEI, Apple Inc., representa el 1.02% del total de la muestra con 626,890 mtonCO₂e y Samsung Electronics con el 0.11% del total de la muestra con 67,305 mtonCO₂e y con una clara tendencia de descarbonización en el periodo analizado.

En contraparte, Oracle Co., a pesar de los ingresos constantes, es la de mayor representación en cuanto a emisiones de GEI reportadas con un total de 18,304,244 mtonCO₂e de un total del sector de 49,268,125 mtonCO₂e, es decir el 37.15% y Alphabet que representa la segunda empresa en capitalización de mercado del sector presenta un total de 17,932,187 mtonCO₂e con un 36.40%.

En cuanto a la intensidad de carbono (Gráfica 3.10), nuevamente Apple Inc. y Samsung Electronics destacan con el 0.23% y 0.02% del total de la muestra y, de igual manera, Oracle Co., lidera la intensidad de carbono con un 32%. Es claro que de las 1466.99 mtonCO2/\$USD del sector, las 480.63 mtonCO2/\$USD de Oracle Co., son en gran medida comparables con el 3.30 mtonCO2/\$USD de Apple Inc. y 0.34 mtonCO2/\$USD de Samsung Electronics. Por su parte, Alphabet Inc. y Facebook destacan con otro tercio de la muestra con un 15.28% y 18.64% respectivamente del total de la intensidad del sector de la muestra, esta última a pesar de que su tendencia es a la baja representa la empresa con mayor intensidad de carbono en sus operaciones a pesar de que sus ingresos no pertenecen al comercio de productos tangibles. En el mismo sentido, existe una tendencia a la baja por parte de SAP SE, Adobe Inc.

Gráfica 3.10. Intensidad de carbono anual por empresa, sector tecnología, miles de toneladas de CO2e/\$USD, 2012 – 2018.



Fuente: Elaboración propia

En síntesis, el sector tecnología es un referente de que la relación ingresos y el cambio climático puede conjuntarse en estrategias de mitigación y reducción del cambio climático sin afectar las operaciones de la empresa. La intensidad de carbono calculada refleja en este sector que la reducción de emisiones de GEI es posible en la cadena de valor de las empresas y que se traduce en beneficios tanto para la institución en cuanto a una huella de carbono como para el consumidor final que mantiene la preferencia por las empresas de este sector.

Es claro que las estrategias sustentables se ven reflejadas en los menores exponentes de la intensidad de carbono y que las métricas para su cálculo confirman el buen momento de las cinco principales empresas de tecnología en cuanto a capitalización de mercado, ingresos e intensidad de carbono.

El resumen muestra que la empresa Samsung Electronics es la de menor representación en emisiones de GEI y la que representa la menor intensidad de carbono por lo cual existe una percepción positiva entre los ingresos altos (segunda empresa con mayores ingresos del sector), bajas emisiones directas de GEI y una baja intensidad de carbono $mtonCO_2e/\$USD$ (Tabla 3.3)

Tabla 3.3. Empresas de mayor y menor representación de la muestra del sector tecnología.

Variable	Empresa de mayor representación	Empresa de menor representación
Capitalización de mercado	Apple Inc.	Accenture plc.
Ingresos totales	Apple Inc.	Adobe Inc.
Total de emisiones GEI	Oracle Corporation	Samsung Electronics Co. Ltd.
Intensidad de carbono	Facebook Inc.	Samsung Electronics Co. Ltd.

Fuente: Elaboración propia

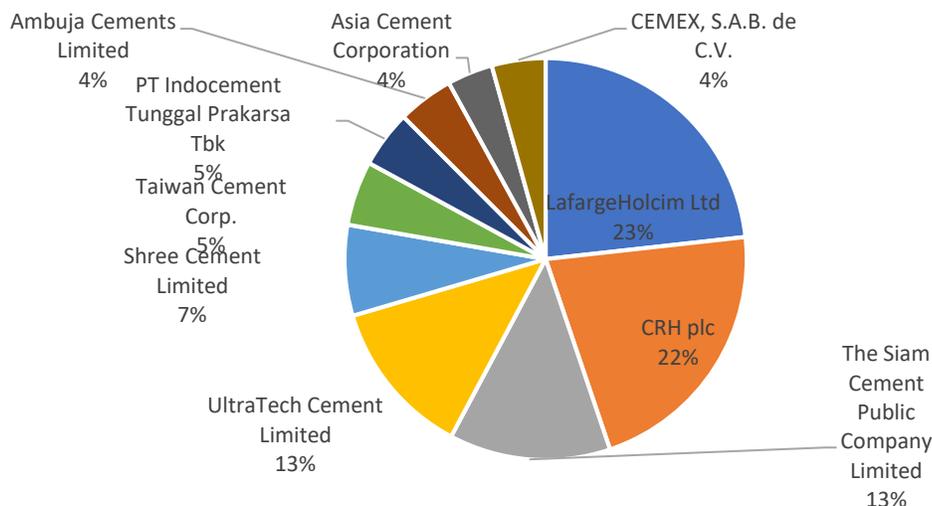
3.2.3. Sector Materiales & Construcción

Las prácticas tradicionales de este sector están basadas en el uso excesivo de recursos naturales y el mal manejo de los recursos en sus procesos. La importancia de conocer la intensidad de carbono del sector a efectos de esta investigación será, al igual que los sectores anteriores reconocer los niveles de emisiones de GEI transmitidos en sus operaciones al medio ambiente.

Se hace una mención especial en cuanto a la poca disponibilidad de reportes de sustentabilidad en el sector. La observación llegó a veintiún empresas del sector para poder determinar la muestra de las diez empresas usadas para el diseño del estrato en revisión. Es importante además mencionar que seis de las veintiún empresas pertenecen a la región asiática y, aún con reportes de sustentabilidad emitidos, estos están redactados en el idioma original de la región asiática. En el mismo tenor, la empresa de mayor capitalización de mercado es C.A. Fábrica Nacional de Cementos S.A.C.A. la cual integra prácticamente la mitad de toda la capitalización de mercado de las observaciones, sin embargo, no cuenta con reportes de ingresos y pertenece a la nación de Venezuela, por lo tanto a pesar de su relevancia en el peso de la muestra se ha descartado por no tener los criterios adecuado para el diseño de esta muestra. Los detalles pueden observarse en el Anexo 3. Lista de empresas para la muestra del sector materiales & construcción.

En concreto, las empresas seleccionadas para el diseño de la muestra arrojaron que, de las diez empresas, tres pertenecen a la India y, dos más a Taiwan, los demás países de origen son Irlanda, Tailandia, Indonesia, Suiza y finalmente México como el único país latinoamericano no solo en este sector, sino de todos los sectores involucrados en el desarrollo este trabajo de investigación que cumplen con todos los criterios de selección para pertenecer a los diseños de las muestras, ver Gráfica 3.11.

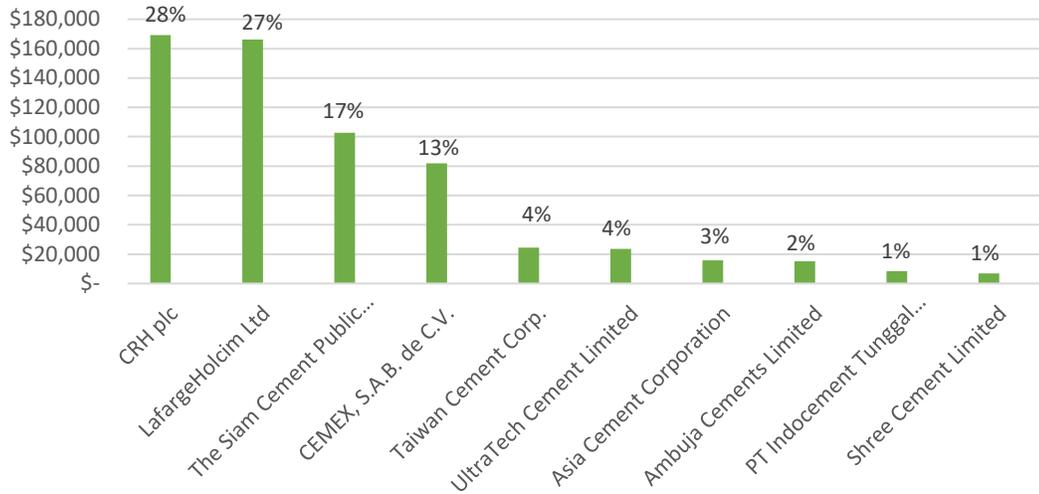
Gráfica 3.11. Capitalización de mercado de la muestra del sector materiales & construcción, enero 2019.



Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ

En referencia al total de ingresos, de manera generalizada, las empresas tuvieron ingresos positivos en el periodo, destacan LafargeHolcim Ltd. y CHR plc como las dos empresas de la muestra con mayor capitalización de mercado y con más del 50% del total de ingresos de la división con un total de \$166,239.99 millones \$USD y \$169,223.63 millones \$USD de un total de \$614,370.94 millones \$USD. En contraparte Shree Cement Limited es la empresa con menor ingresos en el periodo, pero con una tendencia igualmente positiva. El caso de CEMEX S.A.B. de C.V. se mantiene en la parte baja de la capitalización de mercado, pero en la media de ingresos de todo el sector con \$81,845.20 millones \$USD (Gráfica 3.12)

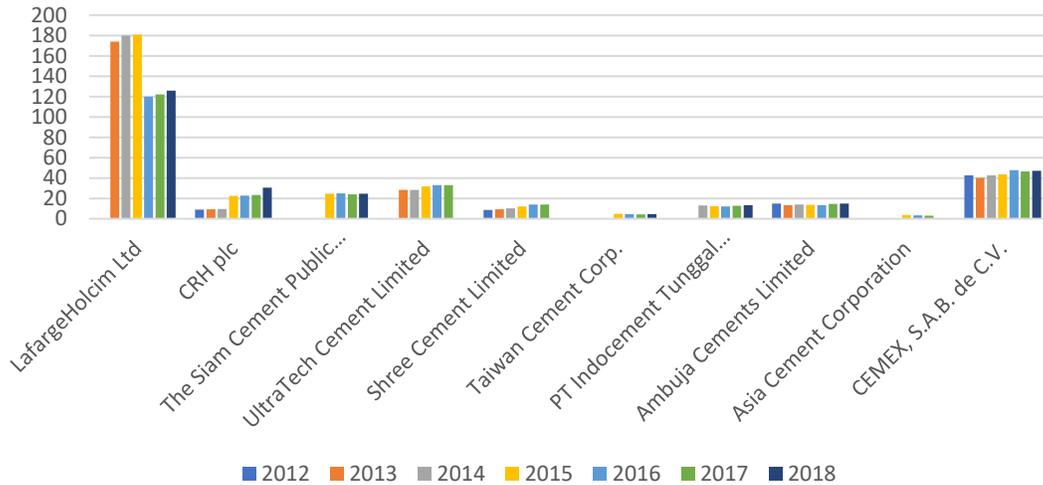
Gráfica 3.12. Ingresos anuales acumulados, sector materiales & construcción, millones de \$USD, 2012 - 2018.



Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ.

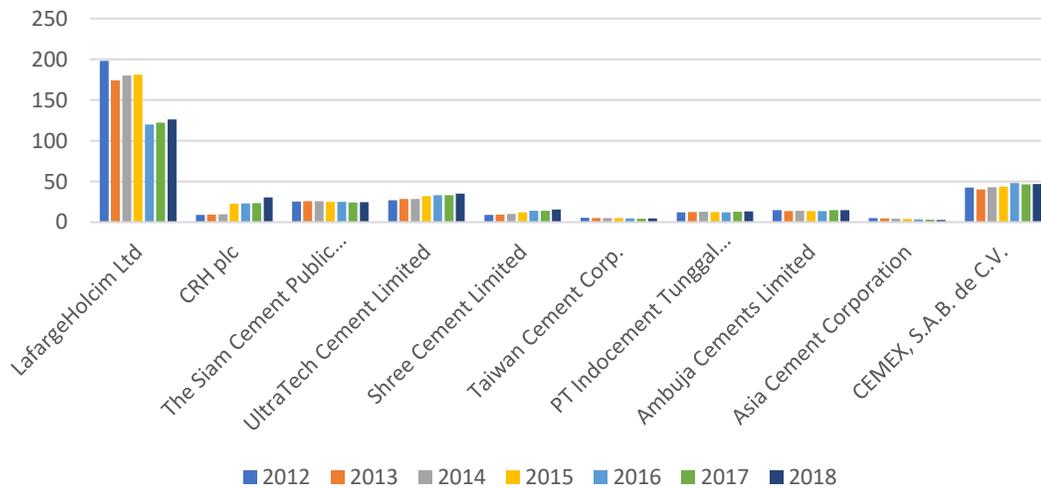
En el total de emisiones de GEI, nuevamente se hace reconocimiento a la responsabilidad de las empresas del sector al emitir sus reportes de sustentabilidad conforme a lineamientos internacionales y con un lenguaje claro y completo sobre las emisiones de GEI (Scope 1 y 2); las empresas que entregan de manera más integral sus reportes son LafargeHolcim Ltd., CRH plc, UltraTech Cement Ltd., Shree Cement Ltd., Ambuja Cements Ltd. y CEMEX, S.A.B. de C.V., en cuanto al resto de las empresas de la muestra algunos datos pasados no fueron reportados, por lo tanto se acudió al uso del Anexo 20. Normalización de datos de GEI por metodología de regresión lineal simple nuevamente, las emisiones de GEI ajustadas se muestran en la Gráfica 3.13.

Gráfica 3.13. Emisiones totales anuales de GEI por empresa, sector materiales & construcción, millones de toneladas de CO2e, 2012 – 2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de los reportes de sustentabilidad de cada una de las empresas del sector.

Gráfica 3.14. Emisiones totales de GEI Ajustadas por empresa, sector materiales & construcción, millones de toneladas de CO2e, 2012 – 2018.



Fuente: Elaboración propia a de los datos del anexo Metodología para ajuste de datos de GEI.

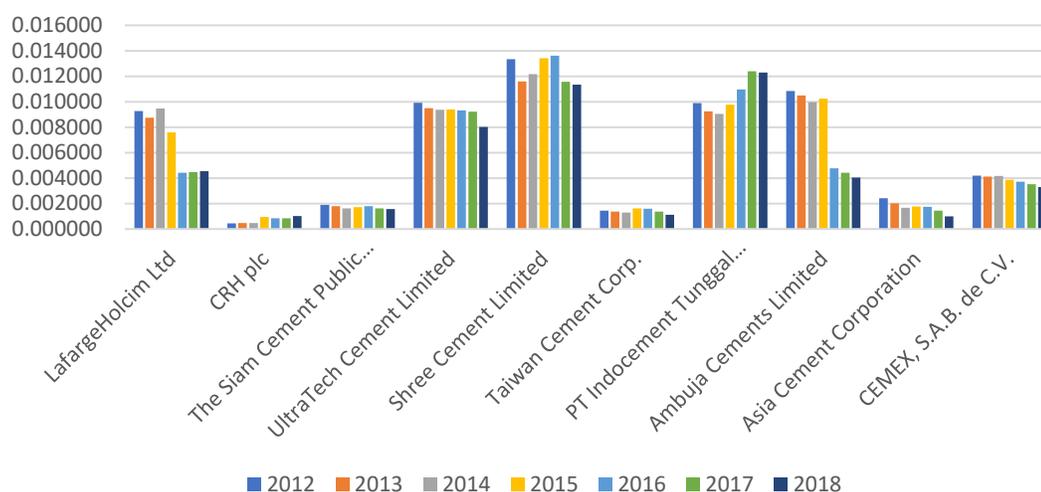
De la Gráfica 3.14, un total de 2,266.54 millones de mtonCO_{2e} el 49% le corresponden a LafargeHolcim Ltd. es decir 1,100.99 millones de mtonCO_{2e}, sin embargo es la única que presenta una tendencia clara de descarbonización en el periodo. Por su parte CHR plc quien reveló la mayor cantidad de ingresos totales en el periodo muestra solo el 6% de la totalidad de emisiones de GEI pero una tendencia alcista año tras año de emisiones de GEI. La empresa con menores emisiones es Asia Cement Co. con un total de 26.79 millones de mtonCO_{2e}; CEMEX S.A.B de C.V., nuevamente se encuentra en la media de la muestra y con emisiones de GEI constantes en el periodo.

En cuestiones de valorización de emisiones de mtonCO_{2e}/\$USD en sus procesos, CRH plc presenta el menor índice de intensidad de carbono y con una tendencia alcista, puede interpretarse por lo tanto que, en la medida en que sus ingresos subieron también sus procesos involucraron mayores emisiones de mtonCO_{2e}, sin embargo las políticas de sustentabilidad que lleva CHR plc son un reflejo en el indicador de intensidad de carbono y por lo tanto es la empresa con el menor índice de intensidad de carbono del sector con un 1.37% del total.

En contra parte, Shree Cement Limited reporta ligeros ingresos positivos, y un aumento en sus emisiones, pero un índice de intensidad de carbono alto con un 22.18% del total del sector. Nuevamente CEMEX S.A.B. de C.V. se hace presente en la media del sector con una clara tendencia a la baja, reflejo también del uso correcto de sus estrategias y políticas en materia de mitigación y reducción del cambio climático.

La Gráfica 3.15 muestra tres interesantes acontecimientos, el primero una baja pronunciada y continua de LafargeHolcim Ltd. en el periodo 2014 a 2015, una disminución y posterior un alza pronunciada de intensidad de carbono de PT Indocement y una reducción muy alta de Ambuja Cements del año 2015 al 2016. Estas tres observaciones confirman que los ingresos han sido proyectados para acelerar procesos sustentables pues a excepción de LafargeHolcim Ltd., PT Indocement y Ambuja Cements reportan ingresos y emisiones constantes.

Gráfica 3.15. Intensidad de carbono por empresa, sector materiales & construcción, millones de toneladas de CO₂e/\$USD, 2012 – 2018.



Fuente: Elaboración propia

El resumen, de las empresas del sector con mayor y menor representación por variable revisada en esta sección muestra a la empresa CHR con los mayores ingresos del sector y con la menor intensidad de carbono, así como a LafargeHolcim Ltd. como la empresa de mayor capitalización y mayor emisora de GEI. CEMEX S.A.B. se hace presente como la de menor capitalización de la muestra pero tal como se revisó, aparece con la fuerza suficiente para aparecer en la media de emisiones de GEI y en la lista de las empresas con menor intensidad de carbono (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Empresas de mayor y menor representación de la muestra del sector materiales & construcción.

Variable	Empresa de mayor representación	Empresa de menor representación
Capitalización de mercado	LafargeHolcim Ltd.	CEMEX S.A.B. de C.V.
Ingresos totales	CHR plc	Shree Cement Ltd.
Total de emisiones GEI	LafargeHolcim Ltd.	Asia Cement Co.
Intensidad de carbono	Shree Cement Ltd.	CHR plc

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Carteras de inversión medio ambientales.

El modelo de generación de carteras medioambientales parte de la de intensidad de carbono definida como $\text{mtonCO}_2\text{e}/\text{\$USD}$ generada (de manera positiva o negativa, sostenibilidad o insostenibilidad) de un periodo anual a otro por activo individual y por sectores separados, el cálculo se determina a través de logaritmo natural y expresado como $\text{LN}=\ln(n)/(n-1)$.

La relación entre las variables se expresa en una matriz de covarianzas por cada uno de los sectores para determinar el riesgo involucrado en la relación de estas, y finalmente, se calculan los valores esperados de intensidad de carbono $\text{mtonCO}_2\text{e}/\text{\$USD}$.

Los valores esperados y el riesgo medioambiental de la cartera parte de la teoría moderna de portafolios y la propuesta de Bender et al (2019) expresada en el marco teórico de este trabajo. La Tabla 3.5, Tabla 3.6 y Tabla 3.7 son resúmenes de las carteras de inversión para el sectores petróleo & gas integrado, tecnología y materiales & construcción.

Las carteras de inversión medioambientales son diseñadas para ser optimizadas en función de un determinado nivel de intensidad de carbono esperado (ξ_{ipCO_2e}), y el mínimo riesgo de intensidad de carbono (σ_{ipCO_2e}); es decir, las restricciones de las carteras medio ambientales mostradas están en función de minimizar el riesgo de cambio climático mostrada como la variable de intensidad de carbono esperada, sin ventas en corto (valores negativos) y dirigiendo la inversión total a los activos

3.3.1. Carteras de inversión medioambientales del sector petróleo & gas

Integrado

La Tabla 3.5 muestra las ponderaciones asignadas para cada activo así como los valores esperados de intensidad de carbono y riesgo de intensidad de carbono por cada una de las carteras de inversión medioambientales diseñadas para este sector.

Para el caso de carteras medioambientales en cumplimiento de la teoría moderna de portafolios, la cartera óptima es aquella nombrada como la cartera de mínima varianza que a su vez refleja un índice de intensidad de carbono óptimo con un nivel de riesgo mínimo, e indica el inicio de la frontera eficiente medioambiental.

Cada cartera medioambiental se encuentra en la curva de la serie de oportunidades de inversión al igual que la cartera de mínima varianza medio ambiental, y solo las carteras I y II pertenecen a la frontera eficiente medioambiental (Gráfica 3.16); el valor esperado de la cartera de mínima varianza expresa el mínimo valor de intensidad de carbono en comparación con el resto de las carteras, esto es que la cartera de mínima varianza medioambiental absorbe el riesgo de la combinación de intensidad de carbono de los integrantes del sector.

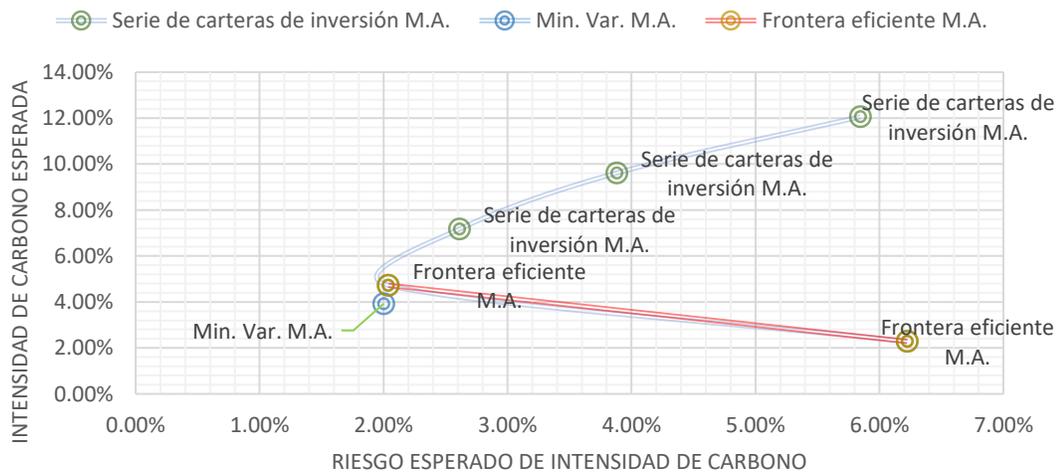
La cartera medioambiental de mínima varianza medioambiental de este sector sugiere que la combinación óptima de los recursos a invertir es el 75% en Petróleo Brasileiro SA y el resto en la empresa Eni S.a.P con valores esperados de intensidad de carbono de 3.93% anual y un riesgo de intensidad de carbono anual de 2%. Adicional, se observa que la participación de Petróleo Brasileiro SA en la cartera de mínima varianza medioambiental responde a las observaciones en el diseño de la muestra de este sector como referente de la muestra.

Tabla 3.5. Carteras de inversión medioambientales del sector petróleo & gas Integrado.

Petróleo y Gas integrado	I	II	III	IV	V	Min. Var. M.A.
Exxon Mobil Corporation	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Chevron Corporation	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Royal Dutch Shell plc	0%	0%	0%	0%	0%	0%
BP plc.	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras	0%	84%	56%	28%	0%	93%
Equinor ASA	0%	0%	0%	0%	0%	0%
China Petroleum & Chemical Corporation	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Eni S.p.A.	0%	16%	44%	72%	100%	7%
Suncor Energy Inc.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Occidental Petroleum Corporation	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Valores esperados (anual)						
$\sigma_{ic}(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	6.22%	2.04%	2.61%	3.88%	5.85%	2.00%
$\varepsilon_{ic}(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	2.28%	4.73%	7.17%	9.62%	12.06%	3.93%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3.16. Serie de carteras de inversión medio ambientales, cartera de mínima varianza medioambiental y frontera eficiente medioambiental de las carteras de inversión medioambientales, sector petróleo & gas integrado.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Carteras de inversión medioambientales del sector tecnología

Las carteras de inversión medioambientales del sector tecnología se muestran en la Tabla 3.6, en ella se puede observar que la cartera de mínima varianza medioambiental se compone por una ponderación de Oracle Co. con un 66% seguido de SAP SE con un 18% y finalmente por Apple Inc., Samsung Electronics Co. Ltd., con una ponderación respectiva de 10% y 6%.

El segundo hallazgo está en función de los valores esperados de intensidad de carbono y riesgo esperado de intensidad de carbono de la cartera mínima varianza medioambiental, el riesgo de intensidad de carbono es nulo y el valor esperado de la intensidad de carbono de la cartera es negativo, esto se traduce en que se puede esperar que la cartera de mínima varianza medioambiental se descarbonice un 7% anualmente con un riesgo mínimo de intensidad de carbono.

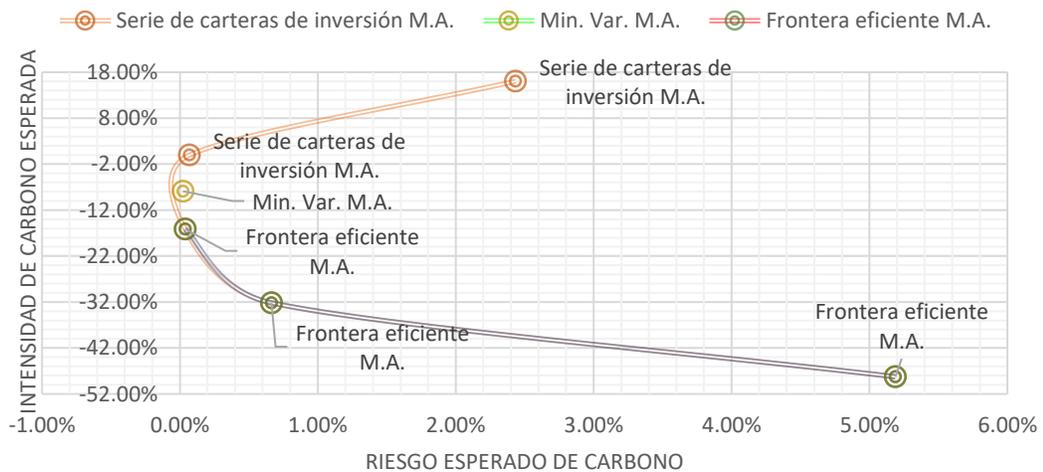
La combinación de los componentes de la cartera medioambiental de mínima varianza medioambiental confirma que las estrategias y políticas de descarbonización de las operaciones en el sector tecnológico tienden a generar ritmos descendientes de intensidad de carbono cuando existe una diversificación adecuada de los activos. Las carteras se encuentran en la línea de oportunidades de inversión y la cartera medioambiental de mínima varianza marca el inicio de la frontera eficiente medioambiental (Gráfica 3.17).

Tabla 3.6. Carteras de inversión medioambientales del sector tecnología.

Tecnología	I	II	III	IV	V	Min Var
Apple Inc.	0%	0%	9%	12%	0%	10%
Alphabet Inc.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Facebook, Inc.	100%	50%	11%	0%	0%	0%
Samsung Electronics Co. Ltd.	0%	0%	0%	30%	100%	6%
Cisco Systems, Inc.	0%	9%	0%	0%	0%	0%
Oracle Corporation	0%	0%	38%	49%	0%	66%
SAP SE	0%	40%	42%	0%	0%	18%
Adobe Inc.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Salesforce.com, inc	0%	0%	0%	8%	0%	0%
Accenture plc	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Valores esperados (anual)						
$\sigma_{ic}(\text{mtonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	5.19%	0.66%	0.04%	0.07%	2.43%	0.02%
$\varepsilon_{ic}(\text{mtonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	-48.26%	-32.18%	-16.11%	-0.03%	16.05%	-7.89%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3.17. Serie de carteras de inversión medio ambientales, cartera de mínima varianza medioambiental y frontera eficiente medioambiental de las carteras de inversión medioambientales, sector tecnología.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Carteras medioambientales del sector materiales & construcción.

La construcción de las carteras de este sector apoya a la racionalidad limitada que puede tener un inversionista en la toma de decisiones cuando la información es igual de limitada y/o se tiende a la especulación.

Si retomamos la intensidad de carbono mostrada durante el diseño de la muestra, puede observarse que la empresa CHR plc es la mejor opción para el inversionista medioambientalmente responsable que busca tener activos en su cartera de inversión con los menores niveles de intensidad de carbono; sin embargo, observando la Tabla 3.7, la cartera con mayor participación de la empresa CHR plc es la cartera que expone el mayor riesgo y el valor esperado mayor de intensidad de carbono de toda la frontera eficiente medioambiental (Gráfica 3.18).

El modelo de carteras de inversión medioambientales nuevamente permite generar la diversificación adecuada para minimizar el riesgo de intensidad de carbono y a la par, un valor negativo o de descarbonización en la intensidad de carbono a través de la cartera de mínima varianza.

Se observa también en la Tabla 3.7. Carteras de inversión medioambientales, sector materiales & construcción. en la cartera I, que el mínimo valor pronosticado de intensidad de carbono es con la participación total de Ambuja Cements Ltd., y que también representa el mayor de los riesgos de la todas las de carteras de inversión medioambiental.

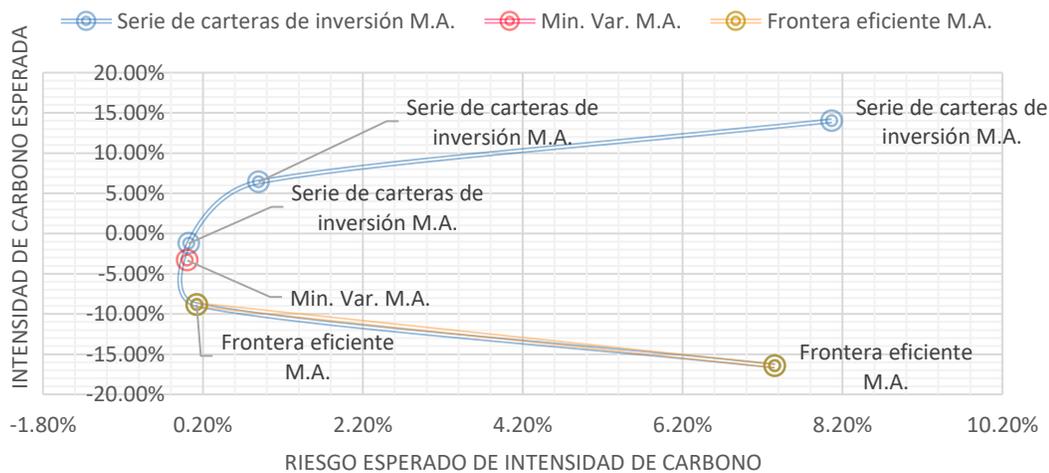
La combinación adecuada de activos está en la cartera mínima varianza medioambiental que reconoce el trabajo de descarbonización en sus procesos de CEMEX, S.A.B. de C.V. con prácticamente la mitad de participación. Los niveles bajos de intensidad de carbono de The Siam Cement Public Company Limited y a PT Indocement como las empresas que menos emisiones de GEI reportaron durante el diseño de la muestra se hacen presentes en la cartera también.

Tabla 3.7. Carteras de inversión medioambientales, sector materiales & construcción.

Materiales & Construcción	I	II	III	IV	V	Min Var
LafargeHolcim Ltd.	0%	22%	1%	0%	0%	8%
CRH plc	0%	0%	5%	27%	100%	0%
The Siam Cement Public Company Limited	0%	22%	0%	0%	0%	28%
UltraTech Cement Limited	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Shree Cement Limited	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Taiwan Cement Corp.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk	0%	0%	26%	73%	0%	15%
Ambuja Cements Limited	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Asia Cement Corporation	0%	30%	0%	0%	0%	0%
CEMEX, S.A.B. de C.V.	0%	26%	67%	0%	0%	48%
Valores esperados (anual)						
σ_{ic} (mtonCO ₂ e/\$USD)	7.35%	0.12%	0.02%	0.90%	8.07%	0.01%
ε_{ic} (mtonCO ₂ e/\$USD)	-16.47%	-8.85%	-1.23%	6.39%	14.02%	-3.35%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3.18. Serie de carteras de inversión medio ambientales, cartera de mínima varianza medioambiental y frontera eficiente medioambiental de las carteras de inversión medioambientales, sector materiales & construcción.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Carteras medioambientales Multi Sector

En referencia al marco teórico del método de carteras de inversión, es importante recordar que el análisis de carteras de inversión no solo implica la diversificación, sino que implica el "tipo correcto" de diversificación por la "razón correcta" (Francis & Dongcheol, 2013). Para este apartado, la razón implica reducir aún más el riesgo climático seleccionando las empresas que tengan mayor ponderación en sus respectivas carteras de mínima varianza por sector evitando entonces la inversión total en valores con altas varianzas. La Tabla 3.8 es un resumen de las carteras de mínima varianza medioambiental por sector y muestra a las empresas que pertenecerán al diseño de las carteras medioambientales de este apartado.

Tabla 3.8. Empresas con mayor ponderación en la cartera de mínima varianza medioambiental por sector

Sector Petróleo y Gas integrado	Min Var ω_i	Sector Tecnología	Min Var ω_i	Sector Materiales & Construcción	Min Var ω_i
Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras	75%	Apple	10%	LafargeHolcim Ltd.	8%
Eni S.p.A.	25%	Samsung Electronics Co	6%	The Siam Cement Public Company Ltd.	28%
		Oracle	66%	PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk	15%
		SAP ADR	18%	CEMEX, S.A.B. de C.V.	48%
Total	100%		100%		100%

Fuente: Elaboración propia.

El diseño de las carteras multi sector entrega un par de eventos a destacar, (véase la Tabla 3.9):

1. Las empresas del sector materiales y construcción en ninguna de las carteras medioambientales tienen participación de inversión.
2. La cartera de mínima varianza climática sugiere una participación del 76% de los recursos en dos de las cuatro empresas del sector materiales & construcción y, el resto en dos de las cuatro empresas del sector tecnología.

Los argumentos funcionan para presentar que el riesgo de intensidad de carbono se encuentra en el sector petróleo y gas integrado en todos los niveles de aversión al riesgo, lo que promueve la movilización de recursos a otros sectores y, que el sector materiales y construcción involucran el menor riesgo de inversión medioambiental en función de un pronóstico de descarbonización en un 9.21% anual. La presencia del sector tecnología atrae la tendencia de descarbonización generalizada que se revisó en el diseño de la muestra del sector tecnología.

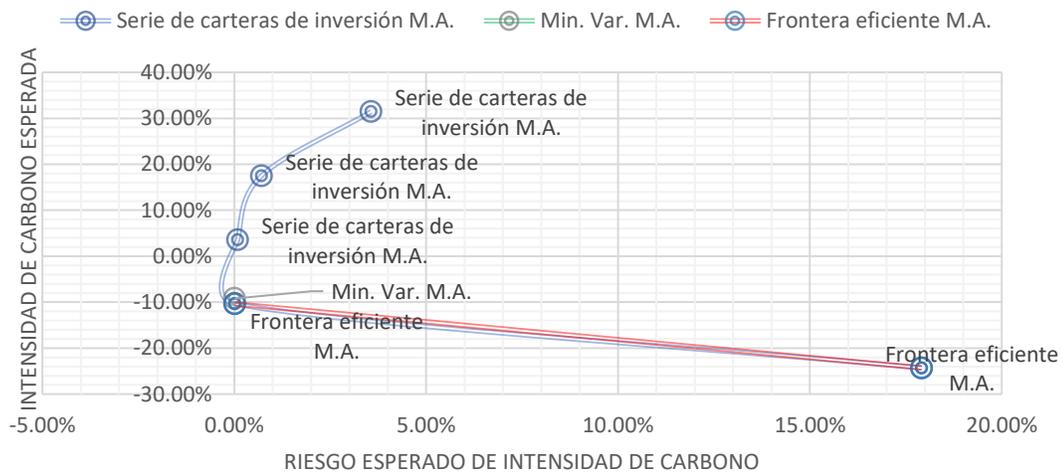
La cartera de mínima varianza medioambiental se observa en la gráfica de conjunto de carteras de inversión medioambientales multi sector (Gráfica 3.19) como la cartera óptima con el mínimo riesgo de intensidad de carbono de 0.01% y una intensidad de carbono esperada de -9.21%; la cartera de mínima varianza medioambiental indica el inicio de la frontera eficiente medioambiental para el conjunto de carteras de inversión medioambientales.

Tabla 3.9. Carteras de inversión medioambientales, multi sector.

Multi sector	I	II	III	IV	V	Min Var
Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Eni S.p.A.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Oracle Corporation	0%	0%	6%	43%	100%	0%
SAP SE	0%	30%	0%	0%	0%	19%
Apple Inc.	100%	7%	6%	2%	0%	4%
Samsung Electronics Co. Ltd.	0%	0%	20%	15%	0%	0%
CEMEX, S.A.B. de C.V.	0%	0%	14%	0%	0%	0%
The Siam Cement Public Company Limited	0%	44%	0%	0%	0%	50%
PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk	0%	0%	41%	40%	0%	0%
LafargeHolcim Ltd.	0%	20%	13%	0%	0%	26%
Valores esperados (anual)						
σ_{ic} (tonCO ₂ e/\$USD)	17.92%	0.01%	0.09%	0.71%	3.57%	0.01%
ξ_{ic} (tonCO ₂ e/\$USD)	-24.30%	-10.37%	3.57%	17.51%	31.45%	-9.21%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3.19. Serie de carteras de inversión medioambientales, cartera de mínima varianza medioambiental y frontera eficiente medioambiental de las carteras de inversión medioambientales, multi sector.



Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Carteras medio ambientales integradas en el modelo tradicional de carteras de inversión.

Para describir y explicar si existe una relación entre los modelos de carteras de inversión medioambientales y las carteras de inversión tradicionales, se diseñaron diez carteras tradicionales bajo los supuestos de la teoría de carteras de Markowitz (1952,1959) por cada uno de los sectores para el periodo 2012 a 2018 (ver Anexo 16, Anexo 17, Anexo 18 y Anexo 19 para mayor información).

La propuesta reside en tomar los pesos de la cartera de mínima varianza medioambiental por cada uno de los sectores e integrarla al modelo de carteras tradicionales y compararlas. Este proceso concede los valores de rendimiento esperado y riesgo esperado de desempeño financiero; de la misma manera, se toman los pesos de la cartera de mínima varianza tradicional y se integran las ponderaciones en el modelo de carteras de inversión medioambientales para obtener los valores de intensidad de carbono esperado y riesgo de carbono esperado de la cartera de mínima varianza tradicional.

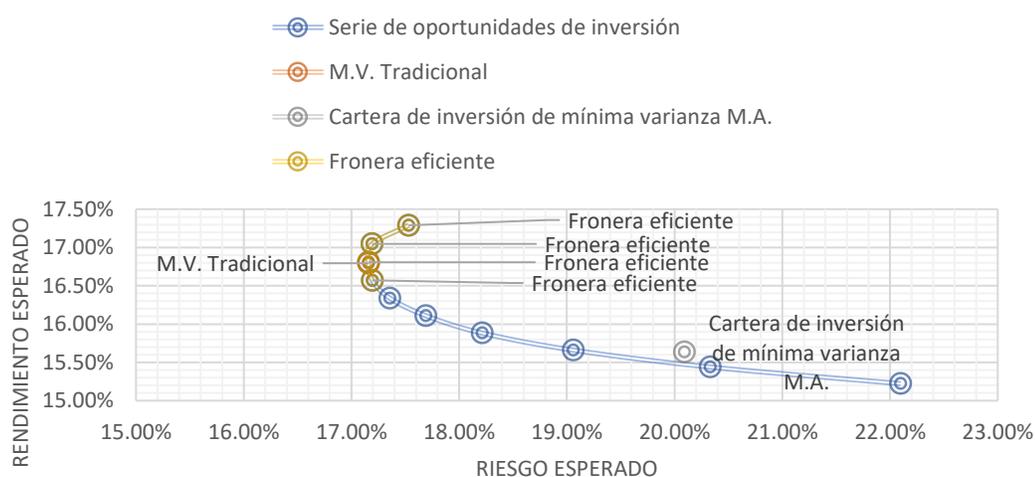
Los resultados obtenidos se muestran de por cada sector y pueden observarse en la Tabla 3.10, Tabla 3.11, Tabla 3.12 y Tabla 3.13. El sector de Petróleo & Gas integrado otorga una cartera de mínima varianza medioambiental con valores ligeramente mayores en rendimiento de mercado esperado y, similares en riesgo de mercado que la cartera de inversión tradicional y pero se mantiene en el destino final del área de oportunidad y fuera de la frontera eficiente (Gráfica 3.20); sin embargo los valores de intensidad de carbono esperado y riesgo de carbono esperado se reducen a la mitad en la cartera de mínima varianza ambiental en comparación con la cartera de inversión tradicional; lo que sugiere que, la combinación de empresas de la cartera de mínima varianza medioambiental tiene un mejor desempeño de mercado, pero sigue manteniendo niveles altos de intensidad de carbono.

Tabla 3.10. Comparación de carteras de mínima varianza, cartera de inversión medioambiental y cartera de inversión tradicional, sector petróleo & gas integrado.

Petróleo & gas integrado	Min. Var. Climática	Min.Var. Tradicional
Exxon Mobil Corporation	0.00%	70.23%
Royal Dutch Shell plc	0.00%	14.89%
Chevron Corporation	0.00%	4.71%
China Petroleum & Chemical Corporation	0.00%	7.01%
BP plc.	0.00%	1.96%
Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	75.00%	0.00%
Equinor ASA	0.00%	0.00%
Eni S.p.A.	25.00%	0.00%
Suncor Energy Inc.	0.00%	0.00%
Occidental Petroleum Corporation	0.00%	1.19%
Valores esperados de mercado (anual)		
	σ_p	20.09%
	ϵ_{np}	15.64%
Valores esperados de intensidad de carbono (anual)		
	$\sigma_{ic}(\text{mtCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	2.27%
	$\epsilon_{ic}(\text{mtCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	5.57%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3.20. Cartera de inversión de mínima varianza medioambiental en la frontera eficiente tradicional, sector petróleo & gas Integrado



Fuente: Elaboración propia.

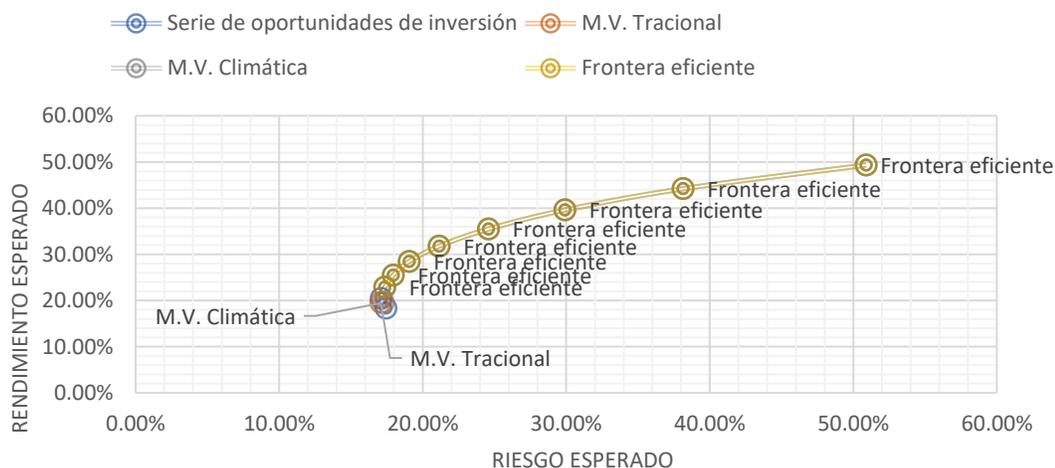
En el sector de Tecnología, el rendimiento esperado y el riesgo esperado de la cartera de mínima varianza ambiental entrega valores menores en comparación con la cartera de mínima varianza tradicional, sin embargo se mantiene muy cerca de la frontera eficiente (Gráfica 3.21); es decir, la cartera ambiental del sector tecnología refleja un desempeño positivo en cuanto a rendimiento de mercado esperado y un valor negativo en cuanto a intensidad de carbono esperada, por lo tanto el valor de la cartera medioambiental de mínima varianza representa un rendimiento positivo y una tendencia de descarbonización y se encuentra muy próxima a la frontera eficiente la teoría de carteras tradicional.

Tabla 3.11 Comparación de carteras de mínima varianza, cartera de inversión medioambiental y cartera de inversión tradicional, sector tecnología

Tecnología	Min. Var. Climática	Min.Var. Tradicional
Apple Inc.	9.51%	10.98%
Alphabet Inc.	0.00%	13.67%
Facebook, Inc.	0.00%	3.88%
Samsung Electronics Co. Ltd.	5.71%	2.07%
Cisco Systems, Inc.	0.00%	12.60%
Oracle Corporation	66.33%	15.46%
SAP SE	18.45%	18.49%
Adobe Inc.	0.00%	0.00%
Salesforce.com, inc	0.00%	0.00%
Accenture plc	0.00%	22.85%
Valores esperados de mercado (anual)		
σ_p	17.26%	17.08%
ϵ_{np}	19.55%	19.58%
Valores esperados de intensidad de carbono (anual)		
$\sigma_{ic}(m_{tCO_2e}/\$USD)$	0.02%	0.24%
$\epsilon_{ic}(m_{tCO_2e}/\$USD)$	-7.89%	-11.97%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3.21. Cartera de inversión de mínima varianza medioambiental en la frontera eficiente tradicional, sector tecnología



Fuente: Elaboración propia.

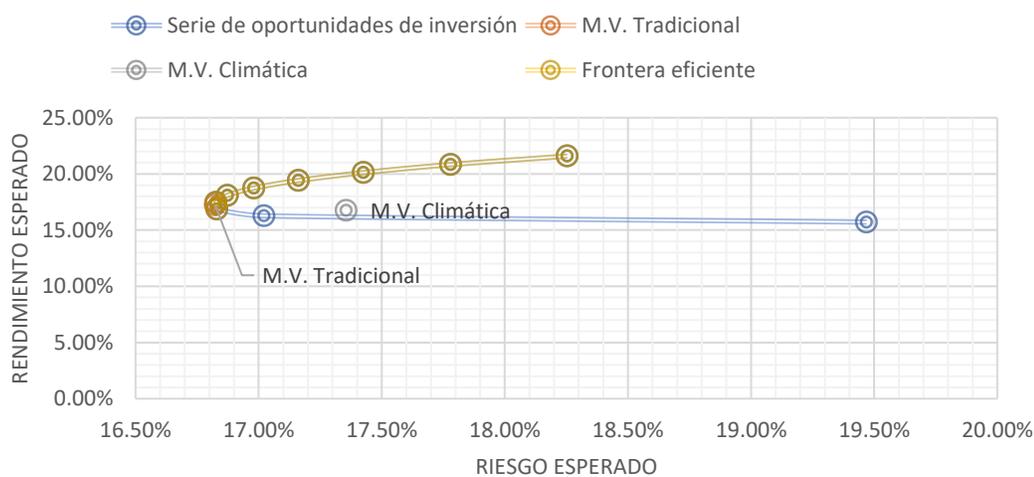
La comparación de las carteras de inversión del sector materiales & construcción es un análisis breve. Los valores esperados de mercado son muy similares en el sentido de riesgo esperado y, ligeramente distintos en rendimiento esperado; sin embargo la intensidad de carbono refleja un menor riesgo medioambiental con una tendencia de descarbonización en ambas carteras de inversión, dando preferencia entonces a la cartera de mínima varianza medioambiental que contiene los valores mejor calificados para su elección en cuanto a rendimiento y riesgo esperado de mercado, y con un punto porcentual menor de valor esperado de intensidad de carbono y un riesgo esperado nulo, sin embargo no pertenece a la frontera eficiente de mercado (Gráfica 3.22).

Tabla 3.12. Comparación de carteras de mínima varianza, cartera de inversión medioambiental y cartera de inversión tradicional, sector tecnología, Sector materiales & construcción

Materiales y Construcción	Min. Var. Climática	Min.Var. Tradicional
LafargeHolcim Ltd	8.43%	12.55%
CRH plc	0.00%	10.85%
The Siam Cement Public Company Limited	28.38%	17.33%
UltraTech Cement Limited	0.00%	5.86%
Shree Cement Limited	0.00%	6.43%
Taiwan Cement Corp.	0.00%	13.93%
PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk	14.86%	5.52%
Ambuja Cements Limited	0.00%	4.00%
Asia Cement Corporation	0.00%	18.09%
CEMEX, S.A.B. de C.V.	48.33%	5.43%
Valores esperados de mercado (anual)		
	σ_p	17.36%
	ϵ_{np}	16.76%
Valores esperados de intensidad de carbono (anual)		
	$\sigma_{ic}(m_tCO_2e/\$USD)$	0.01%
	$\epsilon_{ic}(m_tCO_2e/\$USD)$	-3.35%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3.22. Cartera de inversión de mínima varianza medioambiental en la frontera eficiente tradicional, sector materiales & construcción



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, las carteras de inversión multi sector conservan un análisis similar a los anteriores en función de movilizar los recursos en diferentes ponderaciones a los mismos activos de una cartera y definir los valores de rendimiento esperado de mercado y riesgo esperado de mercado y conocer además los valores de intensidad de carbono esperada y riesgo de intensidad de carbono esperado.

Los valores de mercado esperados son muy similares en ambas carteras de mínima varianza y, ligeramente distintos en cuanto a riesgo de mercado y riesgo de intensidad de carbono; la diferencia que se observa entre la cartera de mínima varianza tradicional y la cartera de mínima varianza medioambiental es la desinversión en las empresas del sector petróleo & gas integrado en su totalidad, así como la desinversión de Samsung y Oracle pertenecientes al sector tecnología y, CEMEX y PT Indocement del sector materiales & construcción.

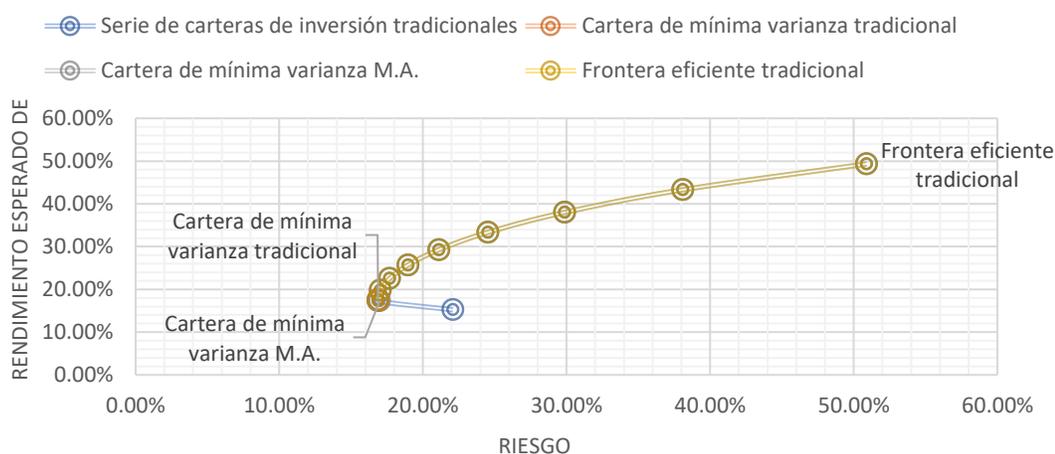
La transición de ponderaciones de inversión a la cartera de mínima varianza medioambiental no refleja una disminución en el rendimiento de mercado esperado, ni un riesgo diferencial representativo para que la transición produzca un cambio significativo en valores esperados de mercado, sin embargo la transición si representa cambios significativos en cuanto a la descarbonización de la cartera. La intensidad de carbono esperada es casi cinco veces mayor y riesgo de intensidad de carbono esperado es casi nulo en comparación con los valores de intensidad de carbono de la cartera de mínima varianza tradicional. La cartera de mínima varianza climática pertenece a la frontera eficiente de mercado (Gráfica 3.23) y confirma los argumentos.

Tabla 3.13. Comparación de carteras de mínima varianza, cartera de inversión medioambiental y cartera de inversión tradicional, multi sector

Multi sector	Min. Var. Climática	Min.Var. Tradicional
Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras	0.00%	0.00%
Eni S.p.A.	0.00%	6.08%
Oracle Corporation	0.00%	14.04%
SAP SE	19.03%	10.63%
Apple Inc.	4.49%	10.52%
Samsung Electronics Co. Ltd.	0.00%	1.12%
CEMEX, S.A.B. de C.V.	0.00%	6.99%
The Siam Cement Public Company Limited	50.39%	25.36%
PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk	0.00%	7.60%
LafargeHolcim Ltd	26.09%	17.66%
Valores esperados de mercado (anual)		
σ_p	17.00%	16.88%
ϵ_{np}	17.32%	17.60%
Valores esperados de intensidad de carbono (anual)		
$\sigma_{ic}(\text{mtCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	0.01%	0.17%
$\epsilon_{ic}(\text{mtCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	-9.21%	-2.59%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3.23. Cartera de inversión de mínima varianza medioambiental en la frontera eficiente tradicional, multi sector



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

- *“La verdadera ignorancia no es la ausencia de conocimientos, sino el hecho de negarse a adquirirlos”*
- **Karl Popper**

Bajo un enfoque objetivo de reflexión de los sucesos y el marco teórico, la promoción de este apartado consiste interactuar con algunos autores.

En el marco del desarrollo sostenible que se analizó a partir de las diferentes reuniones mundiales de Rio hasta el Acuerdo de París son un reflejo de lo que North (1990) llamo las reglas del juego para la convivencia de las instituciones a través del modelo de gobernanza. Si bien existen los medios contractuales adecuados, la regulación sigue siendo un tema de la academia en economía política internacional en cuanto a los mercados de emisiones mundiales que Gilbertson y Reyes (2009) mencionaron; por lo tanto, la compensación de contaminantes dejo de ser una buena intención para la mitigación y reducción de cambio climático y se convirtió en una forma de motivación para las utilidades de las instituciones que provocan el retraso en el desarrollo económico sostenible y la cooperación internacional; esta visión del fenómeno en un enfoque positivista y expresamente darwinista de la adaptación a la contaminación que afecta directamente a los costos sociales que Mundell (1968) señala con énfasis en sus aportaciones y que puede observarse en los niveles de desempeño del mercado de bonos de carbono y en las empresas que no analizan estos costos de transacción.

Aun con ello, el mercado existe y los derechos sobre la tierra perpetran a su aprovechamiento en todos los niveles de organización. El aprovechamiento de estos derechos obtenidos debe estar en función de las normas legales, procedimientos y estructuras administrativas que maximicen el valor del mercado que Coase (1988) expuso, y con la visión de la protección a la sociedad y los servicios que deben darse en un estado de bienestar que Friedman & Friedman (1980) mencionó. Este costo – beneficio es lo que Hayek (1960) formuló como un mercado de transmisión de conocimientos implícitos y que North (1990) retomaría para que el futuro de las instituciones económicas heredara el conocimiento hasta formarse como una conducta humana de cooperación y bienestar en el mercado.

El acuerdo radica en que los mercados financieros basados en sustentabilidad deben considerarse como una opción en un amplio espectro de soluciones para el cambio climático, empezando por la redefinición del riesgo, también fomentar la exploración de los impuestos sobre el carbono, la educación baja en carbono, la eficiencia energética y la renovación basada en la comunidad, proyectos de energía, entre muchas otras iniciativas de acción y enfoques de políticas públicas en un marco de bienestar ambiental, social y de cooperación económica. La apertura a esta nueva transformación institucional sigue siendo lo que North (1990) determina como la importancia de la continuidad de la sociedad.

Importante también, retomar la mención sobre empresas socialmente responsables, grupos de interés y contabilidad financiera en materia de rendimiento financiero (Freeman, 1984, Elkington 1994, Smith et al 2010 y Utz et al 2015). Estos conceptos mantienen una línea empírica sin recurrir aún a modelos matemáticos de pronósticos. El reflejo de estos trabajos es oportuno para la valuación fundamental y no como un referente para el rendimiento financiero de mercado que integre el cambio climático, tal como se expresa en los estudios que Delmas et al (2011) y Jo et al (2015).

Para un concepto más integral entre el medio ambiente, las acciones de mitigación y reducción del cambio climático de las instituciones con el rendimiento financiero, Bender et al (2019) expone diferentes métricas que si bien son la base de este trabajo para formación de carteras de inversión basadas en la intensidad de carbono de las empresas, también son expuestas para definir otros escenarios económicos como lo hace Mercer (2015) y que hace entrega de reportes anuales con mejoras en sus proyecciones a nivel macroeconómico. Las métricas medioambientales permiten integrar la información de las empresas y sus acciones en favor del cambio climático en modelos matemáticos. La reflexión radica en que los valores que expone Bender et al (2019) en sus resultados de intensidad de carbono de las carteras de inversión son un reflejo a corto plazo, la extensión del riesgo medioambiental aun mediano plazo es mejor definida por Fang (2018), aun así, es claro que el riesgo a largo plazo está en el potencial de pérdida permanente o deterioro del capital de las empresas por efectos de cambio climático, pues en ninguno de los casos se ha considerado la opción de que un impuesto al carbono este integrado como variable de análisis, tampoco han podido definir el tipo de compensación que se obtiene en el supuesto de participar en inversiones socialmente responsables distintas al rendimiento financiero, las acciones de Mercer (2015), Fang (2018) y Bender et al (2019),) solo son instrumentos de mercado para inmunizar o hacer más resistentes las inversiones al cambio climático, se debe entender que las inversiones que involucran la sustentabilidad es una forma de diversificación de capital no solo por el tipo correcto de diversificación, sino por la razón correcta hacia la transición de una nueva economía institucional basada en bajos niveles de emisiones de contaminantes.

Conclusiones

“Nunca debe cometerse la imprudencia de demandar al presente lo que el porvenir nos aportará con menos esfuerzo”

- Ch. Maurice de Talleyrand

La concepción de este trabajo de investigación otorgó un objeto de estudio en las ciencias sociales, se acompañó de un conjunto de teorías básicas para los aspectos particulares que nutren el paradigma del área financiera. En esencia, la construcción del conocimiento se desarrolló en un nivel de abstracción suficiente para dar espacio a la teoría, la medición y la observación. El marco teórico se basó en el estudio de los conceptos y variables envueltos en las motivaciones, límites y comportamientos de las instituciones en un marco de cooperación al bienestar social basado en el tiempo en forma de relaciones de poder subyacentes al capitalismo no estáticas y con una vía de equilibrio real del desarrollo económico bajo la Teoría Institucional de North (1990), acompañando a la teoría general, de manera secundaria el marco teórico mencionó conceptos como costos de transacción de Coase (1960), externalidades y planificación económica de Hayek (1960), cargos de contaminación de Friedman & Friedman (1980), entre otros que promueven soluciones para un mercado en estado de bienestar. El marco teórico de este trabajo cerro con las regularidades empíricas que dio pie al desarrollo de la construcción de evidencia empírica y la relación lógica con el diseño de esta investigación, es decir el método para operar los conceptos en forma de variables, indicadores y categorías que apoyaron a la generación de predictibilidad y contabilidad de los resultados confirmó el uso de una metodología cuantitativa que, formó el espacio de la medición y observación de este trabajo de investigación.

El objetivo que acompañó esta investigación consistió en explicar el desempeño y riesgo de las instituciones de mayor capitalización de mercado de los sectores Petróleo & Gas integrado, Tecnología y Materiales & Construcción integrando las acciones mitigación y reducción de cambio climático que cotizan en el S&P Global 1200 durante el periodo 2012 a 2018. Al respecto, el desempeño se basa en la diferencia que existe entre las instituciones derivada de la conducta humana combinada en un marco institucional de sustentabilidad así como de redirigir los costos que minimicen la incertidumbre del riesgo climático con una estructura estable y eficiente. Este desempeño se describió en función de representar la intensidad de carbono de las empresas de manera individual y por sector correspondiente debido al total de emisiones de gases de efecto invernadero y los ingresos anuales en un modelo estadístico y un modelo de carteras de inversión, se observó que la frontera eficiente medioambiental es inversa a la frontera eficiente tradicional de Markowitz (1952,1959) al buscar niveles negativos de riesgo e intensidad de carbono esperados. El modelo de carteras de inversión permitió por lo tanto describir el desempeño y el riesgo asociado al reflejo del desempeño medioambiental de las empresas en estudio. La descripción del modelo de carteras medioambientales otorgó la combinación adecuada de empresas para minimizar el riesgo de exposición al carbono y maximizar la exposición en empresas con bajos niveles de intensidad de carbono, con ello se determinó que el desempeño contiene valores poco diferenciados respecto al mercado, pero la intensidad de carbono o riesgo medioambiental disminuye considerablemente cuando se traslada la inversión a empresas con bajos niveles de intensidad de carbono apoyando a la transición a economías bajas en carbono y la movilización de recursos para proyectos de mitigación y adaptación del cambio climático.

En concreto, la respuesta a la pregunta principal de esta investigación sobre ¿Cuál es la relación del desempeño medioambiental con el desempeño financiero de las empresas?, La respuesta radica en la descripción de la intensidad de carbono por cada una de las empresas dado que, este factor incorpora las emisiones directas e indirectas de todas y cada una de las actividades producto de la conducta humana dentro del marco institucional de la empresa.

El índice de intensidad de carbono es el indicador clave para determinar la estabilidad y eficiencia de las empresas en materia de desempeño medioambiental y por lo tanto, la incertidumbre también se minimiza en cuanto al riesgo ambiental por lo menos a corto plazo bajo los criterios del periodo de esta investigación; es decir, un nivel bajo de intensidad de carbono refleja que los ingresos de las empresas son dirigidos a reducir los costos ambientales en sus procesos de producción, que puede ser desde políticas en la cadena de suministro, pasando inversiones en energías renovables, hasta las inversiones en tecnologías con bajas emisiones de contaminantes.

Estas declaraciones son importantes para entender el desempeño ambiental de las empresas que se estudiaron, también para comprender que el inversionista institucional adopte los índices de intensidad de carbono de las empresas para participar en sus estrategias de inversión en la descripción el desempeño ambiental y el riesgo en sus carteras de inversión bajo la metodología del diseño de carteras de inversión tradicional sustituyendo el valor de las acciones por el valor de intensidad de carbono como se demostró en este trabajo.

De la misma manera, el inversionista puede integrar el valor y riesgo de mercado, y el valor y riesgo medioambiental en sus carteras de inversión cambiando la configuración de las ponderaciones de una cartera de mínima varianza tradicional por las ponderaciones de una cartera de mínima varianza medioambiental para obtener el desempeño de sus carteras de inversión que reflejen por lo tanto, la información de mercado y la información medioambiental en una sola cartera de inversión. Por lo tanto, la respuesta a la pregunta principal de este trabajo pasa de lo general a lo particular.

Si bien, no se puede dar una opinión clara de que las empresas de este estudio tiendan a la sustentabilidad, se reconocen que el sector Tecnología, y Materiales & Construcción hace grandes esfuerzos por descarbonizar sus procesos y hacerlos públicos a través de los reportes de sustentabilidad como se pudo ver en el análisis estadístico de este trabajo. No así en el sector Petróleo & Gas integrado que tiene fallas graves en cuanto a la publicación datos medioambientales y por lo tanto refleja un escenario pesimista en cuanto a riesgo y desempeño medioambiental; con ello en mente, y trayendo a la luz que todos los inversionistas, bajo uno de los supuestos de comportamiento en la teoría de carteras, están dispuestos a basar sus decisiones solo en las estadísticas de rendimiento y riesgo esperado para su felicidad, entonces el sector Petróleo & Gas integrado no serían parte de sus decisiones de inversión al considerar que el riesgo de mercado y el riesgo medioambiental es muy alto en comparación con el rendimiento esperado.

La relación del desempeño ambiental con el desempeño financiero de las empresas puede ser cuantificable bajo la metodología de carteras de inversión y permite conocer el nivel de desempeño y riesgo de las empresas de una manera integral en función del impacto ambientales, es decir integrar la información de sostenibilidad o insostenibilidad en el desempeño de carteras de inversión; esta relación de variables y conceptos da pie a aceptar la hipótesis de que el desempeño medioambiental de las empresas modifica el desempeño financiero de las empresas y contribuye a reducir los impactos del cambio climático.

Con los argumentos anteriores, las preguntas secundarias pueden ser respondidas con un enfoque más asertivo. Es decir para la cuestión ¿De qué manera las empresas contribuyen a la reducción de los impactos ambientales? Se observó que las empresas que tienden a reducir su huella de carbono y que utilizan instrumentos financieros en proyectos de mitigación, adaptación y reducción del cambio climático contribuyen a cumplir los compromisos de mantener la temperatura global en el límite de los 2°C, sin embargo como se revisó en la literatura los esfuerzos siguen siendo aislados en comparación con el grosor del problema, la obligatoriedad del cumplimiento de los compromisos globales se enmarca en reconocer que el desempeño de las instituciones políticas y económicas es positivo en la medida que el desempeño humano también lo es por obra de la conducta y la respuesta humana en la reducción de la incertidumbre, como lo grabó en sus aportaciones Douglas North.

En cuanto a las preguntas ¿Cuál es el desempeño medioambiental y financiero de las empresas? Y ¿Qué combinación de empresas es la más efectiva para minimizar los impactos ambientales? Las respuestas se confiesan directamente en la metodología de carteras de Markowitz (1952,1959) y se demostró en el cuidado a que las empresas con baja intensidad de carbono no modifican significativamente su desempeño financiero como se esperaba en un principio de este trabajo de investigación, sin embargo para la segunda pregunta, los principios de diversificación de la metodología de la teoría de carteras promueve que una combinación de empresas con un desempeño ambiental diferencialmente positivo del resto de las empresas de un sector promueve un desempeño financiero ligeramente positivo y minimizan los impactos ambientales hasta en un 20% cumpliendo el objetivo específico de a la pregunta ¿Qué combinación de empresas es la más efectiva para minimizar los impactos ambientales?

La consumación de esta investigación va en atención al siguiente argumento: Derivado del problema de investigación, el objetivo general, los objetivos específicos y los supuestos que preceden de la teoría de este trabajo de investigación, no se rechaza la hipótesis de que el desempeño medioambiental de las empresas modifica el desempeño financiero de las empresas y contribuye a reducir los impactos del cambio climático. No se acepta ni se rechaza la hipótesis de que las empresas en transición a economías bajas en carbono contribuyen a minimizar los impactos del cambio climático apoyando a mantener la temperatura global en el límite de los 2°C, se rechaza la hipótesis de que las empresas con baja intensidad de carbono tienden a mejorar su desempeño financiero en un 10% anualmente y no se rechaza la hipótesis de que las empresas con bajos índices de intensidad de carbono reducen el impacto ambiental en un 20% anualmente.

Bibliografía

- Alexander, G. J., & Buchholz, R. A. (01 de September de 1978). Corporate Social Responsibility and Stock Market Performance. *The Academy of Management Journal*, 21(3), 479-486. doi:10.2307/255728
- Anderson, M., Bolton, P., & Samama, F. (2016). Hedging Climate Change Risk. *Financial Analyst Journal*, 72(3), 13-32.
doi:<https://doi.org/10.2469/faj.v72.n3.4>
- Arlow, P., & Cannon, M. (1 de Abril de 1982). Social Responsiveness, Corporate Structure, and Economic Performance. *Academy of Management Review*, 7(2), 235-241. doi:<https://doi.org/10.5465/amr.1982.4285580>
- Banco Mundial. (01 de Diciembre de 2017). www.bancomundial.org. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/green-bonds>
- Banco Mundial. (Junio de 2019). *Emisiones de gases de efecto invernadero totales (kt de equivalente de CO2)*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GHGT.KT.CE?view=chart>
- Bender, J., Bridges, T., & Shah, K. (12 de Febrero de 2019). Reinventing climate investing: building equity portfolios for climate risk mitigation and adaptation. *Journal of Sustainable Finance & Investing*, 9(3), 191-213.
doi:<https://doi.org/10.1080/20430795.2019.1579512>
- Berman, S. L., Wiks, A. C., Kotha, S., & Jones, T. M. (1999). Does Stakeholder Orientation Matter? The Relationship Between Stakeholder Management Models and Firm Financial Performance. *Academy of Management Journal*, 42(5), 488-506. doi:<https://doi.org/10.5465/256972>

- Brohé, A. (Enero de 2010). Personal carbon trading in the context of the EU Emissions Trading Scheme. *Climate Policy*, 10(4), 462-476.
doi:10.3763/cpol.2009.0050
- Brohé, A., Eyre, N., & Howarth, N. (2012). *Carbon Markets: An International Business Guide*. Reino Unido y Estados Unidos: Earthscan.
- Bromley, D. (Mayo de 1997). Environmental Problems in Southeast Asia: Property Regimes as Cause and Solution. *EEPSEA Special and Technical Paper*.
- Caballero, M. G. (1 de Enero de 2011). Economía de las instituciones: de Coase, North a Williamson y Ostrom. *Ekonomiaz Revista vasca de Economía*, 77(2), 14-51.
- Cañón-de-Francia, J., & Garcés-Ayerbe, C. (20 de Agosto de 2019). Factors and Contingencies for the “It Pays to Be Green Hypothesis”. The European Union’s Emissions Trading System (EU ETS) and Financial Crisis as Contexts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/ijerph16162988>
- Carroll, A., & Brown, J. (2018). Corporate Social Responsibility: A Review of Current Concepts, Research, and Issues. En A. Carroll, & J. Brown, *Corporate Social Responsibility* (págs. 39-69). Reino Unido: Emerald Publishing Co. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/325021492>

- Carroll, A., Aupperle, K., & Hatfield, J. (6 de Junio de 1985). An empirical examination of the relationship between corporate social responsibility and profitability. (A. o. Management, Ed.) *International Journal of Management Reviews*, 28(2), 446-463.
- CEPAL . (2016). *La Unión Europea y América Latina y el Caribe ante la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. El Gran Impulso Ambiental*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CEPAL . (05 de Octubre de 2018). (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). Obtenido de <https://biblioguias.cepal.org/>:
<https://biblioguias.cepal.org/huellacarbono>
- CEPAL. (2015). *Financiamiento para el desarrollo en América Latina y el Caribe. Un análisis estratégico desde la perspectiva de los países de renta media*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37767/1/S1500127_es.pdf
- CEPAL. (febrero de 2017). *Financiamiento para el cambio climático en América Latina y el Caribe en 2015*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/41010-financiamiento-cambio-climatico-america-latina-caribe-2015>
- Coase, R. H. (Octubre de 1960). The problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, 3, 1-44. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/724810>

- Coase, R. H. (1988). *The Firm, The Market and The Law*. Chicago, Illinois, EEUU: The University of Chicago Press.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (24 de Noviembre de 2000). *www.cndh.org*. Obtenido de <http://www.cndh.org.mx/DocTR/2016/JUR/A70/01/JUR-20170331-II90.pdf>
- Dahlman, C. J. (Abril de 1979). The Problem of Externality. *The Journal of Law & Economics*, 22(1), 141-162. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/725216>
- Delmas, M., & Nicholas, N.-B. (1 de Febrero de 2011). Is the Tail Wagging the Dog? An Empirical Analysis of Corporate Carbon Footprints and Financial Performance. *UCLA Institute of the Environment and Sustainability*.
- Elkington, J. (1 de Enero de 1994). Towards the Sustainable Corporation: Win-Win Business Strategies for Sustainable Development. *California Management Review*, 36(2), 90-100. doi:<https://doi.org/10.2307/41165746>
- Fang, M., Tan, K. S., & Wirjanto, T. S. (21 de Septiembre de 2018). Sustainable Portfolio Management Under ClimateChange. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 9(1), 45-67. doi:10.1080/20430795.2018.1522583
- Francis, J., & Dongcheol, K. (2013). *Modern Portfolio Theory*. Nueva Jersey, EE.UU.: Wiley.
- Freeman, E. (1984). *Strategic Management*. New York, United States of America: Cambridge.

- Freeman, R. E. (2010). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Freeman, R. E., & McVea, J. (2001). A Stakeholder Approach to Strategic Management. En R. E. Freeman, & J. McVea, *A Stakeholder Approach to Strategic Management*. Virginia, EE.UU.: Pitman. Obtenido de http://papers.ssrn.com/paper.taf?abstract_id=263511
- Friedman, M. (1993). *Why Government Is The Problem?* (Vol. Essays in Public Policy No. 39). California, EE.UU.: Hoover Institution Press Publication.
- Friedman, M. (2002). *Capitalism and Freedom: Fortieth Anniversary Edition*. Chicago, Illinois, EE.UU.: The University of Chicago Press.
- Friedman, M., & Friedman, R. (1980). *Free to Choose: A Personal Statement*. Nueva York y Londres: Harcourt Brace Jovahovich.
- Gilbertson, T., & Reyes, O. (2009). *Carbon Trading: How it works and why it fails* (Vol. 7). (L. Lohmann, Ed.) Suiza: The Dag Hammarskjöld Foundation.
- Gómez-Lee, M. (2019). Agenda 2030 de desarrollo sostenible: comunidad epistémica de los límites planetarios y cambio climático. *OPERA*(24), 69-93. doi: <https://doi.org/10.18601/16578651.n24.05>
- Green Bond Principles. (3 de junio de 2018). www.icmagroup.org. Obtenido de <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp>
- Griffin, P. (Julio de 2017). *The Carbon Majors Database: CDP Carbon Majors Report 2017*. Obtenido de www.cdp.net: <https://b8f65cb373b1b7b15feb->

c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/002/327/original/Carbon-Majors-Report-2017.pdf

Hayek, F. A. (1960). *The Constitution of Liberty*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Henriques, I., & Sadorsky, P. (2017). Investor Implications of Divesting from Fossil Fuels.”. *Global Finance Journal*.

Hillman, A., & Keim, G. (Febrero de 2001). Shareholder Value, Stakeholder Management, and Social Issues: What´s the bottom Line? *Strategic Management Journal*, 22(2), 125-139. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/3094310>

Hintermann, B. (Enero de 2010). Allowance price drivers in the first phase of the EU ETS. *Journal of Environmental Economics and Management*, 59(1), 43-56. doi:10.1016/j.jeem.2009.07.002

Ibikunle, G., & Steffen, T. (7 de Septiembre de 2015). European Green Mutual Fund Performance: A Comparative Analysis with Their Conventional And Black Peers. *Journal of Business Ethics*, 145(2), 337-355. doi:10.1007/s10551-015-2850-7

ICAP. (2018). *Estado del Comercio de Emisiones en el Mundo: Resumen Ejecutivo 2018*. Obtenido de https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=529.

- IPCC. (2014). *Resumen para responsables de políticas. En: Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribución*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos de América.: Cambridge University Press.
- Jo, H., Kim, H., & Park, K. (Octubre de 2015). Corporate Environmental Responsibility and Firm Performance in the Financial Services Sector. *Journal of Business Ethics*, 131(2), 257-284.
doi:<https://doi.org/10.1007/s10551-014-2276-7>
- Joltreau, E., & Sommerfeld, K. (Diciembre de 2017). Why does emissions trading under the EU Emissions Trading System (ETS) not affect firms' competitiveness? Empirical findings from the literature. *IZA-Institute of Labor Economics*(11253), 453-471. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1502145>
- Kuramochi, T., Höhne, N., Schaeffer, M., & Cantzler, J. (05 de Diciembre de 2017). Ten key short-term sectoral benchmarks to limit warming to 1.5°C. *Climate Policy*, 1-19. doi:10.1080/14693062.2017.1397495
- Lai, L. (2013). *The Ideas of Ronal H. Coase: Market failure and planning by contract for sustainable development*. Londres, Reino Unido: Taylor & Francis Ltd.
- Laplante, A., & Watson, C. (27 de Marzo de 2017). *Managing carbon risk: A look at environmentally conscious indices*. Obtenido de Global Risk institute: <https://globalriskinstitute.org/wp-content/uploads/2017/05/ManagingCarbonRisk-Final-formatted-002.pdf>.

Lund, S., Daruvala, T., Dobbs, R., Härle, P., Kwek, J.-H., & Falcon, R. (2013).

Financial globalization: Retreat or reset? McKinsey Global Institute. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/featured-insights/employment-and-growth/financial-globalization>

Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*.

New Haven, Connecticut, USA: Yale university Press. Obtenido de www.jstor.org/stable/j.ctt1bh4c8h

Markowitz, H. M. (Marzo de 1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7(1),

77-91. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/i352923>

Markowitz, H. M. (Junio de 1991). Foundations of Portfolio Theory. *The Journal*

of Finance, 46(2), 469-477. doi:DOI: 10.2307/2328831

Mercer. (Junio de 2015). *Investing in a Time of Climate Change*. Obtenido de

<https://www.mercer.com/content/dam/mercer/attachments/global/investments/mercer-climate-change-report-2015.pdf>

Miller, E. F. (2010). *Hayek's The Constitution of Liberty*. Londres: The Institute

of Economic Affairs. Obtenido de

<https://iea.org.uk/sites/default/files/publications/files/Hayek's%20Constitution%20of%20Liberty.pdf>

Mundell, R. (1968). *Man and Economics: The Science of Choice*. Nueva York,

EE.UU.: McGraw Hill.

- Naciones Unidas. (12 de Diciembre de 2015). *Convención Marco sobre el Cambio Climático*. Obtenido de unfccc.int:
<https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>
- Naciones Unidas. (s.f.). *www.un.org*. Obtenido de Naciones Unidas:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Nordea Equity Research. (5 de Septiembre de 2017). Cracking the ESG code. *Nordic Ideas*, 1-5. Obtenido de https://nordeamarkets.com/wp-content/uploads/2017/09/Strategy-and-quant_executive-summary_050917.pdf
- North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Nozick, R. (1988). *Anarquía, Estado y utopía*. México: Fondo de Cultura Económica (FCE).
- Okereke, C., & Coventry, P. (14 de Julio de 2016). Climate justice and the international regime: before, during, and after Paris. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(6), 834-851. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/wcc.419>
- ONU. (2018). *Emissions Gap Report 2018*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente:
<https://www.unenvironment.org/es/resources/informe-sobre-la-brecha-de-emisiones-2018>

- Planetary Boundaries Initiative. (9 de Octubre de 2015). *Sustainable Development Goals Put Planetary Boundaries on the World's Agenda*.
- Popper, K. (1999). *All Life is Problem Solving*. Nueva York, EE.UU.: Routledge.
- Posner, R. A. (1992). *Economic Analysis of Law* (4a ed.). Boston, Massachusetts, EE.UU.: Little, Brown.
- Rockström, J., Sachs, J., Öhman, M., & Schmidt- Traud, G. (2013). *Sustainable development and planetary boundaries. Submitted to the High Level Panel on the Post-2015*. Obtenido de Recuperado de <https://www.eesc.europa.eu/resources/docs/sustainabledevelopment-and-planetary-boundaries.pdf>
- Rubinstein, M. (Junio de 2002). Markowitz´s "Portfolio Selection": A Fifty-Year Retrospective. *The Journal of Finance*, 57(3), 1041-1045. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2697771>
- S&P Dow Jones Indices. (2019). *www.spindices.com*. Obtenido de <https://eu.spindices.com/indices/equity/sp-global-1200-fossil-fuel-free-index-usd>
- Santillán, M. (26 de Febrero de 2018). El estudio del cambio climático desde la economía. *EconomíaUNAM*, 15(44), 1-24.
- Schneider, H., & Samaniego, J. (marzo de 2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Obtenido de CEPAL- Colección Documentos de proyectos: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834_es.pdf

- Smith, N., Bhattacharya, C. B., Vogel, D., & Levine, D. (2010). *Introduction: Corporate responsibility and global business*. (Vol. Global Challenges in Responsible Business). (C. Smith, D. Bhattacharya, D. Vogel, & D. Levine, Edits.) Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
doi:10.1017/CBO9780511777660.002
- Sowell, T. (1987). *A Conflict of Visions: Ideological Origins of Political Struggles*. Nueva York, EE.UU.: William Morrow.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. doi: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1017/CBO9780511817434>
- Trimarchi, M. (10 de Diciembre de 2008). *How the Chicago Climate Exchange Works*. Obtenido de HowStuffWorks.com:
<<https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/chicago-climate-exchange.htm>> 23 October 2019
- Trinks, A., Scholtens, B., Mulder, M., & Dam, L. (2018). Fossil Fuel Divestment and Portfolio Performance. *Ecological Economics*, 740-748.
- Truecost. (Mayo de 2015). *Truecost's Valuation Methodology*. Obtenido de https://www.truecost.com/?s=methodology&post_types=publication,webinar,events,truecost-blog,truecost-news,case-study
- Truecost. (Mayo de 2018). *The Carbon Scorecard*. Obtenido de S&P Dow Jones Indices: <https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/research/research-the-carbon-scorecard-may-2018.pdf>

- UNFCCC. (12 de Diciembre de 2015). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Obtenido de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>
- Utz, S., & Wilmmer, M. (Febrero de 2014). Are They any good at all? A financial and ethical analysis of socially responsible mutual funds. *Journal of Asset Management*, 15(1), 1 - 17. doi:10.1057/jam.2014.8
- Utz, S., Wimmer, M., & Steuer, R. (Abril de 2015). Tri-criterion Modeling for constructing more-Sustainable Mutual Funds. *European Journal of Operational Research*, 246(1), 331-338. doi:10.1016/j.ejor.2015.04.035
- Vázquez, A. (Febrero de 2011). El mercado de los bonos de carbono. *Derecho Ambiental y Ecología: Perspectivas del derecho ambiental*, 41(7), 51.
- Velázquez de Castro, F. (Abril de 2005). Cambio Climático y Protocolo de Kioto. Ciencia y Estrategias. Compormisos para España. *Revista Española de Saludo Pública*, 79(2), 191-201.
- Yang, B. (2001). Soft War, in Chinese, Beijing. *Economic Management Publishing House*.

Anexos

Anexo 1. Lista de empresas para la muestra del sector petróleo & gas integrado

Nombre de la compañía	Nombre en Pizarra	Reporte de Sustentabilidad	Capitalización de mercado USD (enero 2019)	Sector
Exxon Mobil Corporation	NYSE:XOM	SI	300238.4	Petróleo & Gas integrado
Chevron Corporation	NYSE:CVX	SI	227408.4	Petróleo & Gas integrado
Royal Dutch Shell plc	ENXTAM:RDSA	SI	227130.3	Petróleo & Gas integrado
PetroChina Company Limited	SEHK:857	NO	152385.6	Petróleo & Gas integrado
BP p.l.c.	LSE:BP.	SI	124602.8	Petróleo & Gas integrado
Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras	BOVESPA:PETR4	SI	89685.7	Petróleo & Gas integrado
China Petroleum & Chemical Corporation	SEHK:386	SI	83230.8	Petróleo & Gas integrado
Public Joint Stock Company Gazprom	MISX:GAZP	NO	76796.9	Petróleo & Gas integrado
Public Joint Stock Company Rosneft Oil Company	LSE:ROSN	NO	66683.7	Petróleo & Gas integrado
Equinor ASA	OB:EQNR	SI	56465.5	Petróleo & Gas integrado
PJSC LUKOIL	MISX:LKOH	NO	53985.9	Petróleo & Gas integrado
Eni S.p.A.	BIT:ENI	SI	53951.9	Petróleo & Gas integrado
Suncor Energy Inc.	TSX:SU	SI	43555.4	Petróleo & Gas integrado
PTT Public Company Limited	SET:PTT	NO	42303.8	Petróleo & Gas integrado
Occidental Petroleum Corporation	NYSE:OXY	SI	35606.4	Petróleo & Gas integrado

Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ y reportes de sustentabilidad online por empresa.

Anexo 2. Lista de empresas para la muestra del sector tecnología

Nombre de la compañía	Nombre en Pizarra	Reporte de Sustentabilidad	Capitalización de mercado USD (enero 2019)	Sector
Apple Inc.	nasdaqGS:AAPL	SI	921460	Tecnología
Alphabet Inc.	nasdaqGS:GOOG.L	SI	811840	Tecnología
Facebook, Inc.	nasdaqGS:FB	SI	516980	Tecnología
Samsung Electronics Co. Ltd.	KOSE:A005930	SI	238820	Tecnología
Cisco Systems, Inc.	nasdaqGS:CSCO	SI	200340	Tecnología
Oracle Corporation	nasdaqGS:ORCL	SI	174700	Tecnología
SAP SE	DB:SAP	SI	143710	Tecnología
Adobe Inc.	nasdaqGS:ADBE	SI	140500	Tecnología
Salesforce.com, inc	nasdaqGS:CRM	SI	134750	Tecnología
Accenture plc	NYSE:ACN	SI	132620	Tecnología

Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ y reportes de sustentabilidad online por empresa.

Anexo 3. Lista de empresas para la muestra del sector materiales & construcción

Nombre de la compañía	Nombre en Pizarra	Reporte de Sustentabilidad	Capitalización de mercado USD (enero 2019)	Sector
C.A. Fábrica Nacional de Cementos S.A.C.A.	CCSE:FNC	NO	195978.8	Materiales & Construcción
Anhui Conch Cement Company Limited	SEHK:914	NO	29249.6	Materiales & Construcción
LafargeHolcim Ltd	SWX:LHN	SI	28643.8	Materiales & Construcción
CRH plc	ISE:CRG	SI	26579.3	Materiales & Construcción
Vulcan Materials Company	NYSE:VMC	NO	18594.2	Materiales & Construcción
The Siam Cement Public Company Limited	SET:SCC	SI	15991.6	Materiales & Construcción
Martin Marietta Materials, Inc.	NYSE:MLM	NO	15813.4	Materiales & Construcción
UltraTech Cement Limited	NSEI:ULTRACEMCO	SI	15603.3	Materiales & Construcción
HeidelbergCement AG	DB:HEI	NO	13514.5	Materiales & Construcción
Shree Cement Limited	NSEI:SHREECEM	SI	8997.3	Materiales & Construcción
Dangote Cement Plc	NGSE:DANGCEM	NO	7639.1	Materiales & Construcción
China National Building Material Company Limited	SEHK:3323	NO	7127	Materiales & Construcción
James Hardie Industries plc	ASX:JHX	NO	6640.9	Materiales & Construcción
Taiwan Cement Corp.	TSEC:1101	SI	6396.3	Materiales & Construcción
China Resources Cement Holdings Limited	SEHK:1313	NO	6185	Materiales & Construcción
PT Indocement Tunggak Prakarsa Tbk	IDX:INTP	SI	5643	Materiales & Construcción
Ambuja Cements Limited	BSE:500425	SI	5540.8	Materiales & Construcción
Asia Cement Corporation	TSEC:1102	SI	4516.7	Materiales & Construcción
CEMEX, S.A.B. de C.V.	BMV:CEMEX CPO	SI	5326.8	Materiales & Construcción

Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ y reportes de sustentabilidad online por empresa.

Anexo 4. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector petróleo & gas integrado

Total GEI (mtonCO₂e - Sope 1 y 2)									
Nombre de la Compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Sector	Unidad de medida
Exxon Mobil Corporation	126	127	123	122	123	122	-	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
Chevron Corporation	-	-	61.0	62.0	62.0	60.0	63.0	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
Royal Dutch Shell plc	72.0	73.0	76.0	72.0	70.0	-	-	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
BP p.l.c.	-	-	54.1	51.2	51.4	50.5	48.8	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	-	-	80.4	78.2	66.5	67.1	61.7	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
Equinor ASA	19.3	19.3	19.3	19.2	18.2	15.6	15.6	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
China Petroleum & Chemical Corporation	-	-	-	-	-	162	171	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
Eni S.p.A.	-	-	-	-	42.2	43.2	43.4	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
Suncor Energy Inc.	-	20.5	20.5	20.5	18.7	19.9	22.0	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e
Occidental Petroleum Corporation	15.2	15.2	15.2	14.1	15.9	15.9	15.9	Petróleo & Gas integrado	millón metric tons CO ₂ e

Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ y reportes de sustentabilidad online por empresa.

Anexo 5. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector tecnología

Total GEI (mtonCO2e - Sope 1 y 2)

Nombre de la Compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Sector	Unidad de medida
Apple Inc.	160380	120810	91700	70560	38470	81650	63320	Tecnología	Metric tons CO2e
Alphabet Inc.	151978	176601	249334	268610	287712	329490	329490	Tecnología	Metric tons CO2e
	7	4	7	1	8	5	5		
Facebook, Inc.	559000	530300	444000	451000	555000	604000	339000	Tecnología	Metric tons CO2e
Samsung Electronics Co.	-	-	-	10192	11600	13585	-	Tecnología	Metric tons CO2e
Cisco Systems, Inc.	-	-	547302	364452	301057	265484	246312	Tecnología	Metric tons CO2e
Oracle Corporation	-	-	-	459516	457223	417923	-	Tecnología	Metric tons CO2e
SAP SE	-	-	500000	450000	380000	325000	310000	Tecnología	Metric tons CO2e
Adobe Inc.		-	-	-	72957	77629	70993	Tecnología	Metric tons CO2e
Salesforce.com, inc	26850	36196	54000	76000	135000	178000	240000	Tecnología	Metric tons CO2e
Accenture plc	233998	265143	257797	263529	290253	267868	241038	Tecnología	Metric tons CO2e

Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ y reportes de sustentabilidad online por empresa.

Anexo 6. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector materiales & construcción

Total GEI (mtonCO₂e - Sope 1 y 2)									
Nombre de la Compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Sector	Unidad de medida
LafargeHolcim Ltd	-	174	180	181	120	122	126	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
CRH plc	8.9	9.1	9.6	22.6	22.8	23.3	30.4	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
The Siam Cement Public Company Limited	-	-	-	24.7	24.9	24.0	24.5	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
UltraTech Cement Limited	-	28.4	28.3	31.8	33.0	33.0	-	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
Shree Cement Limited	8.7	9.1	10.1	12.2	14.1	14.0	-	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
Taiwan Cement Corp.	-	-	-	4.9	4.7	4.4	4.5	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk	-	-	12.9	12.4	12.0	12.8	13.4	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
Ambuja Cements Limited	14.9	13.5	14.0	13.6	13.5	14.7	14.8	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
Asia Cement Corporation	-	-	-	3.8	3.4	3.0	-	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e
CEMEX, S.A.B. de C.V.	42.6	40.3	42.8	43.7	47.8	46.5	47.0	Materiales & Construcción	millón metric tons CO ₂ e

Fuente: Elaboración propia con datos de Capital IQ y reportes de sustentabilidad online por empresa.

Anexo 7. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector petróleo & gas integrado ajustadas por metodología de regresión lineal

Total GEI AJUSTADO (mtonCO2e - Sope 1 y 2)

Company Name	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Unidad de medida
Exxon Mobil Corporation	124.62	124.29	123.96	123.63	123.30	122.97	122.64	million metric tons CO2
Chevron Corporation	58.40	59.20	60.00	60.80	61.60	62.40	63.20	
Royal Dutch Shell plc	73.00	72.80	72.60	72.40	72.20	72.00	71.80	
BP p.l.c.	55.72	54.59	53.46	52.33	51.20	50.07	48.94	
Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	90.18	85.33	80.48	75.63	70.78	65.93	61.08	
Equinor ASA	20.17	19.47	18.77	18.07	17.37	16.67	15.97	
China Petroleum & Chemical Corporation	118.36	127.22	136.08	144.94	153.80	162.66	171.52	
Eni S.p.A.	39.88	40.48	41.08	41.68	42.28	42.88	43.48	
Suncor Energy Inc.	19.96	20.07	20.18	20.29	20.40	20.50	20.61	
Occidental Petroleum Corporation	14.89	15.04	15.19	15.34	15.49	15.64	15.79	

Fuente: Elaboración propia a partir del con metodología de regresión lineal simple

Anexo 8. Emisiones Totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector tecnología ajustadas por metodología de regresión lineal

Total GEI AJUSTADO (mtonCO2e - Sope 1 y 2)

Company Name	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Unit
Apple Inc.	160380	120810	91700	70560	38470	81650	63320	
Alphabet Inc.	1519787	1766014	2493347	2686101	2877128	3294905	3294905	
Facebook, Inc.	559000	530300	444000	451000	555000	604000	339000	
Samsung Electronics Co. Ltd.	5006.3	6702.8	8399.3	10192	11600	13585	15185.3	
Cisco Systems, Inc.	625300	555205	547302	364452	301057	265484	246312	Metric tons CO2e
Oracle Corporation	528073	507276	486479	459516	457223	417923	403291	
SAP SE	595000	544500	500000	450000	380000	325000	310000	
Adobe Inc.	78770	77788	76806	75824	72957	77629	70993	
Salesforce.com, inc	26850	36196	54000	76000	135000	178000	240000	
Accenture plc	233998	265143	257797	263529	290253	267868	241038	

Fuente: Elaboración propia a partir del con metodología de regresión lineal simple

Anexo 9. Emisiones totales de gases de efecto invernadero por empresa del sector materiales & construcción ajustadas por metodología de regresión lineal

Total GEI AJUSTADO (mtonCO2e - Sope 1 y 2)								
Company Name	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Unit
LafargeHolcim Ltd	197.999	174	180	181	120	122	126	
CRH plc	8.85	9.14	9.56	22.56	22.8	23.3	30.4	
The Siam Cement Public Company Limited	25.491	25.64	25.789	24.74	24.85	23.96	24.54	
UltraTech Cement Limited	26.778	28.4	28.34	31.84	33	32.95	35.034	
Shree Cement Limited	8.73	9.14	10.1	12.2	14.12	14	15.7206	million metric tons CO2
Taiwan Cement Corp.	5.286	5.133	4.98	4.89	4.65	4.38	4.47	
PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk	12.213	12.335	12.92	12.42	12.035	12.78	13.35	
Ambuja Cements Limited	14.9	13.5	14	13.6	13.5	14.7	14.8	
Asia Cement Corporation	4.9884	4.5971	4.2058	3.816949201	3.41820499	3.034318	2.6406	
CEMEX, S.A.B. de C.V.	42.6	40.3	42.8	43.7	47.8	46.5	47	

Fuente: Elaboración propia a partir del con metodología de regresión lineal simple

Anexo 10. Ingresos totales por empresa del sector petróleo & gas integrado

Ingresos Totales (Millones \$USD)

Nombre de la compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Exxon Mobil Corporation	451509	393039	364763	241406	200628	237162	279332
Chevron Corporation	230590	220160	192308	122566	103310	127485	158902
Royal Dutch Shell plc	467153	451235	421105	264960	233591	305179	388379
BP p.l.c.	388074	396217	351195	222243	182325	238433	297220
Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	144103	141462	143657	97314	86835.6	78020.3	80068.7
Equinor ASA	124425	108613	96708	57901	45688	60972	78556
China Petroleum & Chemical Corporation	442145	465458	455803.3	311036	277962.1	362610.8	420215.5
Eni S.p.A.	165606	154194	118828.9	78507.7	59832.2	81278.8	87570.4
Suncor Energy Inc.	40547	39145	34421.1	21051.1	19957.3	25480	28245.4
Occidental Petroleum Corporation	20100	20170	19312	12480	10090	12508	17824

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Capital IQ.

Anexo 11. Ingresos totales por empresa del sector tecnología

Ingresos Totales (Millones \$USD)

Nombre de la compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Apple Inc.	156508	170910	182795	233715	215639	229234	265595
Alphabet Inc.	46039	55519	66001	74989	90272	110855	136819
Facebook, Inc.	5089	7872	12466	17928	27638	40653	55838
Samsung Electronics Co. Ltd.	189082.6	216626.6	188919.7	170514.9	167678.7	224266.9	218972.7
Cisco Systems, Inc.	46061	48607	47142	49161	49247	48005	49330
Oracle Corporation	37121	37180	38275	38226	37047	37792	39383
SAP SE	21389.6	23156.3	21255.2	22582.6	23289.3	28171.2	28288.2
Adobe Inc.	4403.677	4055.24	4147.065	4795.511	5854.43	7301.505	9030.008
Salesforce.com, inc	2266.539	3050.195	4071.003	5373.586	6667.216	8437	10540
Accenture plc	27862.33	28562.81	30002.394	31047.931	32882.723	34850.182	39573.45

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Capital IQ

Anexo 12. Ingresos totales por empresa del sector materiales & construcción

Ingresos Totales (Millones \$USD)							
Nombre de la compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LafargeHolcim Ltd	21360.58	19905.92	19003.44	23807.55	27159.02	27277.13	27726.35
CRH plc	19971.29	19912.76	20885.70	23639.98	27376.04	27852.02	29585.86
The Siam Cement Public Company Limited	13419.39	14296.81	16051.40	14473.36	13940.95	14845.62	15751.55
UltraTech Cement Limited	2696.88	2992.17	3024.00	3393.28	3544.40	3575.64	4365.26
Shree Cement Limited	653.78	787.73	829.59	909.39	1035.92	1211.04	1385.60
Taiwan Cement Corp.	3681.02	3758.71	3830.80	3032.86	2899.65	3182.85	4033.75
PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk	1235.03	1335.10	1428.31	1271.30	1097.28	1030.81	1085.03
Ambuja Cements Limited	1374.97	1287.08	1403.57	1329.23	2836.83	3323.48	3669.48
Asia Cement Corporation	2065.31	2271.85	2515.00	2146.06	1973.13	2101.12	2678.74
CEMEX, S.A.B. de C.V.	10139.77	9796.73	10289.32	11285.46	12838.46	13248.10	14247.38

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Capital IQ

Anexo 13. Intensidad de carbono por empresa del sector petróleo & gas integrado

Intensidad de Carbono (mmtonCO2e/\$USD)

Nombre de la compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Exxon Mobil Corporation	0.000276	0.000316	0.000340	0.000512	0.000615	0.000519	0.000439
Chevron Corporation	0.000253	0.000269	0.000312	0.000496	0.000596	0.000489	0.000398
Royal Dutch Shell plc	0.000156	0.000161	0.000172	0.000273	0.000309	0.000236	0.000185
BP p.l.c.	0.000144	0.000138	0.000152	0.000235	0.000281	0.000210	0.000165
Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	0.000626	0.000603	0.000560	0.000777	0.000815	0.000845	0.000763
Equinor ASA	0.000162	0.000179	0.000194	0.000312	0.000380	0.000273	0.000203
China Petroleum & Chemical Corporation	0.000268	0.000273	0.000299	0.000466	0.000553	0.000449	0.000408
Eni S.p.A.	0.000241	0.000263	0.000346	0.000531	0.000707	0.000528	0.000497
Suncor Energy Inc.	0.000492	0.000513	0.000586	0.000964	0.001022	0.000805	0.000730
Occidental Petroleum Corporation	0.000741	0.000746	0.000787	0.001229	0.001535	0.001251	0.000886

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Intensidad de carbono por empresa del sector tecnología

Intensidad de Carbono (mtonCO2e/\$USD)							
Nombre de la compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Apple Inc.	1.024740	0.706863	0.501655	0.301906	0.178400	0.356186	0.238408
Alphabet Inc.	33.010860	31.809182	37.777412	35.819934	31.871765	29.722656	24.082218
Facebook, Inc.	103.058951	65.272358	40.364271	27.473115	17.435958	11.592060	8.249024
Samsung Electronics Co. Ltd.	0.019357	0.026059	0.040388	0.056388	0.069180	0.060575	0.071105
Cisco Systems, Inc.	10.200017	8.863415	11.609647	7.413437	6.113205	5.530341	4.993148
Oracle Corporation	17.610598	35.165304	51.238903	68.406111	88.228871	103.787521	116.193815
SAP SE	27.115885	22.995830	22.817924	19.373257	16.745853	12.157794	10.428340
Adobe Inc.	25.162836	25.688492	23.519525	18.955436	14.393374	10.631918	7.861898
Salesforce.com, inc	11.846255	11.866782	13.264544	14.143256	20.248332	21.097547	22.770398
Accenture plc	8.398364	9.282805	8.592548	8.487812	8.826915	7.686273	6.090902

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Intensidad de carbono por empresa del sector materiales & construcción

Intensidad de Carbono (mmtonCO₂e/\$USD)

Nombre de la compañía	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LafargeHolcim Ltd	0.009269	0.009265	0.008991	0.006606	0.005292	0.004771	0.004204
CRH plc	0.000557	0.000692	0.000786	0.000807	0.000793	0.000875	0.000913
The Siam Cement Public Company Limited	0.001877	0.001752	0.001551	0.001710	0.001764	0.001647	0.001543
UltraTech Cement Limited	0.009929	0.009409	0.009765	0.009108	0.009108	0.009413	0.008026
Shree Cement Limited	0.013214	0.012405	0.013144	0.013237	0.012714	0.011811	0.011140
Taiwan Cement Corp.	0.001436	0.001366	0.001300	0.001592	0.001612	0.001420	0.001083
PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk	0.009889	0.009239	0.008721	0.009895	0.011575	0.012440	0.011931
Ambuja Cements Limited	0.010837	0.010489	0.009975	0.010231	0.004759	0.004423	0.004033
Asia Cement Corporation	0.002415	0.002024	0.001672	0.001777	0.001735	0.001443	0.000986
CEMEX, S.A.B. de C.V.	0.004201	0.004114	0.004160	0.003872	0.003723	0.003510	0.003299

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Carteras de inversión del sector petróleo & gas integrado

	Cartera I	Cartera II	Cartera III	Cartera IV	Cartera V	Cartera VI	Cartera VII	Cartera VIII	Cartera IX	Cartera X	MV
Nombre de la compañía	Ponderación de pesos (ω_i)										
Exxon Mobil Corporation	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	21.3%	49.7%	77.3%	69.1%	33.2%	0.0%	70%
Royal Dutch Shell plc	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14.2%	9.3%	0.0%	15%
Chevron Corporation	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.0%	31.5%	0.0%	4%
China Petroleum & Chemical Corporation	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	9.5%	12.7%	0.0%	7%
BP p.l.c.	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	13.3%	100%	2%
Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	100%	79.5%	58.9%	38.4%	24.3%	12.4%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
Equinor ASA	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
Eni S.p.A.	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
Suncor Energy Inc.	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0%
Occidental Petroleum Corporation	0.0%	20.5%	41.1%	61.6%	54.4%	37.8%	21.3%	0.6%	0.0%	0.0%	1%
ΣCO_2e_n	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Valores esperados diarios											
σ_p	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϵ_{np}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Valores esperados anualizados (rendimiento simple)											
σ_p	22.1%	20.3%	19.1%	18.2%	17.7%	17.4%	17.2%	17.2%	17.2%	17.5%	17.2%
ϵ_{np}	15.2%	15.4%	15.7%	15.9%	16.1%	16.3%	16.6%	16.8%	17.0%	17.3%	16.8%
Valores esperados anualizados (rendimiento continuo)											
σ_p	22.1%	20.3%	19.1%	18.2%	17.7%	17.4%	17.2%	17.2%	17.2%	17.5%	17.2%
ϵ_{np}	15.2%	15.4%	15.7%	15.9%	16.1%	16.3%	16.6%	16.8%	17.0%	17.3%	16.8%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Carteras de inversión del sector tecnología

	Cartera I	Cartera II	Cartera III	Cartera IV	Cartera V	Cartera VI	Cartera VII	Cartera VIII	Cartera IX	Cartera X	MV
Nombre de la compañía	Ponderación de pesos (ω_i)										
Apple Inc.	0%	11%	9%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11%
Alphabet Inc.	0%	13%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%
Facebook, Inc.	0%	4%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%
Samsung Electronics	0%	5%	11%	19%	30%	44%	58%	72%	86%	100%	2%
Cisco Systems, Inc.	0%	12%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%
Oracle Corporation	100%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%
SAP SE	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18%
Adobe Inc.	0%	9%	37%	66%	70%	56%	42%	28%	14%	0%	0%
Salesforce.com, inc	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Accenture plc	0%	25%	25%	12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	23%
ΣiCO_2e_n	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Valores esperados diarios											
σ_p	0.02%	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.09%	0.15%	0.23%	0.33%	0.44%	0.01%
ϵ_{np}	0.04%	0.08%	0.12%	0.17%	0.21%	0.25%	0.30%	0.34%	0.38%	0.43%	0.06%
Valores esperados anualizados (rendimiento simple)											
σ_p	17.45%	17.11%	17.36%	17.95%	19.06%	21.15%	24.58%	29.92%	38.13%	50.90%	17.0%
ϵ_{np}	18.32%	20.45%	22.84%	25.50%	28.47%	31.78%	35.47%	39.60%	44.20%	49.34%	19.5%
Valores esperados anualizados (rendimiento continuo)											
σ_p	17.45%	17.11%	17.36%	17.95%	19.06%	21.15%	24.59%	29.94%	38.19%	51.02%	17.08%
ϵ_{np}	18.32%	20.46%	22.84%	25.51%	28.48%	31.80%	35.51%	39.66%	44.28%	49.45%	19.5%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Carteras de inversión del sector materiales & construcción.

	Cartera I	Cartera a II	Cartera a III	Cartera IV	Cartera a V	Cartera VI	Cartera VII	Cartera VIII	Cartera a IX	Cartera a X	MV
Nombre de la compañía	Ponderación de pesos (w_i)										
LafargeHolcim Ltd	0%	40%	15%	11%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	13%
CRH plc	0%	0%	10%	11%	12%	12%	11%	10%	7%	0%	11%
The Siam Cement Public Company Limited	0%	0%	17%	17%	17%	17%	14%	11%	5%	0%	17%
UltraTech Cement Limited	0%	0%	2%	8%	9%	10%	10%	9%	8%	0%	6%
Shree Cement Limited	0%	0%	0%	10%	22%	35%	49%	64%	80%	100%	6%
Taiwan Cement Corp.	0%	9%	14%	14%	13%	11%	8%	4%	0%	0%	14%
PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk	100%	22%	7%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	6%
Ambuja Cements Limited	0%	9%	9%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%
Asia Cement Corporation	0%	16%	19%	18%	15%	12%	6%	1%	0%	0%	18%
CEMEX, S.A.B. de C.V.	0%	4%	6%	5%	4%	3%	2%	0%	0%	0%	5%
ΣCO_2e_n	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Valores esperados diarios											
$\sigma_{ic(\text{tonCO}_2e/\$USD)}$	0.06%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.04%	0.00%
$\epsilon_{ic(\text{tonCO}_2e/\$USD)}$	-0.02%	-0.01%	0.00%	0.02%	0.03%	0.05%	0.06%	0.07%	0.09%	0.10%	0.01%
Valores esperados anualizados (rendimiento simple)											
$\sigma_{ic(\text{tonCO}_2e/\$USD)}$	19.4%	17.0%	16.83%	16.83%	16.8%	16.98%	17.16%	17.43%	17.78%	18.2%	16.8%
$\epsilon_{ic(\text{tonCO}_2e/\$USD)}$	15.71%	16.2%	16.86%	17.47%	18.0%	18.74%	19.42%	20.11%	20.84%	21.5%	17.2%
Valores esperados anualizados (rendimiento continuo)											
$\sigma_{ic(\text{tonCO}_2e/\$USD)}$	19.47%	17.0%	16.83%	16.83%	16.8%	16.98%	17.16%	17.43%	17.78%	18.2%	16.8%
$\epsilon_{ic(\text{tonCO}_2e/\$USD)}$	15.71%	16.2%	16.86%	17.47%	18.0%	18.74%	19.42%	20.11%	20.84%	21.5%	17.2%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19. Carteras de inversión multi sector

	Cartera I	Cartera II	Cartera III	Cartera IV	Cartera V	Cartera VI	Cartera VII	Cartera VIII	Cartera IX	Cartera X	MV
Nombre de la compañía	Ponderación de pesos (wi)										
Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Eni S.p.A.	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%
Oracle Corporation	0%	14%	16%	12%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	14%
SAP SE	0%	9%	18%	21%	19%	2%	0%	0%	0%	0%	11%
Apple Inc.	0%	9%	22%	35%	47%	54%	42%	28%	14%	0%	11%
Samsung Electronics Co. Ltd.	0%	0%	9%	19%	31%	44%	58%	72%	86%	100%	1%
CEMEX, S.A.B. de C.V.	0%	7%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%
The Siam Cement Public Company Limited	0%	25%	24%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%
PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk	0%	8%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%
LafargeHolcim Ltd	0%	19%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18%
ΣiCOen	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Valores esperados diarios											
$\sigma_{ic}(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	0.11%	0.01%	0.01%	0.02%	0.05%	0.09%	0.15%	0.23%	0.32%	0.44%	16.8%
$\varepsilon_{ic}(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	-0.0%	0.02%	0.07%	0.12%	0.17%	0.22%	0.27%	0.32%	0.38%	0.43%	17.6%
Valores esperados anualizados (rendimiento simple)											
$\sigma_{ic}(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	22.1%	16.88%	17.04%	17.68%	18.96%	21.12%	24.55%	29.90%	38.16%	51.02%	16.8%
$\varepsilon_{ic}(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	15.2%	17.35%	19.78%	22.54%	25.70%	29.29%	33.39%	38.06%	43.38%	49.45%	17.1%
Valores esperados anualizados (rendimiento continuo)											
$\sigma_{ic}(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	19.7%	17.02%	16.83%	16.83%	16.87%	16.98%	17.16%	17.43%	17.78%	18.25%	16%
$\varepsilon_{ic}(\text{tonCO}_2\text{e}/\text{\$USD})$	15.7%	16.28%	16.86%	17.47%	18.09%	18.74%	19.42%	20.11%	20.84%	21.59%	17%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Normalización de datos de GEI por metodología de regresión lineal simple

Este anexo pretende ser una guía para estimar datos pasados y futuros mediante el uso de metodología de regresión lineal simple (Anderson *et al*, 2012); este análisis ajusta el conjunto de datos cuantitativos de los gases de efecto invernadero de las muestras de este estudio, estimando coeficientes a partir de las observaciones, con el fin de predecir valores cuantitativos pasados y futuros que no se obtienen de los reportes de sustentabilidad. El ejemplo mostrado pertenece al sector de Petróleo & Gas ajustado y, se siguieron los pasos por cada uno de los sectores y empresas usados en el desarrollo de esta investigación.

Primero, se muestra la fórmula general (Anderson *et al*, 2012) de la linealidad del modelo como

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x$$

Donde:

β_0 = intersección de la recta de regresión con el eje y.

β_1 = pendiente de la recta.

$E(y)$ = media o valor esperado de y para un valor dado de x.

x = variable independiente

En seguida, las observaciones que se usarán para el análisis predictivo

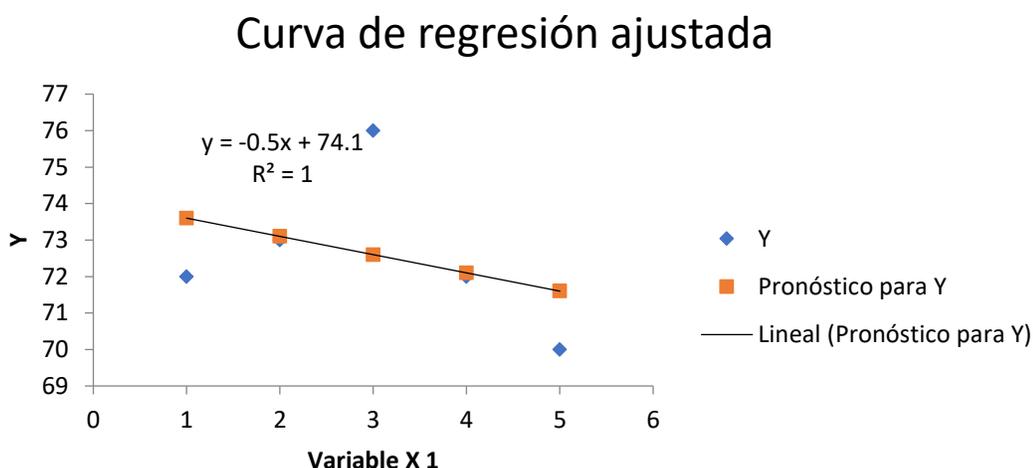
Tabla 10.1. Ejemplo de estimación de datos para regresión lineal simple

Royal Dutch Shell plc	
Observación	mtCO ₂ e
1	72
2	73
3	76
4	72
5	70
6	-
7	-

Para el primer ejemplo, tabla 10.1 muestra que la empresa Royal Dutch Shell reporta cinco de los últimos siete datos de mtCO₂e, por lo tanto, se procede a la aplicación de la metodología de regresión lineal simple usando el programa Excel y en orden de los siguientes pasos para predecir los datos faltantes:

1. Abrir una hoja de Excel
2. Colocar los datos tal como se muestran en el Anexo tabla 1.1.
3. Seguir la siguiente ruta para aplicar la regresión lineal de manera automática: pestaña de datos/análisis de datos/regresión.
4. Colocar los valores de la siguiente manera en la pestaña emergente:
 - Rango Y de entrada: datos correspondientes a mtCO₂e
 - Rango X de entrada: datos de Observaciones que contengan datos (1 a 5)
 - Marcar casilla de Rótulos
 - Marcar casilla de Nivel de confianza (95%)
 - Rango de salida: seleccionar una casilla en blanco
 - Marcar casilla de curva de regresión ajustada
 - Presionar Aceptar

5. Selecciona en la gráfica “Observación Curva de regresión ajustada” cualquier dato de “Pronóstico mtCO2e” y dar clic en botón secundario para seleccionar “agregar línea de tendencia”. Seleccionar línea de tendencia lineal y seleccionar las casillas “presentar ecuación en el gráfico” y “presentar el valor R cuadrado en el gráfico”. El resultado de estas instrucciones debe representarse como se muestra a continuación:



6. Al tener la ecuación podemos iniciar el proceso de pronóstico, el valor de R cuadrado representa el grado en que se ajustan los datos a la media aritmética, en este caso podemos confirmar que los datos pertenecen a un grado óptimo de análisis respecto a la media y que los pronósticos cumplen los requisitos de mantener la tendencia.

7. Realizar los cálculos correspondientes por cada una de las observaciones a predecir para obtener los datos nuevos. Es decir, tomar la ecuación del paso 5, $y = -0.5x + 74.1$ y realizar los cálculos por cada observación faltante (6 y 7). Los resultados se muestran en seguida:

Royal Dutch Shell plc

Observación	mtCO ₂ e
1	72
2	73
3	76
4	72
5	70
6	71.1
7	70.6

9. Generar una regresión con los datos totales para confirmar que la ecuación de regresión original coincida con nuestros nuevos datos.

Curva de regresión ajustada

