



**BARRERAS DEL EMPRESARIADO BOYACENSE FRENTE A LA  
IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE DESCARBONIZACIÓN**

**Carlos Andrés Espíndola Calderón**

**Colegio de Estudios Superiores en Administración - CESA**

**Maestría en Administración de Empresas**

**Bogotá**

**2023**

**BARRERAS DEL EMPRESARIADO BOYACENSE FRENTE A LA  
IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE DESCARBONIZACIÓN**

**Carlos Andrés Espíndola Calderón**

**Tutor**

**Claudia Patricia Arias Puentes, Ph.D.**

**Colegio de Estudios Superiores en Administración - CESA**

**Maestría en Administración de Empresas**

**Bogotá**

**2023**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	8
<b>1.1. DESCARBONIZACIÓN EN COLOMBIA</b> .....	8
<b>1.2. DESCARBONIZACIÓN EMPRESARIAL</b> .....	9
<b>1.3. PREGUNTA PROBLEMA</b> .....	12
<b>2. HIPÓTESIS</b> .....	12
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	13
<b>3.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	13
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	13
<b>4. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....	13
<b>4.1. DESCARBONIZACIÓN</b> .....	13
<b>4.2. OPORTUNIDADES QUE OFRECE LA DESCARBONIZACIÓN EN LAS EMPRESAS</b> .....	16
<b>4.3. BARRERAS DE LA DESCARBONIZACIÓN EN LAS EMPRESAS</b> .....	17
<b>4.4. MARCO LEGAL</b> .....	19
<b>5. METODOLOGÍA</b> .....	23
<b>5.1. ENFOQUE</b> .....	23
<b>5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA</b> .....	23
<b>5.3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</b> .....	24
<b>5.4. ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	27
<i>5.4.1. Caracterización de la muestra</i> .....	27

5.4.2.	<i>Análisis de confiabilidad</i> .....	27
5.4.3.	<i>Conocimiento sobre la descarbonización</i> .....	28
5.4.4.	<i>Conocimiento sobre el estado actual de descarbonización</i> .....	29
5.4.5.	<i>Identificación de barreras</i> .....	29
5.4.6.	<i>Priorización de barreras</i> .....	29
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
6.1.	<b>CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA</b> .....	<b>30</b>
6.2.	<b>ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD</b> .....	<b>32</b>
6.3.	<b>CONOCIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y DESCARBONIZACIÓN</b> .....	<b>33</b>
6.3.1.	<i>Conocimiento por sector económico</i> .....	33
6.3.2.	<i>Conocimiento por numero de trabajadores</i> .....	36
6.3.3.	<i>Conocimiento por antigüedad</i> .....	38
6.3.4.	<i>Conocimiento de la huella de carbono</i> .....	40
6.3.5.	<i>Conocimiento sobre el estado actual de la descarbonización</i> .....	42
6.3.6.	<i>Ventaja competitiva de la descarbonización</i> .....	43
6.4.	<b>BARRERAS DE LA DESCARBONIZACIÓN</b> .....	<b>44</b>
6.4.1.	<i>Barreras por falta de conocimiento</i> .....	44
6.4.2.	<i>Barreras de tipo tecnológicas</i> .....	46
6.4.3.	<i>Barreras de tipo financieras</i> .....	47
6.4.4.	<i>Barreras por falta de políticas en incentivos gubernamentales</i> .....	48
6.4.5.	<i>Barreras de tipo organizacional y/o administrativo</i> .....	49

6.4.6. <i>Otras Barreras</i> .....	51
<b>6.5. PRIORIZACIÓN DE LAS BARRERAS DE LA DESCARBONIZACIÓN</b> .....	51
<b>7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	56
<b>REFERENCIAS</b> .....	61

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Promedio sobre el conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y descarbonización por sectores economicos .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 2. Promedio sobre el conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y descarbonización por número de trabajadores en la empresa.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3. Promedio sobre el conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y descarbonización por antigüedad de la empresa .....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 4. Respuesta a la afirmación “conozco la huella de carbono de mi empresa” clasificada por sectores económicos. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 5. Respuesta a la afirmación “conozco la huella de carbono de mi empresa” por número de trabajadores en la empresa .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 6. Respuesta a la afirmación “conozco la huella de carbono de mi empresa” por antigüedad de la empresa .....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 7. Resultados sobre el conocimiento del paso a paso de la descarbonización .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 8. Respuesta a las afirmaciones sobre ventaja competitiva y descabonización por parte de la competencia .....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 9. Resultados de la encuesta frente al desconocimiento sobre la descarbonización ..</i>	<i>45</i>
<i>Figura 10. Resultados de la encuesta frente a la afirmación “Un impedimento para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la falta de investigación ” .....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 11. Resultados de la encuesta frente a la afirmación “Una barrera para descarbonizar las operaciones de mi empresa es el alto costo que esto representaría” .....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 12. Resultados de la encuesta frente a las políticas y apoyo gubernamental y/o gremial. ....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13. Resultados de la encuesta frente a aspectos organizacionales. ....</i>	<i>50</i>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Preguntas / Variables de la encuesta.....	25
<i>Tabla 2. Sector económico de las empresas que diligenciaron la encuesta.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 3. Clasificación de las empresas según su cantidad de empleados.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 4. Clasificación de las empresas según su antigüedad .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 5. Resultados análisis de fiabilidad de toda las en IBM SPSS Statistics.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 6. Resultados del análisis de confiabilidad para el cálculo del promedio sobre el conocimiento de la descarbonización en IBM SPSS Statistics .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 7. Tabla de contingencia y prueba chi-cuadrado para las variables conocimiento sobre la descarbonización y sector económico. ....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 8. Resultados del análisis de correlación entre las variables conocimiento sobre la descarbonización y el numero de trabajadores .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 9. Resultados del análisis de correlación entre las variables conocimiento sobre la descarbonización y la antigüedad de la empresas .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 10. Priorización de las barreras según el sector económico .....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 11. Tabla de contingencia y Prueba chi-cuadrado para verificar la correlación entres las variables conocimiento y costos.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 12. Priorización de las barreras según el tamaño de la empresa.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 13. Priorización de las barreras según la antigüedad de la empresa.....</i>	<i>55</i>

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. DESCARBONIZACIÓN EN COLOMBIA

El desarrollo de las actividades humanas ha cambiado el clima y está afectando a todas las especies del planeta. Para limitar este riesgo, es necesario disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero al medio ambiente (Delgado et al., 2020). En la Cumbre sobre acción climática de la ONU, realizada en 2019, se hizo un llamamiento a los líderes de los países a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a un 45% para 2030 y a 0 para 2050. Esta disminución solo se logra si se neutralizan las emisiones de CO<sub>2</sub> para 2050 (Ferro, 2021). Sin embargo, no todos los países cuentan con los suficientes recursos económicos y tecnológicos para lograr este cometido, además, los contextos sociales nacionales, como el colombiano, son diferentes respecto al contexto de países industrializados, haciendo más difícil esta transición. Como consecuencia, cada país deberá ajustar a su medida su economía y negocios y así cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (United Nations, 2019).

En Colombia, “el presidente Iván Duque anunció en el año 2020 la meta de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en un 51% para el año 2030” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Esta disposición ha traído nuevas oportunidades de mercado y ha obligado a las empresas existentes a reenfocar su misión y visión con el fin de incorporar la sostenibilidad como principio de negocio. Así mismo, ratificando el compromiso del gobierno con la transición energética, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021) publicó que “cien empresas ingresaron al Programa Nacional Carbono Neutralidad”, de las cuales, 25 pertenecen al departamento de Boyacá, evidenciando el liderazgo y compromiso con la carbono-neutralidad de las empresas del departamento (Corpoboyacá, 2021).



Gracias a este compromiso gubernamental, Colombia logró entrar al ranking 2021 de la CCPI (Climate Change Performance Index) en el puesto 25, con una calificación promedio media (ponderado de las cuatro categorías evaluadas: uso de energía, emisiones de gases de efecto invernadero, política climática y energías renovables). Respecto a la política climática nacional de Colombia, se ha avanzado en iniciativas de eficiencia energética y movilidad eléctrica. Así mismo, la transición hacia energías renovables está en marcha, siendo la eólica y solar las que tienen un mayor potencial. Sin embargo, aún falta regulación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para sectores como el industrial. Así mismo, a pesar de contar con políticas públicas, los expertos critican la falta de un plan de financiamiento e implementación a nivel empresarial (Bruck et al., 2022).

Benavides (2021) afirma que “cumplir los compromisos internacionales de descarbonización comprometería el crecimiento de la economía colombiana”, pues se podría incurrir en dos errores que reducirían el PIB del país. Estos errores son: “endeudarse para financiar proyectos con costos superiores a los beneficios” o “promover un exceso de oferta de energías renovables no convencionales en el mercado eléctrico, ‘encallando’ inversiones todavía funcionales”, lo cual evidencia barreras adicionales y un panorama aún incierto para el proceso de descarbonización en Colombia.

## **1.2. DESCARBONIZACIÓN EMPRESARIAL**

Falter et al. (2020, p. 34) afirman que la descarbonización no solo es responsabilidad de los gobiernos, sino también de las empresas privadas, puesto que, desde el punto de vista de responsabilidad social, las empresas deben entender “el riesgo climático implícito en sus operaciones en términos de riesgo físico (eventos climáticos extremos, niveles de agua bajos o altos, etc.)”.

Por otro lado, el cambio en las tendencias de consumo, el activismo y el impacto ambiental positivo de la pandemia Covid-19 pusieron en evidencia “la necesidad de un futuro con bajas emisiones de carbono no solo por el bien del planeta, sino también, como ventaja competitiva favoreciendo la lealtad de los clientes y asegurando su viabilidad a largo plazo” (Deloitte, 2021, p. 4). Esto se vio reflejado en que la inversión en proyectos de descarbonización fortaleció a las empresas que cotizan en el mercado de capitales (Deloitte Insights, 2020).

Johnson et al. (2020) afirman que si las empresas cumplen con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) garantizarán su permanencia en los negocios y minimizarán los riesgos comerciales en un mercado de productos bajos en carbono o libres de carbono; para ello, las empresas deberán hacer cosas diferentes o buscar hacer cosas de manera diferente.

La consultora Boston Consulting Grupo (BCG) emitió un informe donde se afirma que la descarbonización no solo compete a las empresas del sector industrial sino también a todos los sectores económicos. Por ejemplo, las empresas dedicadas a la atención al cliente suponen una huella de carbono relativamente baja; sin embargo, “pueden tener emisiones significativamente mayores a través de sus cadenas de suministro” (Boston Consulting Group, 2021). Por lo cual, un enfoque sostenible implica que las empresas deben gestionar la descarbonización haciendo énfasis en toda su cadena de suministro. Este informe señala que “las acciones más importantes que deberían tomar los directores ejecutivos para abordar las emisiones de la cadena de suministro” son:

Crear una visión sólida de las emisiones con datos específicos del proveedor y establecer objetivos ambiciosos para la reducción de emisiones. Rediseñar productos y reconsiderar estrategias de abastecimiento geográfico para optimizar el CO<sub>2</sub>. Co-fundizar medidas de reducción y educar a los proveedores sobre cómo implementar soluciones bajas en

carbono. Participar en los ecosistemas de la industria para compartir las mejores prácticas y crear una señal de demanda de productos ecológicos. Alinear los incentivos internamente para asegurar que los tomadores de decisiones se concentren en reducir las emisiones (Boston Consulting Group, 2021).

No obstante, el panorama empresarial se opaca un poco cuando se contrastan las oportunidades de la descarbonización versus las barreras de su implementación, las cuales, se han identificado de tipo tecnológico, económico y social (Papadis & Tsatsaronis, 2020).

Johnson et al. (2020) afirman que el acceso limitado, el elevado costo de las nuevas tecnologías y la emisión de políticas poco amigables con las empresas, son una barrera. De igual forma, la transición energética / descarbonización afecta significativamente a grupos sociales que derivan su sustento de los sectores que se debilitarán o desaparecerán con la descarbonización; por ende, estos grupos deberán encontrar nuevas fuentes de ingreso (González, 2021). Por ejemplo, los productores de carbón tendrán que aceptar que más del 80% de las reservas conocidas deberán permanecer en el suelo y buscar una nueva fuente de ingreso (Santamaría, 2018).

En Colombia no se cuenta con estudios académicos acerca de la descarbonización en las empresas. Actualmente, solo se cuenta con un estudio realizado por la Cámara de Comercio de Bogotá, donde se investigó sobre el nivel de implementación de las medidas de descarbonización en las empresas para esta ciudad y el departamento de Cundinamarca. En esta investigación se concluyó que “cerca de 73% de los empresarios no conoce qué es la descarbonización”; además, “el aumento de los precios de materias primas son el principal riesgo asociado al cambio climático” y; del mismo modo, “4 de cada 10 empresarios encuestados consideran que sus operaciones no están relacionadas con el cambio climático” (Urrego, 2022).

### **1.3. PREGUNTA PROBLEMA**

La descarbonización es necesaria para contribuir al medio ambiente y cumplir con los ODS. Gran parte de este proceso pertenece a las empresas y su cadena de suministro, las cuales tendrán que reestructurar su visión de negocio, bien sea por cumplir un requerimiento legal, o como ventaja competitiva para permanecer en el mercado (Deloitte , 2021). Esta implementación trae consigo retos empresariales y conlleva ciertas barreras que dificultan esta transición. El desarrollo de esta investigación permitirá responder la pregunta: ¿cuáles son las barreras que impiden la implementación de medidas de descarbonización en el empresariado del departamento de Boyacá?

## **2. HIPÓTESIS**

H1: Existen barreras de tipo tecnológico (falta de investigación y desarrollo tecnológico), que no han permitido que la descarbonización avance en el empresariado del departamento de Boyacá.

H2: Existen barreras de tipo económico (elevados costos) que no han permitido que la descarbonización avance en el empresariado del departamento de Boyacá.

H3: Existen barreras de tipo organizacional (mano de obra no calificada, resistencia al cambio y desempleo) que no han permitido que la descarbonización avance en el empresariado del departamento de Boyacá.

H4: El desconocimiento sobre la descarbonización y las metas del Gobierno para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero no ha permitido que la descarbonización avance en el empresariado del departamento de Boyacá.

H5: La falta de políticas gubernamentales sobre la descarbonización no ha permitido que este proceso haya avanzado en el empresariado del departamento de Boyacá.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar las barreras que impiden la implementación de medidas de descarbonización en el empresariado del departamento de Boyacá.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el estado actual de la descarbonización de las empresas en el departamento de Boyacá.
- Identificar las políticas gubernamentales sobre la descarbonización en Colombia.
- Identificar las barreras que ha tenido el empresariado a nivel nacional y mundial para la implementación de medidas de descarbonización en sus operaciones.
- Identificar las barreras que conlleva la implementación de medidas de descarbonización de las empresas en el departamento de Boyacá.
- Priorizar las barreras que tiene el empresariado boyacense para la implementación de la descarbonización.

### **4. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

#### **4.1. DESCARBONIZACIÓN**

De acuerdo con Rey (2022), la descarbonización hace referencia a la eliminación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la implementación de prácticas más sostenibles y ecológicas a través de acciones que permitan eliminar el consumo de combustibles fósiles. Esto puede incluir la adopción de energías renovables, la mejora de la eficiencia energética, la reducción de residuos y la implementación de procesos más sostenibles en la producción.

De la misma manera, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPCC (2019) asevera que la descarbonización es un proceso progresivo en el cual las empresas, personas y otras entidades reducen sus emisiones de carbono a la atmósfera. Estas emisiones, principalmente de dióxido de carbono, son consecuencia de la actividad humana en actividades tales como la generación de energía, transporte, producción de alimentos y, en general, la forma en la que la humanidad consume los recursos.

Por otro lado, si se quieren alcanzar las metas de reducción de GEI para 2030 y, además, limitar el calentamiento global a 1.5°C por año, se debe reducir el consumo de energía e implementar proyectos con huella de carbono cero (Falter et al., 2020). Estos proyectos de descarbonización son un proceso multifacético e iterativo que apenas se está escuchando en algunos países y en otros empieza a ser un tema de discusión y tendencia. La descarbonización no solo es un asunto de desarrollo tecnológico, sino también un proyecto social y político (Wink, 2021).

Johnson et al. (2020) mencionan que una política de descarbonización no solo debe enfocarse en la operación y actividades de la empresa sino en toda su cadena de valor. De esta forma, proponen tres niveles con los cuales se lograría una verdadera descarbonización: emisiones directas de activos propios u operados, emisiones indirectas provenientes de la compra de energía y; por último, emisiones indirectas por eventos ocurridos a lo largo de la cadena de valor en la que opera la compañía.

Desde el ámbito nacional, el Congreso de Colombia (2021), definió a la Carbono Neutralidad en la ley 2169 de 2021 como “la equivalencia a cero entre las emisiones y absorciones antropogénicas de Gases Efecto Invernadero (GEI)”.

Así mismo, el gobierno colombiano empezó a materializar su iniciativa de disminución de huella de carbono a 2030 con la ley 2169 del 22 de diciembre de 2021, “por

medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones” (Congreso de Colombia, 2021). No obstante, aún se tienen brechas en materia política y el gobierno debe continuar apoyando a las empresas para que puedan lograr sus planes de descarbonización. De esta forma, se fomenta la inversión y se desarrollan planes conjuntos para impulsar tecnologías como el hidrógeno verde (no involucra combustibles fósiles) o la captura de carbono (Bourio, 2021).

Como caso de éxito se tiene a China, actualmente líder mundial en el desarrollo de la industria de bajas emisiones de carbono, gracias en gran parte a la inversión gubernamental. Además, son las empresas privadas de este país las que están en el top de industrias con el más bajo aporte de carbono en el planeta, logrado principalmente a través de generación solar. Estas compañías, a pesar de contar con menos recursos en investigación y desarrollo que las empresas estatales, han explorado factores tales como estar alerta a las oportunidades de negocio y el uso de recursos enfocados hacia estrategias innovadoras, haciendo más competitivas sus operaciones (Sheng, 2020).

Del mismo modo, He et al. (2020, p. 2) encontraron que la descarbonización del sistema eléctrico chino es “técnicamente factible y económicamente beneficioso para el desarrollo de China, además de ofrecer la perspectiva de una gran mitigación de emisiones con un impacto global”. Lo anterior, basado en la reducción del costo promedio de generación de eléctrica entre 2010 y 2018. Además, afirman que “si esta tendencia de costo de las energías renovables se mantiene, el 62% de la electricidad de China podría provenir de fuentes no fósiles para 2030, logrando un ahorro de un 11% respecto la generación tradicional” (p. 1).

Por último, se tiene que para lograr la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, las empresas no solo deben enfocarse en la generación de energía con huella de

carbono cero, sino que también pueden explorar alternativas para tratar las emisiones, por ejemplo, técnicas de captura y utilización de carbono (CCU), técnicas de eficiencia energética y recuperación de calor (Barrett et al., 2018).

Con base en lo anterior, se tiene que la descarbonización además de establecer una serie de requisitos y compromisos por parte de las empresas, también abre la oportunidad a nuevos negocios, tendencias y productos de los cuales se profundiza a continuación.

#### **4.2. OPORTUNIDADES QUE OFRECE LA DESCARBONIZACIÓN EN LAS EMPRESAS**

Barrett et al. (2018) afirman que las empresas deben estar a la vanguardia de las tendencias del mercado puesto que la implementación de proyectos de reducción de huella de carbono pueden representar una ventaja competitiva en los negocios. Así mismo, la descarbonización ha desarrollado nuevos mercados que han incrementado el número de compañías que ofrecen servicios de consultoría para la reducción de emisiones y transición energética (Schaltegger & Csutora, 2012).

Barrett et al. (2018) también mencionan que al mejorar la eficiencia energética y las técnicas de procesamiento de cada uno de los procesos industriales se obtienen mayores ganancias, pues no hay desperdicio de energía. Así mismo, se pueden implementar prácticas innovadoras como la sustitución de materiales, impresiones 3D y las intervenciones de "economía circular", las cuales ofrecen nuevas oportunidades de negocios y optimización de las operaciones existentes.

Desde el punto de vista económico, la descarbonización puede impulsar la innovación y la creación de nuevas oportunidades de negocios, tales como la producción de energía a través de turbinas eólicas, energía solar fotovoltaica, vehículos eléctricos, almacenamiento de energía, reciclaje de metales, celdas de combustible de hidrógeno, captura y almacenamiento



de carbono, entre otros, lo cual puede generar empleo y estimular la economía local (Delgado et al., 2020).

Delevingne et al., (2020) afirman que la descarbonización favorecerá las oportunidades de negocio en el sector minero; sin embargo, las empresas dedicadas a la minería deberán reestructurar su portafolio debido a que gran parte de estas nuevas tecnologías requieren la exportación de minerales tales como cobalto, níquel y litio para las baterías de los vehículos, y paladio y platino para la producción de hidrógeno.

Por otro lado, las tendencias actuales de consumo muestran que en varios mercados como el de la energía eléctrica, hidrocarburos, alimentos y automóviles, las etiquetas sobre reducción de huella de carbono se han convertido en la preferencia de los consumidores. Así mismo, la comunicación de sus logros será de vital importancia con el fin de demostrar su gestión; también, esta información será el input con el cual se evaluará si las políticas y programas de gobierno son suficientes para cumplir con las metas proyectadas (Schaltegger & Csutora, 2012).

No obstante, la descarbonización no solo conlleva oportunidades sino también ciertas barreras que dificultan su implementación. A continuación, se describen las barreras encontradas durante la revisión de la literatura.

### **4.3. BARRERAS DE LA DESCARBONIZACIÓN EN LAS EMPRESAS**

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2007), se define que una barrera para la potencial mitigación de las emisiones de GEI es “cualquier obstáculo para alcanzar ese potencial que pueda superarse mediante políticas y medidas”. Estas barreras pueden ser por falta de conocimiento; de tipo tecnológico, por la falta de materiales, tecnología disponible y fuentes de energía limpia; organizacional, por la resistencia y por la ausencia de mano de obra calificada para este cambio de actividad;

políticas, por insuficiencia de políticas e incentivos gubernamentales y; financieras, por los elevados costos de implementación (Kempken et al., 2021).

Desde el punto de vista social, la descarbonización puede afectar a las empresas relacionadas con las actuales tecnologías de generación de energía. De acuerdo con Wink (2021), la fuerza laboral dedicada a la producción de energía tradicional con combustibles fósiles como el carbón podría perder su trabajo si los empresarios no buscan otro tipo de actividades.

Así mismo, Aykan (2017) afirma que una barrera para la descarbonización es la mano de obra no calificada en los procesos de transición energética. Por lo cual, recomienda que las empresas no solo deben implementar programas de capacitación y formación para cerrar ese vacío técnico, sino también incentivar el cambio de conciencia al implementar modelos de administración de recursos con enfoque verde y responsabilidad ambiental. De esta forma, los trabajadores serán capaces de actuar positivamente, presentando nuevas ideas y haciendo posible la transición energética y los programas de sostenibilidad empresarial. Además, este modelo incluye el enfoque verde desde la selección y luego el entrenamiento, desarrollo, evaluación de desempeño, planes de carrera, incentivos, etc. Finalmente, con este modelo mejora el rendimiento, se reducen los costos, se incrementa el compromiso y se cumple el objetivo de reducción de huella de carbono.

Kempken et al. (2021) afirman que desde el punto de vista tecnológico, la descarbonización tiene cuatro barreras específicas; la primera, hace referencia a la disponibilidad de materias primas que cumplan con los criterios de descarbonización y se acoplen a los nuevos procesos; la segunda, hace referencia a las fuentes de energía limpia, que al día de hoy no están disponibles; la tercera, se refiere a la modificación de los

procesos existente que demanda un espacio y costo adicional ;y, por ultimo, el riesgo de que las nuevas tecnologías no funcionen.

Golub et. al (2019) mencionan que el negocio de la descarbonización en Rusia es muy atractivo y tiene muchas oportunidades. Sin embargo, hay ciertas barreras que incrementan el riesgo y reducen el capital de inversión destinado a tecnologías de baja emisión de carbono. Estas son:

La primera barrera es la marginalidad de las políticas climáticas, es decir, la falta de apoyo y atención política, y la resistencia de los poderosos actuales emisores de carbono. Las prácticas legislativas y burocráticas de Rusia forman la segunda y la tercera metabarrera, respectivamente. La posibilidad de la mala interpretación de la legislación y la implementación de estas leyes constituye la cuarta metabarrera (Golub et al., 2019, p. 2).

Por último, se tiene que la falta de recursos, el acceso limitado, el elevado costo de las nuevas tecnologías y la emisión de políticas poco amigables con las empresas, generan otra barrera, permitiendo que las empresas caigan en el denominado “greenwashing”, la cual es una práctica destinada a crear una imagen ilusoria de responsabilidad ecológica sin cumplir con la promesa de valor ofrecida (Johnson et al., 2020).

#### **4.4. MARCO LEGAL**

**Acuerdo de París:** Colombia fue uno de los países firmantes del acuerdo de París durante la COP21 llevada a cabo en diciembre de 2015. Con este tratado, cada una de las naciones participantes se comprometió a combatir el cambio climático y a acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. Posteriormente, en julio de 2017, el Congreso de la República emitió

la Ley 1844 de 2017 por la cual aprobó el “Acuerdo de París”. En esta ley, el Congreso de la República (2017) menciona que:

El Gobierno nacional en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha desarrollado una Política Nacional de Cambio Climático a través de la cual se espera establecer las directrices necesarias para incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas más relevantes para lograr una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono. A través de esta Política se están definiendo las líneas instrumentales para orientar al país hacia la consecución de los objetivos establecidos, promoviendo una intervención directa y concreta de las entidades del gobierno y de los sectores como responsables de su implementación; en este sentido se incluyen la planificación de la gestión del cambio climático, los instrumentos económicos necesarios para la misma, y las necesidades de educación, información, ciencia, tecnología e innovación frente a este tema.

**CONPES 3700 de 2011:** El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) emitió el documento 3700 de 2011 que contiene la estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. En este documento se afirma que en “Colombia no se ha entendido el cambio climático como un tema de desarrollo económico y social, y por tanto, no se ha integrado dicha problemática dentro de los procesos de planificación e inversión de los sectores productivos y los territorios” (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

**Ley 1715 de 2014:** En el capítulo III (Incentivos a la inversión de proyectos de fuentes no convencionales de energía) se establecen los beneficios tributarios a la empresas que realicen inversiones asociadas a la producción y utilización de fuentes de energía no convencionales. Estos beneficios pueden ser deducción de renta, exención de IVA y

reducción de aranceles para materiales, equipos e insumos, como también el beneficio de la depreciación acelerada de activos (Congreso de Colombia, 2014).

**Decreto 298 de 2016:** “Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones”, dentro de la cuales se tiene promover la implementación de medidas de adaptación al cambio climático y mitigación de gases efecto invernadero. Este decreto además da una visión de trabajo regional a través de la conformación de los Nodos Regionales de Cambio Climático. Estos nodos incluyen al sector privado para la definición de estrategias, planes y proyectos para un crecimiento económico sostenido, la erradicación de la pobreza y la sostenibilidad de los recursos naturales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

**Impuesto Nacional al Carbono (Ley 1819 de 2016 y modificado por la Ley 2277 de 2022)**, en el cual se fija una tributación sobre el “contenido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) de todos los combustibles fósiles, incluyendo todos los derivados del petróleo, gas fósil y sólidos que sean usados para combustión” (Congreso de Colombia, 2016). Con respecto a este impuesto, Colombia-E2050 (2022) afirma que “en los años que lleva operando, el impuesto ha dinamizado el mercado voluntario de reducción de emisiones verificadas/certificadas”.

**Política Nacional de Cambio Climático:** “Esta política propone un esquema de articulación y coordinación interinstitucional con participación del sector privado y la población en general, para garantizar la integración de las diferentes dependencias y entidades de la administración pública relacionadas con la gestión del cambio climático” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

**Ley 1931 de 2018, “Ley de cambio climático”:** Esta ley dispone que “todas las personas naturales o jurídicas, públicas [y] privadas, tienen la responsabilidad de participar en

la gestión del cambio climático” (Congreso de Colombia, 2018) y “el Gobierno Nacional podrá establecer un régimen de incentivos dirigidos a personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o mixtas, que realicen acciones concretas de adaptación y mitigación al cambio climático” (Congreso de Colombia, 2018).

**Ley 2099 de 2021:** En esta ley se extiende la vigencia de los incentivos a la inversión en proyectos de fuentes de energía no convencional, establecidos en la Ley 1715 de 2014 (Congreso de Colombia, 2021).

**Ley 2169 de 2021:** “Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones” (Congreso de Colombia, 2021). Esta ley menciona que las entidades territoriales deberán trabajar de forma conjunta con el sector privado, para crear los instrumentos necesarios y promover la implementación de acciones que aporten a las metas nacionales, como la reducción en un 51% de las emisiones de GEI para el 2030 y carbono neutralidad para 2050.

**Estrategia 2050:** Este documento menciona que:

Es prioritario acompañar y generar opciones al sector privado para anticipar y prevenir los riesgos de transición climática (vinculándolos con los riesgos sociales y ambientales), relacionados con la posible depreciación de activos, el acceso y la gestión de los recursos (tiempo y dinero), las necesidades de personal con nuevas cualificaciones, el acceso o la transformación tecnológica y la potencial pérdida de mercados (Colombia-E2050, 2022).

Así mismo, en esta estrategia se mencionan los lineamientos para la transición de la fuerza laboral frente a la carbono neutralidad (oferta educativa, incentivos para la creación de empleos verdes, etc).

**CONPES 4088 de 2022:** El documento CONPES 4800 de 2022 define los siete proyectos y las cuatro estrategias de inversión de alta importancia con los cuales el gobierno aporta al cumplimiento de las 25 metas de cambio climático establecidas en la Ley 2169 de 2021. La cuarta estrategia se encuentra a cargo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y está enfocada en acompañar al sector industrial y manufacturero para reducir su aporte de GEI y la vulnerabilidad de su cadena de valor.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. ENFOQUE**

Esta investigación corresponde a un estudio de tipo exploratorio, con el que se buscaba encontrar información de un problema en particular y sobre el cual no existen o existen muy pocos estudios previos. Este tipo de investigaciones se usa para construir una base de investigaciones posteriores más profundas (Correa & Murillo, 2015) .

### **5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población objeto de estudio son las empresas del departamento de Boyacá que cumplen los siguientes requisitos:

- Tamaño: más de un trabajador
- Tipo de empresa: Sociedades limitadas, sociedades anónimas, sociedades colectivas, sociedades en comandita simple, sociedades en comandita por acciones, sociedades extranjeras, empresas asociativas de trabajo y sociedades por acciones simplificada.

Se hizo una búsqueda en las bases de datos de las cámaras de comercio de los municipios de Duitama, Tunja y Sogamoso, las cuales agremian a todas las empresas registradas en el departamento de Boyacá. Una vez finalizada la búsqueda se encontraron 2017 registros en Duitama, 1320 registros en Tunja y 2818 registros en Sogamoso, con un total de 6155 empresas a las cuales se envió la encuesta para su respectivo diligenciamiento. De las 6155 encuestas enviadas, se recibieron **148** diligenciadas, las cuales constituyen la muestra. Estas encuestas incluyen empresas de diferentes sectores y tamaños, con las cuales se pudo realizar un análisis descriptivo del estado actual de la descarbonización, además, se identificaron y priorizaron las barreras del empresariado boyacense frente a la implementación de medidas de descarbonización.

### **5.3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

Preliminarmente se realizó una revisión documental del estado del arte para identificar las barreras que ha tenido el empresariado para la implementación de medidas de descarbonización y así fortalecer el diseño del instrumento.

Luego, se aplicó el instrumento de medición (encuesta estructurada) en cada uno de los tres municipios del departamento en los cual se contaba con cámara de comercio. Esta encuesta fue construida con base en la *Encuesta de descarbonización y acción climática del tejido empresarial de Bogotá y la Región*, diseñada y aplicada por la Cámara de Comercio de Bogotá (2022). Posteriormente, se realizó una prueba piloto con los estudiantes del MBA9 del Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA), con el fin de validar el tipo de información recopilada y la claridad de las preguntas. Como resultado, se modificó la encuesta incluyendo los sectores económicos, de salud y transporte.

En la Tabla 1 se muestran las preguntas usadas en la encuesta y el tipo de variable que cada una representa.



Tabla 1. Preguntas / Variables de la encuesta

Pregunta / Variable	Tipo
<b>1. Caracterización de las empresas</b>	
¿A qué sector económico pertenece su empresa?	Cualitativa Nominal
¿Cuántos empleados tiene su empresa?	Cuantitativa
¿Cuál es la antigüedad de su empresa?	Cualitativa Ordinal
<b>2. Conocimiento sobre la descarbonización</b>	
Conozco cuales son los objetivos de desarrollo sostenible	Escala Likert, cualitativa ordinal
He identificado con cuales Objetivos de Desarrollo Sostenible puede contribuir mi empresa	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco qué es la descarbonización	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco qué medidas se pueden implementar para descarbonizar la operación de mi empresa	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco cuál es la huella de carbono de la operación de mi empresa	Escala Likert, cualitativa ordinal
Considero que mi empresa no está relacionada con la descarbonización	Escala Likert, cualitativa ordinal
<b>3. Descarbonización frente a la competencia</b>	
Descarbonizar las operaciones de mi empresa representaría una ventaja competitiva	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco empresas del mismo sector económico de mi empresa que ya implementaron medidas de descarbonización	Escala Likert, cualitativa ordinal
<b>4. Identificación del conocimiento sobre la implementación de medidas de descarbonización</b>	
Conozco en qué consiste el uso eficiente de energía	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco en qué consiste la optimización de los procesos	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco en qué consiste la electrificación	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco en qué consiste el cambio de combustibles tradicionales por combustibles limpios	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco en qué consiste la captura de carbono	Escala Likert, cualitativa ordinal
<b>5. Identificación de barreras para la implementación de medidas de descarbonización</b>	
Una barrera para implementar la descarbonización es el desconocimiento sobre el tema	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco cuál es el costo de descarbonizar las operaciones de mi empresa	Escala Likert, cualitativa ordinal

<b>Pregunta / Variable</b>	<b>Tipo</b>
Una barrera para descarbonizar las operaciones de mi empresa es el alto costo que esto representaría	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco cuáles son las obligaciones de mi empresa en materia legislativa frente a la descarbonización	Escala Likert, cualitativa ordinal
Un impedimento para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la falta de políticas gubernamentales	Escala Likert, cualitativa ordinal
Un impedimento para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la falta de incentivos gubernamentales	Escala Likert, cualitativa ordinal
En mi empresa hemos recibido charlas y/o capacitaciones por parte de los gremios y/o cámaras de comercio sobre la descarbonización	Escala Likert, cualitativa ordinal
Un impedimento para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la falta de apoyo por parte de las asociaciones y agremiaciones	Escala Likert, cualitativa ordinal
Conozco las tecnologías disponibles para descarbonizar las actividades de mi empresa	Escala Likert, cualitativa ordinal
Un impedimento para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la falta de investigación	Escala Likert, cualitativa ordinal
Un impedimento para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la falta de mano de obra calificada	Escala Likert, cualitativa ordinal
Una barrera para descarbonizar las operaciones de mi empresa es el desempleo que esto podría generar	Escala Likert, cualitativa ordinal
Una barrera para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la resistencia al cambio por parte de los directivos	Escala Likert, cualitativa ordinal
Una barrera para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la resistencia al cambio por parte de los trabajadores	Escala Likert, cualitativa ordinal
¿Cuáles otros impedimentos considera que representan una barrera para descarbonizar las operaciones de su empresa?	Pregunta abierta, cualitativa nominal

#### **6. Priorización de las barreras**

Por favor, ordene de mayor a menor, ¿Cuál considera usted que ha sido la principal barrera para descarbonizar las operaciones de su empresa?	Cualitativa ordinal
--	---------------------

*Nota: La Escala Likert tenía 5 opciones de respuesta (completamente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, completamente de acuerdo)*

## 5.4. ANÁLISIS DE DATOS

### 5.4.1. Caracterización de la muestra

Una vez recibidas las 148 respuestas de la encuesta, se caracterizó la muestra con base en su sector económico, número de empleados y antigüedad con el fin de identificar si cada una de estas variables tenía influencia sobre cada una de las hipótesis.

### 5.4.2. Análisis de confiabilidad

Posteriormente se verificó la confiabilidad de los ítems de la encuesta mediante el estadístico Alfa de Cronbach, para lo cual se calculó “la correlación de cada reactivo o ítem con cada uno de los otros, resultando una gran cantidad de coeficientes de correlación”, y luego el valor alpha se calcula como el promedio de todos los coeficientes ya calculados. Este estadístico se usa para “evaluar la confiabilidad o consistencia interna de un instrumento constituido por una Escala Likert, o cualquier escala de opciones múltiples”. De esta forma, si Alpha es cercano a 1.0, se dice que será mayor el valor de la consistencia interna para un número dado de ítems, en cambio, si alpha es cercano a cero, se dice que los ítems no son consistentes (Quero Virla, 2010).

Para este análisis se construyó una tabla donde la filas correspondían a cada una de las empresas y la columnas a cada una de las preguntas de la Escala Likert, luego se aplicó la siguiente ecuación (IBM corporation, 2021).

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_T^2} \right)$$

Donde,

K= número de empresas,  $\sum_{i=1}^k S_i^2$  = sumatoria de las varianzas de la respuesta a cada una de las preguntas, y  $S_T^2$  la varianza total de las respuestas de todas empresas. Este análisis se realizó en el software IBM SPSS Statistics 25.

### **5.4.3. Conocimiento sobre la descarbonización**

El conocimiento sobre la descarbonización se valoró como el promedio de las siguientes afirmaciones:

- Conozco cuáles son los objetivos de desarrollo sostenible
- He identificado con cuáles Objetivos de Desarrollo Sostenible puede contribuir mi empresa
- Conozco qué es la descarbonización
- He identificado cómo afecta la descarbonización a mi empresa
- Conozco qué medidas se pueden implementar para descarbonizar la operación de mi empresa
- Considero que mi empresa no está relacionada con la descarbonización (se aplica una escala inversa, puesto que, como todas las empresas están relacionadas con la descarbonización, esta afirmación indica simplemente el desconocimiento del tema).

Teniendo en cuenta que las respuestas a las afirmaciones anteriores fueron usadas para medir el conocimiento sobre la descarbonización, fue necesario conocer también el Alpha de Cronbach para determinar la confiabilidad de las preguntas usadas para calcular el promedio.

Estas afirmaciones correspondían a preguntas tipo likert, las cuales brindan una mayor flexibilidad y posibilidad de respuesta que una pregunta de sí o no. Sin embargo, cuando los encuestados no tienen mucho conocimiento o no quieren realizar algún esfuerzo en responder la encuesta, las respuestas serán neutras, tal y como ha ocurrido en nuestro caso. Por ello, el análisis de los datos se realizó a través de la distribución de frecuencias y la moda, identificando únicamente a las empresas que tomaron una respuesta positiva o una respuesta negativa. Para los casos en los cuales se encontraron distribuciones donde había una relación evidente, se realizó una prueba estadística para verificar esta relación.

#### **5.4.4. Conocimiento sobre el estado actual de descarbonización**

TD Economics (2021) propone un paso a paso (marco básico) para implementar medidas de descarbonización en las empresas y lograr la carbono netutralidad. Por esta razón, se indagó a cada uno de los empresarios para identificar la etapas que conocían de este paso a paso.

A continuación, se encuentra el paso a paso propuesto por TD Economics (2021):

1. Eficiencia energética
2. Mejora/optimización de procesos
3. Electrificación
4. Cambio de combustibles tradicionales por combustibles limpios
5. Captura de carbono

#### **5.4.5. Identificación de barreras**

En la revisión del estado del arte, se identificaron las principales barreras que impactaban la descarbonización. Estas fueron plasmadas en la encuesta para identificar si los empresarios condideraban que esta barrera estaba impiendo la implementación de la descarbonización en su empresa. Estas afirmaciones correspondían a una escala tipo Likert (escala de tipo categórica), por lo cual, el análisis de los datos se realizó a través de la distribución de frecuencias y la moda.

#### **5.4.6. Priorización de barreras**

Con el fin de establecer un orden de prioridad para las barreras que hacen parte de las hipótesis, se incluyó la pregunta: *Por favor, ordene de mayor a menor, ¿cuál considera usted que ha sido la principal barrera para descarbonizar las operaciones de su empresa?*, para finalmente determinar las principales barreras.

Dentro de la encuesta se incluyeron siete opciones de respuesta. Para lo cual, la respuesta que quedara en primer lugar, tendría una ponderación de 7, en segundo lugar 6, en tercer lugar 5, hasta llegar a 1 para la barrera que dejaron en séptimo lugar. En seguida, se multiplicó el número de respuestas en cada posición por su valor ponderado y se sumaron todos los valores. Posteriormente, todas las respuestas fueron organizadas de mayor a menor, siendo la primera la que representa una mayor importancia para los empresarios y la última la menos prioritaria.

## 6. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las encuestas.

### 6.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

En la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 se muestra la distribución de las empresas que diligenciaron las encuestas clasificadas según su sector económico, número de trabajadores y antigüedad respectivamente.

Respecto al sector económico, en la Tabla 2 se puede observar que el sector del cual se recibieron más respuestas fue el de servicios (46 respuestas), mientras que los sectores con menos respuestas fueron agricultura, salud y transporte (6 respuestas).

*Tabla 2. Sector económico de las empresas que diligenciaron la encuesta*

<b>Sector económico</b>	<b>Número de empresas</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Servicios</b>	46	31%
<b>Industrial</b>	24	16%
<b>Comercio</b>	23	16%
<b>Otro</b>	21	14%
<b>Minería y Energía</b>	16	11%

<b>Sector económico</b>	<b>Número de empresas</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Salud</b>	6	4%
<b>Transporte</b>	6	4%
<b>Agricultura</b>	6	4%

En la Tabla 3 se observa que las empresas de las cuales se recibieron más respuestas (110) fueron las que tienen de 1 a 20 trabajadores, mientras que solo se recibieron 3 respuestas por parte de las empresas con más de 500 trabajadores.

*Tabla 3. Clasificación de las empresas según su cantidad de empleados*

<b>Rango de número de empleados por empresa</b>	<b>Número de empresas</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>1-20</b>	110	74%
<b>21-50</b>	15	10%
<b>51-100</b>	9	6%
<b>101-500</b>	11	7%
<b>Más de 500</b>	3	2%

En la Tabla 4 se muestra la última distribución, la cual corresponde a su antigüedad y ha sido dividida en cinco categorías. Allí se observa que la mayoría de estas empresas se ubican en la categoría 1-5 años.

*Tabla 4. Clasificación de las empresas según su antigüedad*

<b>Rango de antigüedad de la empresa</b>	<b>Número de empresas</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Menos de 1 año</b>	9	6%
<b>1-5 años</b>	64	43%
<b>5-10 años</b>	17	11%

Rango de antigüedad de la empresa	Número de empresas	Porcentaje
10-20 años	28	19%
Más de 20 años	30	20%

## 6.2. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

En la Tabla 5 se presentan los resultados del análisis de confiabilidad para todos los ítems, en el cual se incluyeron los 148 casos (ninguno fue excluido) y las 29 preguntas de la encuesta que correspondían a una escala tipo Likert. Luego, se calculó el estadístico Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0,911, resultado que indica la homogeneidad y confiabilidad de las preguntas.

Tabla 5. Resultados análisis de confiabilidad de toda las en IBM SPSS Statistics

		N	%
Casos	Válido	148	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	148	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,911	,911	29



### 6.3. CONOCIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y DESCARBONIZACIÓN

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación del conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y descarbonización clasificadas según las variables mencionadas en la sección 6.1 (sectores económicos, tamaño y antigüedad de las empresas).

#### 6.3.1. Conocimiento por sector económico

Tal como se ha descrito en la metodología, fue necesario calcular la confiabilidad y homogeneidad de las preguntas usadas para el cálculo del promedio sobre el conocimiento de la descarbonización. En la Tabla 6 se muestran los resultados de este análisis en el cual se incluyen los 148 casos (ninguno fue excluido) y las 6 respuestas con las cuales se calculó este promedio. Como resultado se obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,756, valor que indica la homogeneidad y confiabilidad de la variable calculada, pues está por encima del valor mínimo aceptable (0,70).

*Tabla 6. Resultados del análisis de confiabilidad para el cálculo del promedio sobre el conocimiento de la descarbonización en IBM SPSS Statistics*

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>			
		N	%
Casos	Válido	148	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	148	100,0

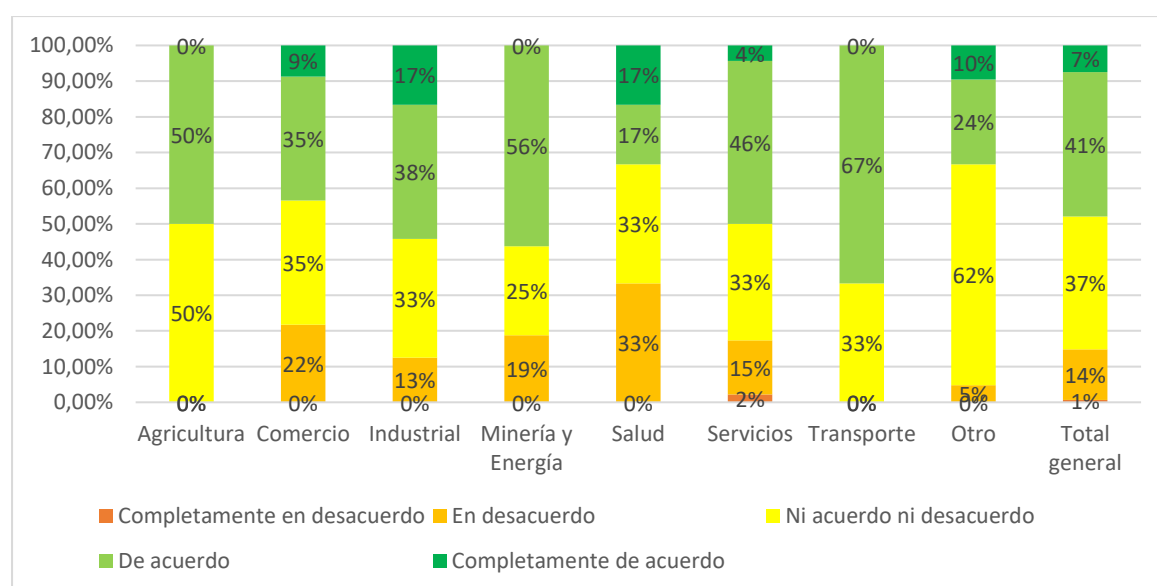
a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,756	,755	6

Por otro lado, en la Figura 1 se muestran los resultados del promedio del conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y descarbonización, clasificados según su sector económico. En la última barra se puede observar que el 48% del total de las empresas que respondieron la encuesta aseguran tener algún conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, descarbonización e impactos de la operación de su empresa. Este valor se acerca al 51% reportado por la Cámara de Comercio de Bogotá (2022), en el cual, las empresas aseguraron conocer “qué es el cambio climático y las medidas que se pueden implementar”.

También se observa que un 15% de las empresas encuestadas aseguraron no tener conocimiento, mientras que el 26% de los encuestados por la Cámara de Comercio de Bogotá (2022) manifiesta no conocer el término o simplemente haberlo escuchado pero no tienen claro en que consiste. Finalmente, se tiene que el 37% de los encuestados no tuvieron una respuesta contundente y aseguraron no estar de acuerdo ni en desacuerdo.

*Figura 1. Promedio sobre el conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y descarbonización por sectores económicos*



Fuente: El autor

También se observa en la Figura 1 que los sectores económicos con menos respuestas positivas fueron los sectores salud (34%), comercio (44%) y servicios (48%), mientras que para los sectores industrial (55%), minería (56%) y transporte (67%), al menos el 50% de las empresas aseguraron tener conocimiento sobre la descarbonización. Sin embargo, en la Tabla 7 se observa que no existe una correlación estadística entre el conocimiento sobre la descarbonización y el sector económico, puesto que, al construir la tabla de contingencia y calcular el chi-cuadrado, el p-valor es de 0,679, valor que indica que no hay una correlación estadística entre variables con un nivel de confianza del 95%.

*Tabla 7. Tabla de contingencia y prueba chi-cuadrado para las variables conocimiento sobre la descarbonización y sector económico.*

**Sector\_ec\*Conocimiento tabulación cruzada**

Recuento

	Conocimiento					Total
	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	
Sector_ec Agricultura	0	0	3	3	0	6
Comercio	0	5	8	8	2	23
Industrial	0	3	8	9	4	24
Minería y Energía	0	3	4	9	0	16
Otro	0	1	13	5	2	21
Salud	0	2	2	1	1	6
Servicios	1	7	15	21	2	46
Transporte	0	0	2	4	0	6
Total	1	21	55	60	11	148

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	24,057 <sup>a</sup>	28	,679
Razón de verosimilitud	26,731	28	,533
N de casos válidos	148		

a. 29 casillas (72,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,04.

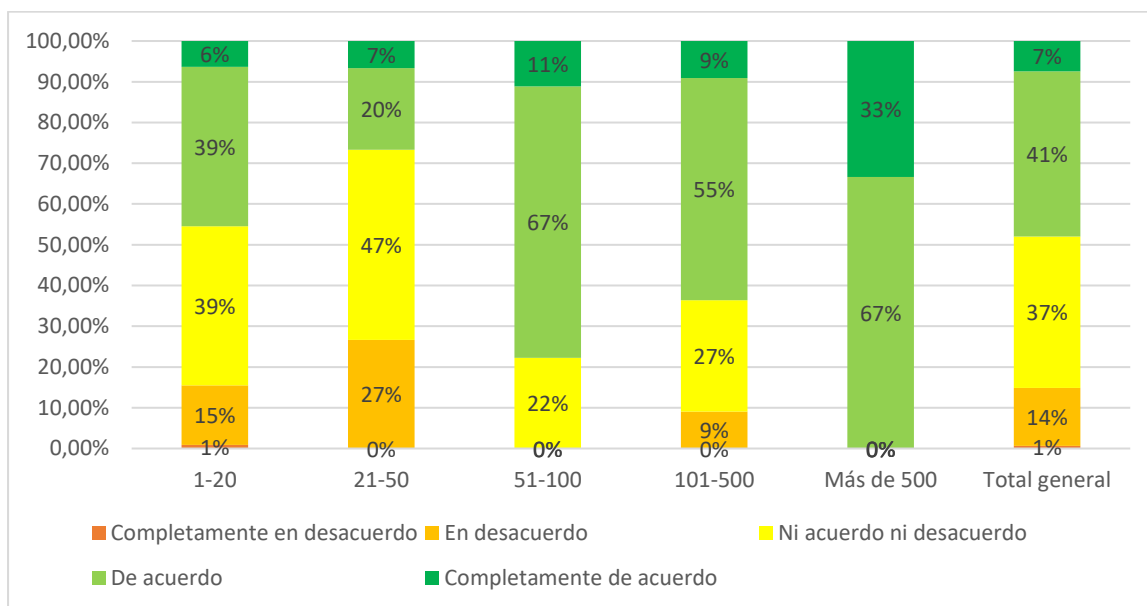
Finalmente, se tiene que algunos sectores económicos a simple vista no usan combustibles o no tienen alguna fuente directa de GEI en sus procesos, sin embargo, deben gestionar las emisiones de su cadena de suministro pues estas pueden ser significativamente mayores (Boston Consulting Group, 2021).

#### 6.3.2. *Conocimiento por número de trabajadores*

Con base en la Figura 2, se infiere que el conocimiento sobre la descarbonización se incrementa a medida que aumenta el número de trabajadores en las empresas. En la

Tabla 8 se muestran los resultados del análisis estadístico usado para indentificar si existe alguna correlación entre las variables mencionadas. Allí se observa la tabla de contingencia y la prueba Chi-cuadrado, donde se obtuvo un p-valor de 0,656, el cual indica que estadísticamente no existe relación entre el conocimiento sobre la descarbonización y el tamaño de la empresa con un nivel de confianza del 95%.

Figura 2. Promedio sobre el conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y descarbonización por número de trabajadores en la empresa



Fuente: El autor

Tabla 8. Resultados del análisis de correlación entre las variables conocimiento sobre la descarbonización y el número de trabajadores

### Tamaño\*Conocimiento tabulación cruzada

Recuento

	Conocimiento					Total
	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo	
Tamaño 1-20	1	16	43	43	7	110
21-50	0	4	7	3	1	15
51-100	0	0	2	6	1	9
101-500	0	1	3	5	1	10
Mas de 500	0	0	0	3	1	4
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>55</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>148</b>

**Pruebas de chi-cuadrado**

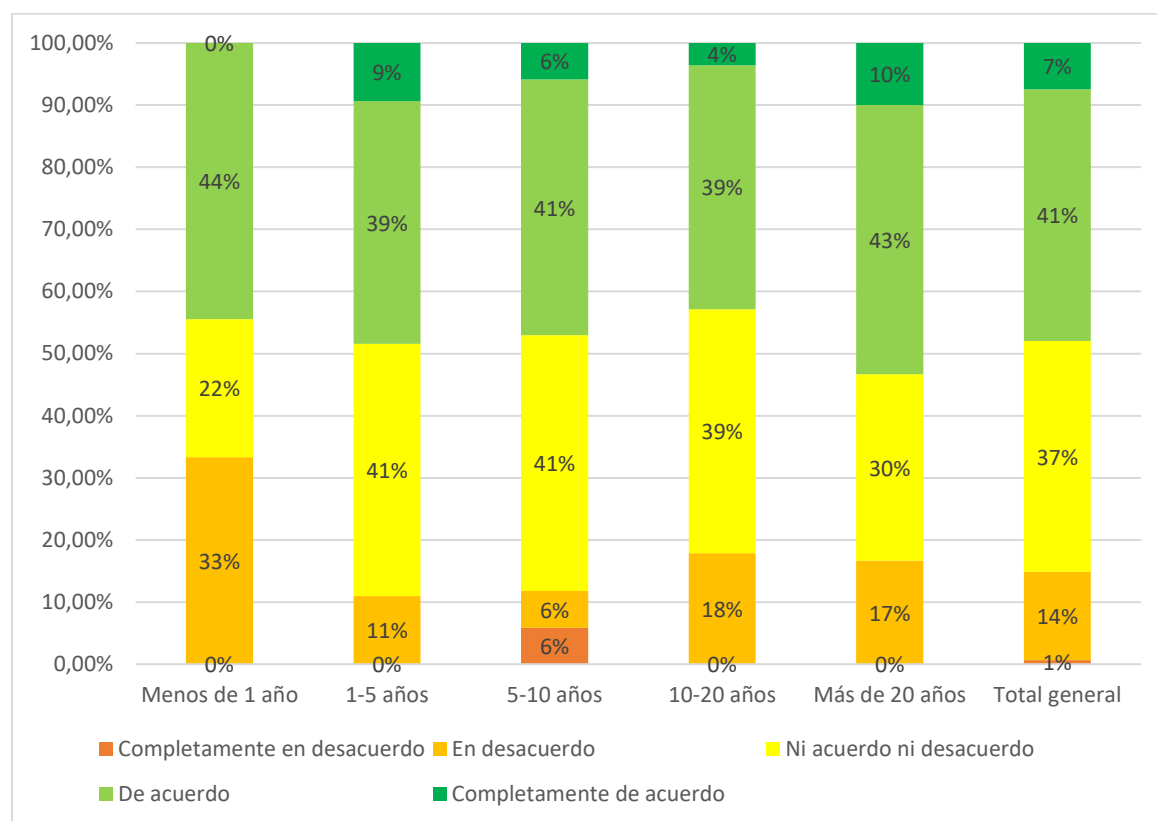
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	13,229 <sup>a</sup>	16	,656
Razón de verosimilitud	15,752	16	,470
Asociación lineal por lineal	4,729	1	,030
N de casos válidos	148		

- a. 19 casillas (76,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,03.

**6.3.3. Conocimiento por antigüedad**

En la Figura 3 se muestra la distribución de frecuencias a la pregunta sobre el conocimiento de la descarbonización de las empresas según su antigüedad. Así mismo, en la Tabla 9 se presenta el análisis estadístico para establecer si existe alguna correlación entre las variables mencionadas. En ella se observa que el p-valor para la prueba chi-cuadrado fue de 0,524, lo cual indica que con un nivel de confianza del 95% no existe ninguna relación estadística entre el conocimiento sobre la descarbonización y el tamaño de las empresas.

Figura 3. Promedio sobre el conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y descarbonización por antigüedad de la empresa



Fuente: El autor

Tabla 9. Resultados del análisis de correlación entre las variables conocimiento sobre la descarbonización y la antigüedad de la empresas

### Antigüedad\*Conocimiento tabulación cruzada

Recuento

		Conocimiento					Total
		1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	
Antigüedad	1-5 años	0	7	26	25	6	64
	10-20 años	0	5	11	11	1	28
	5-10 años	1	1	7	7	1	17
	Más de 20 años	0	5	9	13	3	30
	Menos de 1 año	0	3	2	4	0	9
Total		1	21	55	60	11	148

### Pruebas de chi-cuadrado

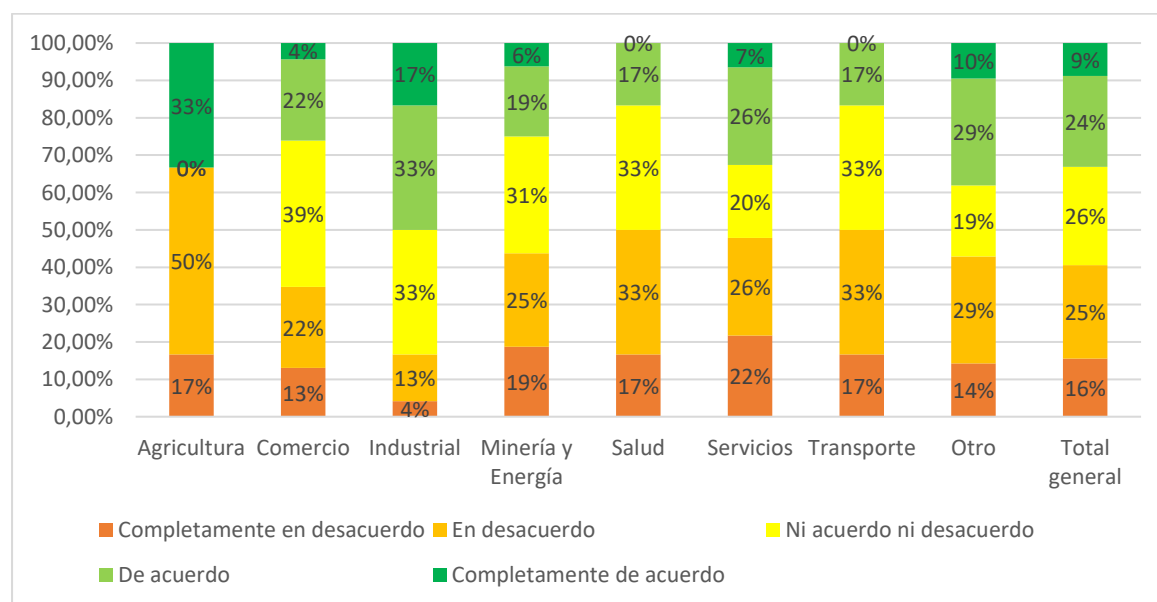
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	15,013 <sup>a</sup>	16	,524
Razón de verosimilitud	12,107	16	,737
N de casos válidos	148		

a. 16 casillas (64,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,06.

#### 6.3.4. Conocimiento de la huella de carbono

Tal y como se mencionó en el estado del arte, conocer la huella de carbono de cada empresa es el principio de la descarbonización. Es por ello que, una de las preguntas de la encuesta se refirió a si las empresas conocían su huella de Carbono. En la Figura 4, Figura 5 y Figura 6 se presentan los resultados de esta pregunta clasificados por sector económico, número de trabajadores y antigüedad de la empresa.

Figura 4. Respuesta a la afirmación “conozco la huella de carbono de mi empresa” clasificada por sectores económicos.

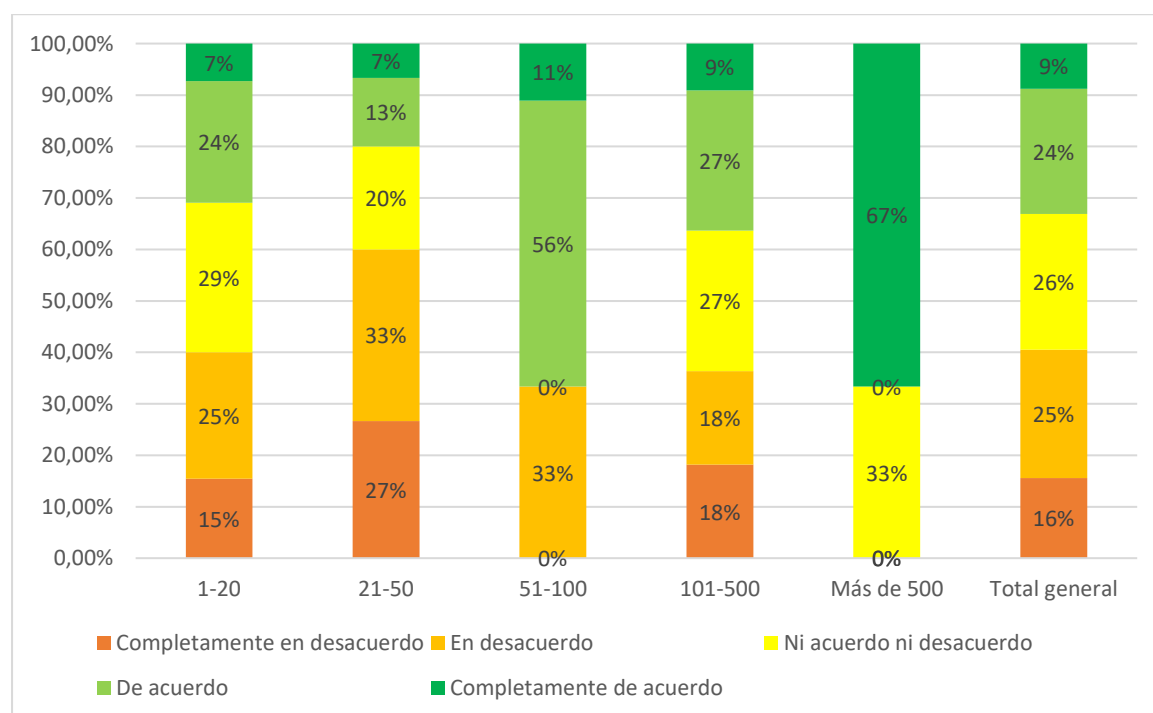


Fuente: El autor



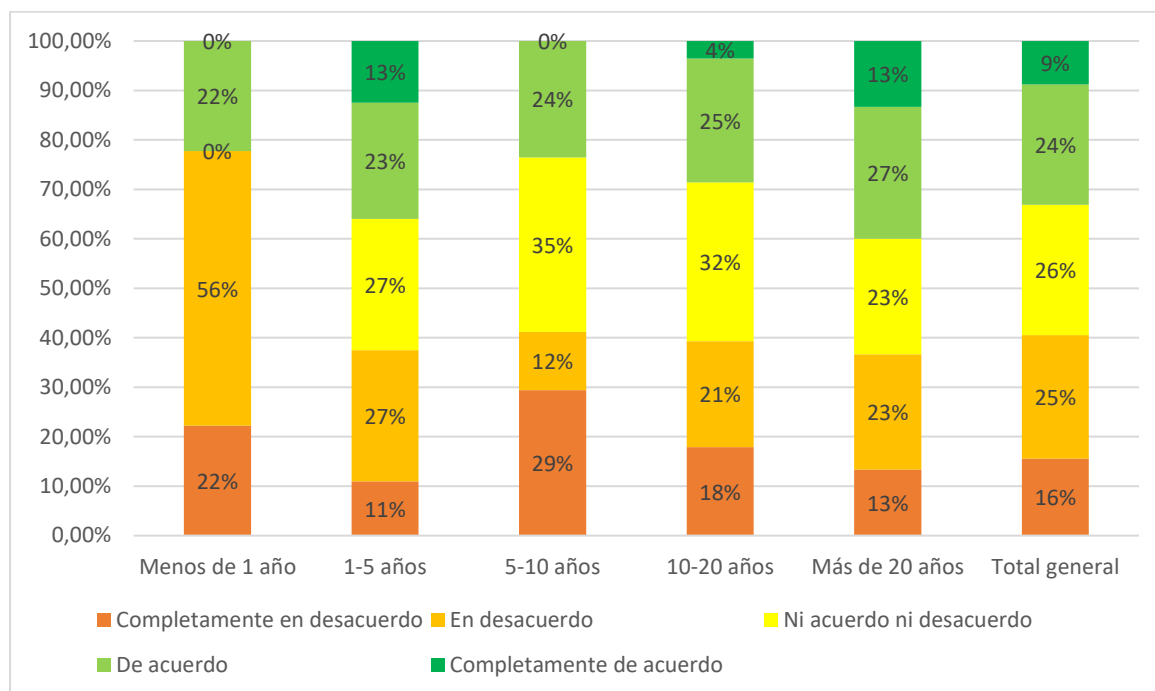
La última barra de la Figura 4, Figura 5 y Figura 6 muestra que el 35% de las empresas aseguraron conocer su huella de carbono, mientras que un 41% manifestaron no conocerla. Por su parte, el 26% de los encuestados no tuvieron una respuesta contundente, afirmando que no estaban de acuerdo ni en desacuerdo. En la Figura 4 también se observa que los sectores salud y comercio son los que tienen un menor conocimiento de su huella de carbono. Además, sumado a su desconocimiento general sobre la descarbonización, en estos sectores se hace evidente una brecha de información sobre los temas relacionados con cambio climático y descarbonización, llevando eventualmente al incumplimiento de normativas y posibles sanciones. En la Figura 5 y Figura 6 no se percibe ninguna tendencia en la distribución de frecuencias.

*Figura 5. Respuesta a la afirmación “conozco la huella de carbono de mi empresa” por número de trabajadores en la empresa*



Fuente: El autor

Figura 6. Respuesta a la afirmación “conozco la huella de carbono de mi empresa” por antigüedad de la empresa

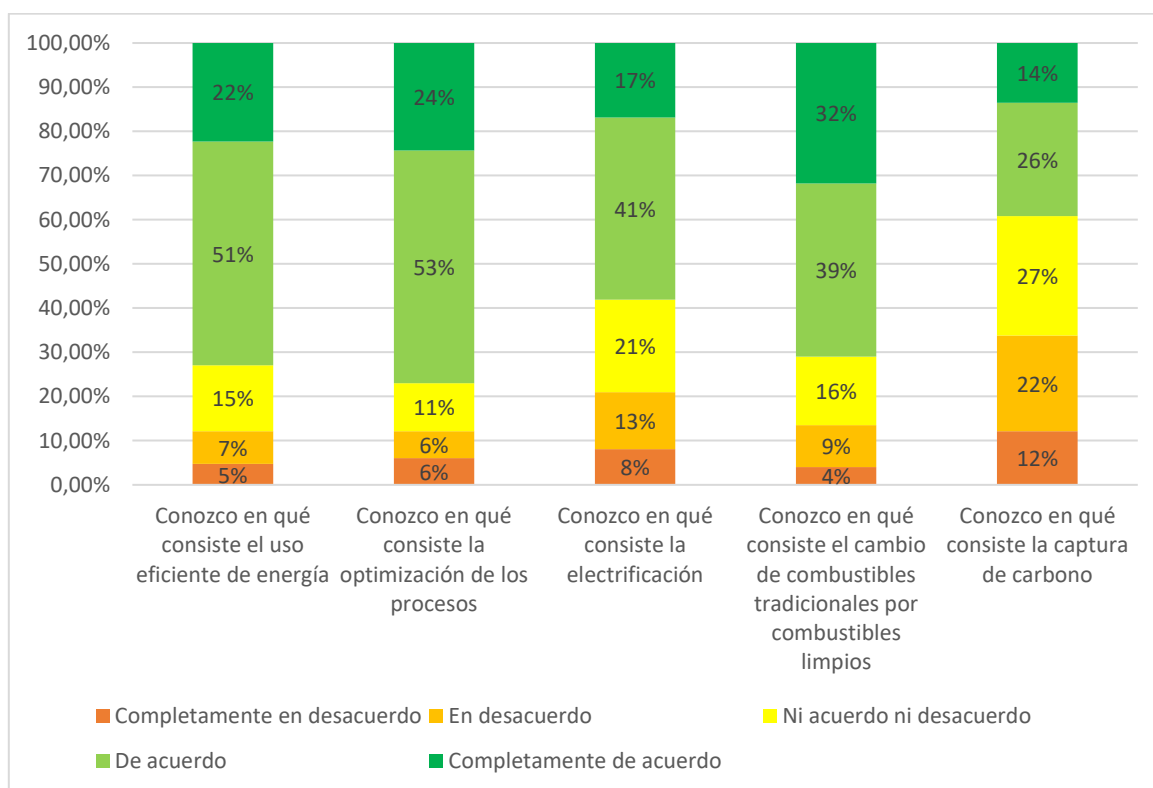


Fuente: El autor

### 6.3.5. Conocimiento sobre el estado actual de la descarbonización

En la Figura 7, se muestran los resultados sobre el conocimiento del paso a paso sugerido para la implementación de la descarbonización. Allí se evidencia que mientras avanza la complejidad de las etapas, disminuye el número de empresas que aseguran conocer cada fase. En una investigación futura se deberá evaluar no solo el conocimiento, sino efectivamente el estado de implementación de cada etapa, e identificar como se podría fortalecer el sector empresarial con respecto a ellas.

Figura 7. Resultados sobre el conocimiento del paso a paso de la descarbonización

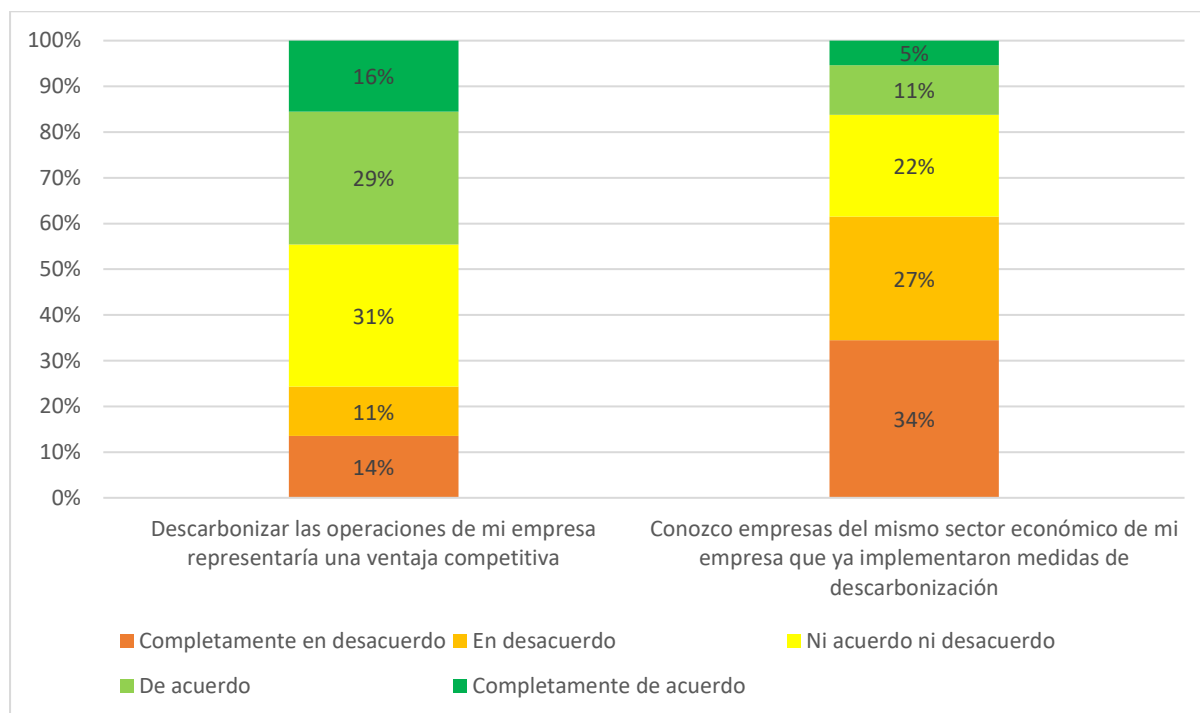


Fuente: El autor

### 6.3.6. Ventaja competitiva de la descarbonización

En el estado del arte se identificó que la descarbonización genera una ventaja competitiva para las empresas. Por esta razón, se indagó lo que pensaban sobre esta afirmación. En la Figura 8 se muestra la respuesta de los empresarios acerca de su percepción sobre descarbonizar sus actividades respecto a la competencia. Allí se observa que solo el 45% de las empresas consideraron que implementar medidas de descarbonización representa una ventaja competitiva y, solo el 16%, conocían empresas de su sector que ya han implementado alguna medida de descarbonización.

Figura 8. Respuesta a las afirmaciones sobre ventaja competitiva y descarbonización por parte de la competencia



Fuente: El autor

## 6.4. BARRERAS DE LA DESCARBONIZACIÓN

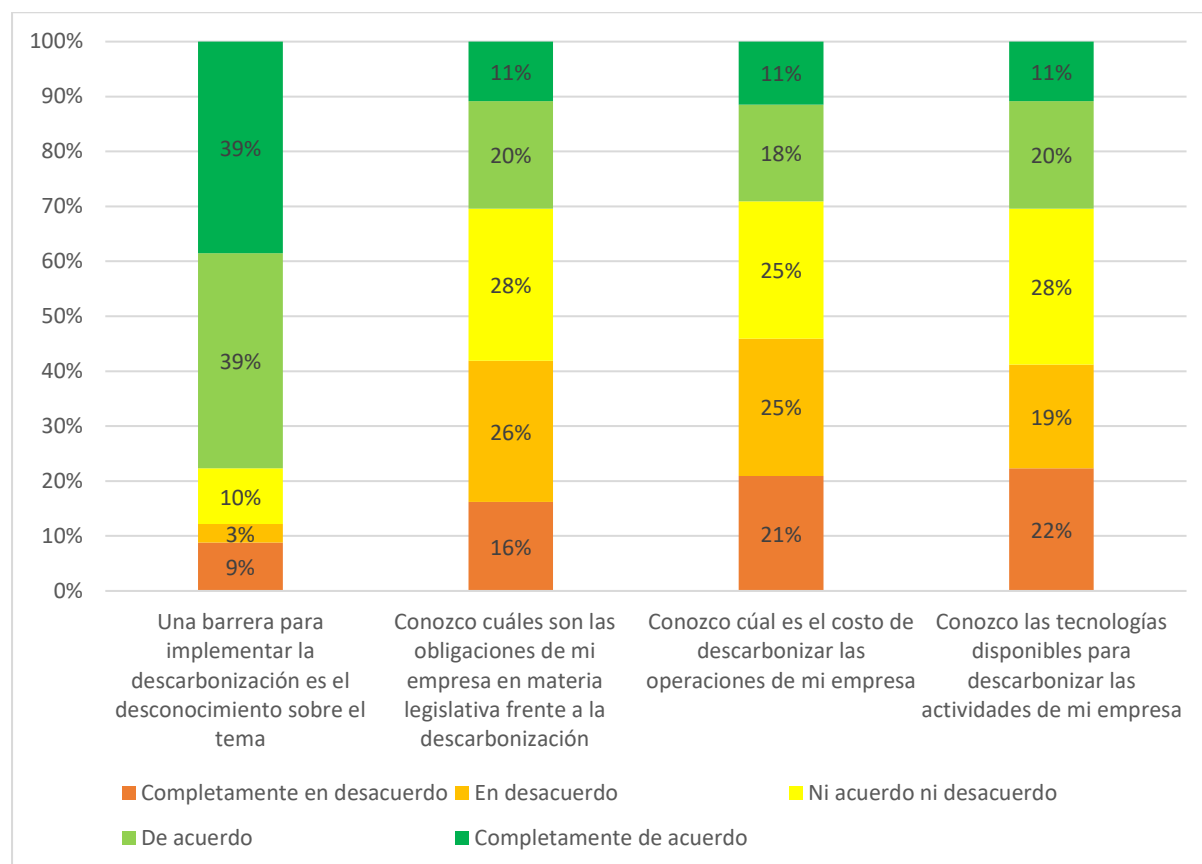
A continuación, se presentan los resultados de las preguntas de la encuesta, con las cuales, se indagó a las empresas si consideraban que cada una de estas barreras aplicaba a sus compañías, al final, se muestra también la respuesta a si piensan que existe otra barrera adicional a las ya identificadas.

### 6.4.1. Barreras por falta de conocimiento

La primer barrera identificada hace referencia a la falta de conocimiento sobre la descarbonización (hipótesis H4). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la distribución de frecuencias de los resultados de la encuesta sobre el

desconocimiento de la descarbonización y las responsabilidades legales que tienen las empresas respecto al tema. Allí se observa que el 78% de las empresas aseguran que la falta de conocimiento es una barrera para implementar medidas de descarbonización y se tienen dos modas, “de acuerdo” y “completamente de acuerdo”. Lo cual, hace suponer que la H4 es cierta, sin embargo, esta distribución de frecuencias no es lo suficientemente determinante para validar la hipótesis, por lo que se hace necesario la realización de un estudio cuantitativo posterior para verificar esta afirmación. De otro lado, los anteriores resultados concuerdan con lo encontrado por la Cámara de Comercio de Bogotá (2022), en donde se indica que el 73,4% de las empresas de Bogotá consideran que la falta de conocimiento es un reto interno para avanzar hacia la mitigación y adaptación al cambio climático.

*Figura 9. Resultados de la encuesta frente al desconocimiento sobre la descarbonización*

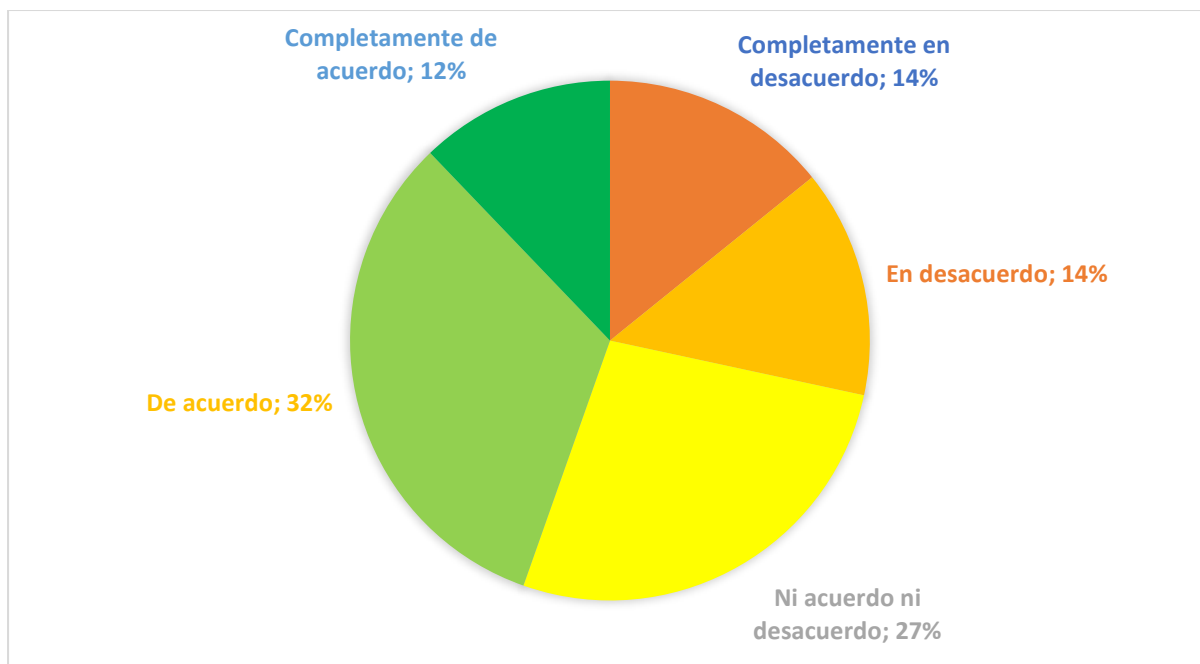


Fuente: El autor

#### 6.4.2. Barreras de tipo tecnológicas

La segunda barrera identificada se refiere a la tecnología disponible y la falta de investigación sobre el tema (hipótesis H1). Para ello, en la Figura 10 se muestran los resultados sobre la falta de investigación y tecnología disponible. En ella se observa que el 44% de las empresas consideraron que la falta de investigación constituye una barrera para la descarbonización, mientras que el 28% de las empresas respondieron que no lo es. Así mismo, se tiene que la moda es la respuesta “de acuerdo”. Estos resultados sugieren que la H1 es falsa, por lo cual, esta barrera no existe. No obstante, un alto porcentaje (27%) de las empresas no estuvieron ni acuerdo ni en desacuerdo y es necesario corroborar los resultados con un estudio de tipo cuantitativo correlacional.

*Figura 10. Resultados de la encuesta frente a la afirmación “Un impedimento para descarbonizar las operaciones de mi empresa es la falta de investigación ”*

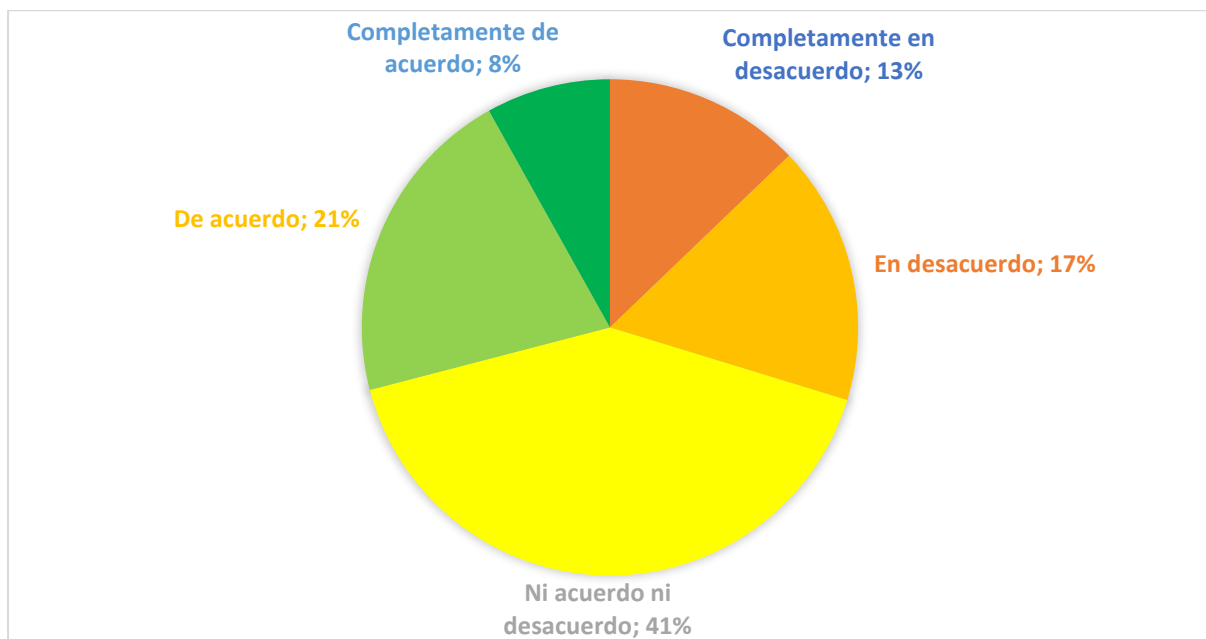


Fuente: El autor

### 6.4.3. Barreras de tipo financieras

La tercera barrera identificada hace referencia a los elevados costos que la descarbonización representa, en la Figura 11 se muestran la distribución de frecuencias respecto a esta barrera.

*Figura 11. Resultados de la encuesta frente a la afirmación “Una barrera para descarbonizar las operaciones de mi empresa es el alto costo que esto representaría”*



Fuente: El autor

En la Figura 11 también se observa que el solo el 28% de la empresas considera que los elevados costos son una barrera para la descarbonización y la moda es “Ni acuerdo ni desacuerdo”, Los anteriores resultados no son suficientes para sugerir la aceptación o rechazo de la H3. Por otro lado, se evidencia en la sección 6.5 que para los sectores industrial, minería y energía, la barrera principal es de tipo financiera, pues son los sectores con mayor conocimiento sobre la descarbonización y probablemente al superar la barrera del conocimiento ya se cuenta con mayor precisión para determinar los costos.

Luego, al comparar esos resultados con lo reportado por la Cámara de Comercio de Bogotá (2022), se tiene que en este estudio solo el 29% de las empresas afirmaron que el costo es una barrera para la descarbonización, mientras que ellos afirman que el 62,1% de las empresas así lo consideran. Esta discrepancia se puede justificar debido a que, tal como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, solo el 29% de las empresas que respondieron la encuesta conocían efectivamente el costo de la descarbonización, por consiguiente, la falta de conocimiento sobre los costos pudo haber sesgado esta respuesta.

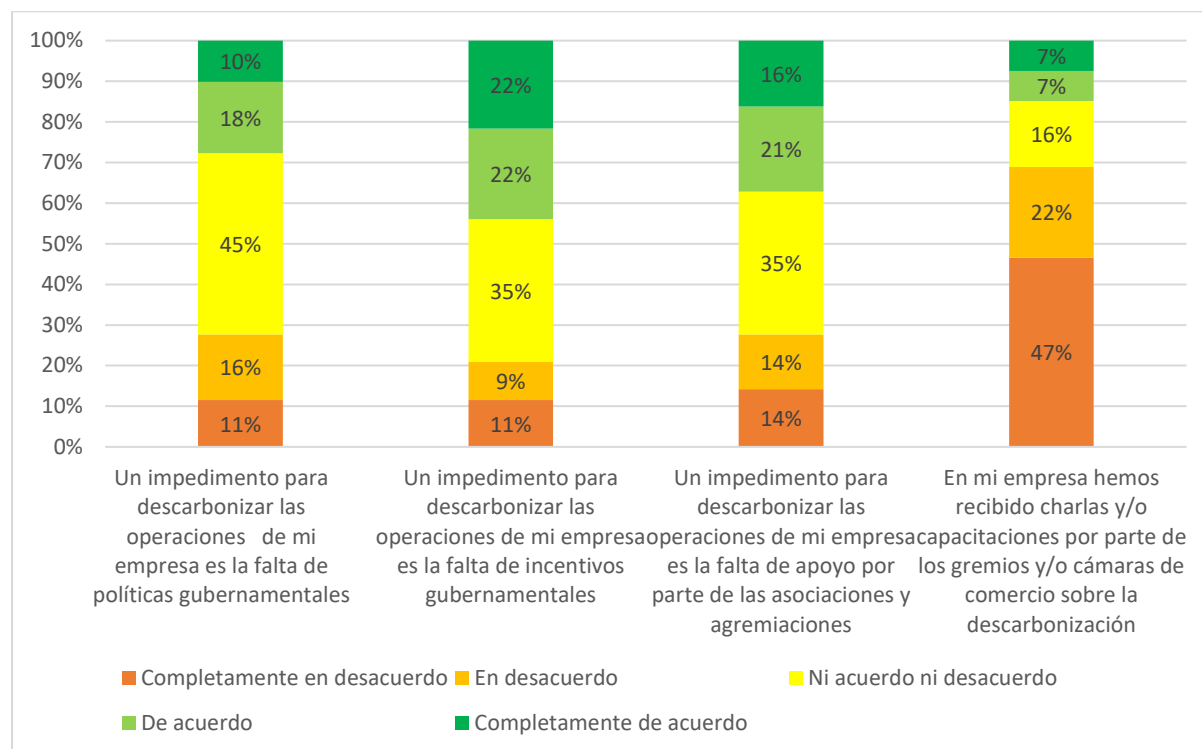
#### ***6.4.4. Barreras por falta de políticas e incentivos gubernamentales***

La cuarta barrera identificada fue la falta de políticas e incentivos gubernamentales, así como también la falta de apoyo por parte de las agremiaciones. En la Figura 12 se muestran los resultados de la encuesta respecto a esta barrera. En ella se puede observar que el 28% y 44% de las empresas aseguran que la falta de políticas e incentivos gubernamentales respectivamente son un impedimento para la descarbonización. Así mismo, se tiene que la moda para las dos preguntas fue “Ni acuerdo ni desacuerdo”, lo cual, no permite inferir la aceptación o rechazo de la hipótesis H5. Al igual que con las otras barreras, se deberá profundizar con un estudio posterior para reducir el número de respuestas neutras.

Por último, se tiene que el 37% de los empresarios consideran que la barrera la constituye la falta de apoyo de las agremiaciones, valor que dista de lo encontrado por la Cámara de Comercio de Bogotá (2022), que afirma que el 49,7% de las empresas de Bogotá consideran que no contar con apoyo de organizaciones y agremiaciones representan un reto externo para lograr la descarbonización.



Figura 12. Resultados de la encuesta frente a las políticas y apoyo gubernamental y/o gremial.



Fuente: El autor

#### 6.4.5. Barreras de tipo organizacional y/o administrativo

La quinta barrera identificada involucra aspectos organizacionales tales como:

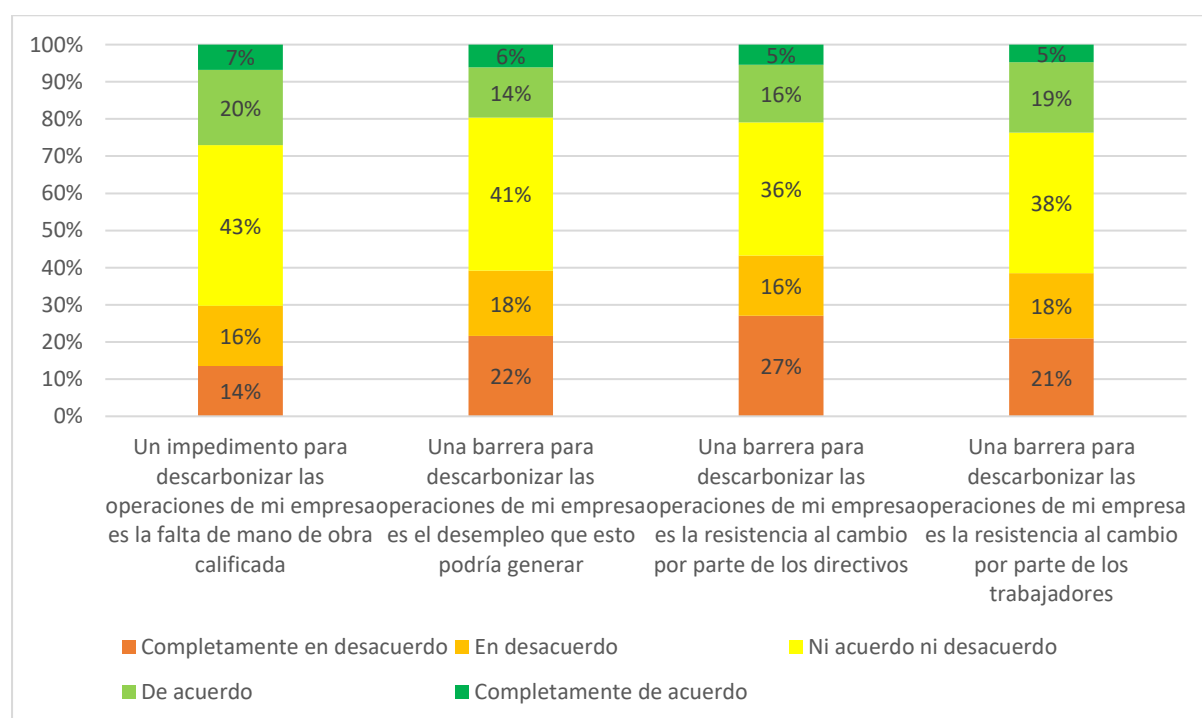
- Falta de personal calificado para la implementación de la descarbonización
- Consecuencias sociales que traería la descarbonización (desempleo)
- Resistencia al cambio por parte de los directivos y de los trabajadores

En la Figura 13 se muestran los resultados de cada uno de los aspectos identificados. En cuanto a la falta de personal calificado, el 27% de los empresarios afirmó que la mano de obra calificada no es un barrera y la moda fue “Ni acuerdo ni desacuerdo”. Del mismo modo, solo un 20% de los empresarios aseveró que la descarbonización tendría como barrera el

desempleo que se generaría, además, la respuesta mas frecuente (moda) fue “Ni acuerdo ni desacuerdo”. Los resultados anteriores no permiten concluir si se acepta o rechaza la H3, puesto que aún se tiene demasiada incertidumbre por el elevado número de respuestas neutras y, de esta forma, los resultados no son concluyentes.

Sin embargo, los resultados de la priorización (sección 6.5) sugieren el rechazo de esta hipótesis, puesto que los empresarios afirmaron que la falta de mano de obra calificada es la segunda barrera menos importante, seguida únicamente por “las otras barreras”. Estos resultados discrepan de los obtenidos por la Cámara de Comercio de Bogotá (2022), donde el 51,8% de los encuestados consideraron que no cuentan con el área o personal interno para la implementación de la descarbonización.

*Figura 13. Resultados de la encuesta frente a aspectos organizacionales.*



Fuente: El autor

Por último, se encontró que solo el 21% de las empresas considera que la resistencia al cambio por parte de los directivos constituye una barrera y un 24% afirma que la resistencia al cambio por parte de los empleados es una barrera para la descarbonización. Por su parte, la Cámara de Comercio de Bogotá (2022) afirma que solo el 41,2% de las empresas considera que la resistencia al cambio organizacional representa un impedimento para avanzar hacia la mitigación y adaptación al cambio climático.

#### ***6.4.6. Otras Barreras***

Como parte final de la encuesta, se preguntó a los empresarios si conocían o tenían algún otro tipo de impedimento para implementar medidas de descarbonización en sus organizaciones. Las respuestas recibidas fueron las siguientes:

- Corrupción en entidades gubernamentales
- Ubicación geográfica que no permite que llegue el conocimiento ni las tecnologías
- Falta de conciencia sobre el medio ambiente
- Efectos económicos pospandemia
- Incertidumbre política y social, nacional e internacional

### **6.5. PRIORIZACIÓN DE LAS BARRERAS DE LA DESCARBONIZACIÓN**

En la Tabla 10, Tabla 12 y Tabla 13 se muestra el listado de las siete barreras identificadas según su orden de prioridad para los empresarios.

*Tabla 10. Priorización de las barreras según el sector económico*

	Total	Sector económico							
		Agricultura	Comercio	Industrial	Minería y Energía	Salud	Servicios	Transporte	Otro
El desconocimiento sobre la descarbonización	1	1	1	2	4	3	1	2	2
El desconocimiento de las políticas gubernamentales al respecto	2	3	2	3	5	1	2	1	3
La falta de tecnología (investigación y desarrollo) al respecto	3	5	4	5	3	4	3	5	1
La falta de normas e incentivos por parte del gobierno	4	4	3	4	2	2	4	3	5
Los elevados costos de su implementación	5	2	5	1	1	5	5	4	4
La falta de mano de obra calificada	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Otros impedimentos	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Fuente: El autor

En la Tabla 10 se puede observar que la principal barrera fue el desconocimiento sobre la descarbonización. Así mismo, la principal barrera para los sectores industrial, minero y energético fue el elevado costo. Estos sectores también mostraron los menores porcentajes de desconocimiento sobre la descarbonización. Lo anterior se da debido a dos posibles causas, la primera, a medida que aumenta el conocimiento, las empresas entienden los verdaderos costos y estos empiezan a ser relevantes. La segunda, porque los costos de descarbonización de estos sectores compete directamente a las empresas y no a su cadena de suministro.

Para identificar si existe una correlación entre las variables conocimiento y costo se realizó una prueba chi-cuadrado. En la Tabla 11 se muestran los resultados de esta prueba, en

la cual se encontró un p-valor de 0,153, que indica que con un nivel de confianza del 95% no existe correlación estadística entre estas dos variables.

*Tabla 11. Tabla de contingencia y Prueba chi-cuadrado para verificar la correlación entre las variables conocimiento y costo*

**Costo\*Conocimiento tabulación cruzada**

Recuento

		Conocimiento					Total
		1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	
Costo	1,00	1	5	6	6	1	19
	2,00	0	2	13	8	2	25
	3,00	0	10	26	23	2	61
	4,00	0	3	7	17	4	31
	5,00	0	1	3	6	2	12
Total		1	21	55	60	11	148

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	21,706 <sup>a</sup>	16	,153
Razón de verosimilitud	18,718	16	,284
Asociación lineal por lineal	7,550	1	,006
N de casos válidos	148		

a. 16 casillas (64,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,08.

Por otro lado, en la Tabla 12 se muestra que el desconocimiento de la descarbonización fue la principal barrera para las empresas de menos de 20 empleados y a medida que aumenta el número de trabajadores, los costos se convierten en la principal barrera.

Tabla 12. Priorización de las barreras según el tamaño de la empresa

	Total	Número de Trabajadores				
		1-20	21-50	51-100	101-500	Más de 500
El desconocimiento sobre la descarbonización	1	1	3	5	2	3
El desconocimiento de las políticas gubernamentales al respecto	2	2	1	4	5	5
La falta de tecnología (investigación y desarrollo) al respecto	3	4	2	2	4	2
La falta de normas e incentivos por parte del gobierno	4	3	5	1	3	4
Los elevados costos de su implementación	5	5	4	3	1	1
La falta de mano de obra calificada	6	6	6	6	6	6
Otros impedimentos	7	7	7	7	7	7

Fuente: El autor

Por último, en la Tabla 13 se muestra la priorización de las barreras según la antigüedad de las empresas. Al igual que para las tablas anteriores, el principal impedimento para la descarbonización es el desconocimiento. Para este caso, no se observa ninguna tendencia que indique que el orden de prioridad de estas barreras varíe o dependa de la antigüedad.

Tabla 13. Priorización de las barreras según la antigüedad de la empresa

	Total	Antigüedad				
		Menos de 1 año	1-5 años	5-10 años	10-20 años	Más de 20 años
El desconocimiento sobre la descarbonización	1	2	1	1	1	2
El desconocimiento de las políticas gubernamentales al respecto	2	5	2	2	2	4
La falta de tecnología (investigación y desarrollo) al respecto	3	1	3	4	3	3
La falta de normas e incentivos por parte del gobierno	4	4	4	3	5	5
Los elevados costos de su implementación	5	6	5	5	4	1
La falta de mano de obra calificada	6	3	6	6	6	6
Otros impedimentos	7	7	7	7	7	7

Fuente: El autor

## 7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación permitió identificar y priorizar de forma exploratoria las barreras que tiene el empresariado boyacense al implementar medidas de descarbonización. En este estudio se tuvieron dos limitaciones, la primera, corresponde al tipo de respuestas, pues la mayoría fueron neutras y no se pudieron corroborar todas las hipótesis, la segunda, corresponde a que la muestra no fue representativa pues el tipo de muestreo fue por conveniencia.

Inicialmente, se validó el nivel de conocimiento sobre la descarbonización por parte de las empresas y se encontró que el 48% de las empresas del departamento de Boyacá aseguran tener algún conocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, descarbonización e impactos sobre la operación de su empresa. Al comparar ese valor con lo reportado por la Cámara de Comercio de Bogotá, se encontró una diferencia de un 3% por debajo de las empresas capitalinas. Estos bajos porcentajes evidencian una brecha de conocimiento sobre de la descarbonización. Por lo cual, para cumplir con las metas de reducción de GEI para 2030, se debe fortalecer la formación y capacitación de los empresarios sin importar el sector, antigüedad y tamaño de las empresas. Tal como lo mencionan Schaltegger y Csutora (2012), esta brecha de conocimiento representa una oportunidad de negocio para las empresas dedicadas a la consultoría sobre el cambio climático.

Una revisión del estado del arte permitió identificar las barreras que tienen las empresas para implementar medidas de descarbonización, en la cual, se encontraron barreras por falta de conocimiento, tecnología y políticas e incentivos, así mismo, se evidenciaron barreras financieras y de tipo organizacional y administrativo. A continuación, se presenta



una discusión sobre cada una de las barreras identificadas en el estado del arte y los resultados de este estudio.

Para la primera barrera, este estudio sugiere que efectivamente se tiene un impedimento por la falta de conocimiento sobre la descarbonización, esto concuerda con lo mencionado por Kempken et al. (2021), quienes a pesar de no cuantificar el número de empresas que tienen esta barrera, la identifican como un importante obstáculo para lograr la carbono neutralidad. Así mismo, la Cámara de Comercio de Bogotá (2022), también encontró que la falta de conocimiento es un reto interno para avanzar a la mitigación y adaptación al cambio climático; de igual forma, el porcentaje de empresas que consideran que tienen esta barrera es muy similar al encontrado en este estudio. Por otro lado, una vez realizada la priorización de las barreras se determinó que la falta de conocimiento es la principal barrera para la implementación de medidas de descarbonización en el empresariado boyacense.

Como conclusión respecto a la primera barrera, se debe fortalecer a nivel gubernamental y gremial la formación, capacitación y acompañamiento para la descarbonización. Además, es necesario la creación de una dependencia a nivel departamental dedicada a la implementación de medidas de descarbonización. Esta dependencia no solo debe estar enfocada en las grandes industrias, sino también en las pequeñas empresas que consideran no tener huella de carbono.

En segundo lugar, Kempken et al. (2021) también afirman que las empresas tienen barreras de tipo tecnológico al descarbonizar sus operaciones. Estas barreras son la disponibilidad de materias primas, las fuentes de energía limpia, la modificación de los procesos existentes y el riesgo de que las nuevas tecnologías no funcionen. En este estudio no se pudo determinar la aceptación o rechazo de esta barrera puesto que los resultados

incluyeron un número elevado de respuestas neutras. Se recomienda verificar su existencia mediante un estudio de tipo cuantitativo correlacional.

En este estudio no se pudo verificar la aceptación o rechazo de la existencia de la barrera por falta de políticas e incentivos gubernamentales, pues los resultados no fueron concluyentes y, al igual que con las otras barreras, se deberá profundizar con una investigación posterior para reducir el número de respuestas neutras. Por su parte, Golub et al (2019) afirma que la falta de apoyo y políticas por parte del gobierno ruso constituyen una barrera para la descarbonización y, tal como afirma la Cámara de Comercio de Bogotá (2022), el 49,7% de las empresas de Bogotá consideran que el no contar con apoyo de organizaciones y agremiaciones representa un reto externo para lograr la descarbonización. Con base en lo anterior, se puede concluir que no solo es evidente la falta de apoyo y políticas, sino también el desconocimiento de estas por parte de los empresarios.

Desde el punto de vista financiero, los resultados de este estudio no fueron suficientes para sugerir la aceptación o rechazo de esta barrera, pues la moda estuvo representada por las respuestas neutras. Sin embargo, se evidenció que para los sectores de mayor conocimiento sobre la descarbonización, que corresponden al industrial, minero y energético, la barrera principal fue el elevado costo. Lo cual está en línea con Johnson et al. (2020), quienes afirma que la capacitación, nuevas tecnologías y la disponibilidad de materiales conllevará un costo adicional que deberá ser asumido por las empresas. No obstante, Barrett et al. (2018) mencionan que una medida de descarbonización es hacer los procesos más eficientes energéticamente, lo cual reducirá los costos operativos. Así mismo, las empresas podrán acogerse a los incentivos económicos que ha establecido el gobierno para incentivar la implementación de medidas de descarbonización.

Respecto a las barreras organizacionales y/o administrativas, los resultados de este estudio no permiten inferir si se acepta o rechaza la existencia de esta barrera. Así mismo, se tiene que para los empresarios, la falta de mano de obra calificada es la segunda barrera menos importante. Por otro lado, Aykan (2017) afirmó que las empresas efectivamente no cuentan con la mano de obra calificada para los nuevos procesos que requiere la descarbonización, además, de acuerdo con Wink (2021), se tiene una barrera de tipo social pues se podría generar desempleo a menos que la fuerza laboral se capacite o reubique en otras actividades.

Para finalizar, se tiene que el gobierno colombiano ha planteado unas metas de reducción de GEI en 2030 y carbono neutralidad en 2050, las cuales están en gran parte asociadas al sector privado. Estas metas parecen ambiciosas e inalcanzables gracias al estado actual de implementación de medidas de descarbonización y a las barreras que tiene el empresariado. Como consecuencia, se debe fortalecer a las empresas con formación, incentivos y acompañamiento para la implementación de medidas de descarbonización. Como principal barrera, se encontró la falta de conocimiento, la cual representa una oportunidad de negocio para las empresas consultoras, pero también un costo para la empresas que deberán descarbonizar sus actividades incluyendo la cadena de suministro. Esta brecha debe empezar a cerrarse con la socialización de responsabilidades que tiene cada empresa y, posteriormente, con el acompañamiento por parte de agremiaciones y cámaras de comercio.



## REFERENCIAS

- Aykan, E. (2017). Gaining a Competitive Advantage through Green Human Resource Management. *Corporate Governace and Statagic Decision Making*.
- Barrett, J., Cooper, T., Hammond, G., & Pidgeon, N. (2018). Industrial energy, materials and products: UK decarbonisation challenges and opportunities. *Applied Thermal Engineering*, 643-656. doi:<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.03.049>
- Benavides, J. (2021, Abril 12). El alto riesgo de la descarbonización radical en Colombia. *Portafolio.co*. Retrieved from <https://www.portafolio.co/opinion/juan-benavides-estevez/el-alto-riesgo-de-la-descarbonizacion-radical-en-colombia-coyuntura-juan-benavides-550886>
- Boston Consulting Group. (2021, Enero 30). *Descarbonizar la cadena de suministros: una oportunidad revolucionaria para luchar contra el cambio climático*. Retrieved from <https://www.bcg.com/en-co/press/30january2021-decarbonizing-the-supply-chain-a-revolutionary-opportunity-to-fight-against-climate-change>
- Bourio, Á. M. (2021, Mayo 27). ¿Es posible alcanzar la descarbonización en Colombia? (Dinero, Interviewer)
- Bruck, J., Uhlich, T., Bals, C., Hohne, N., Nascimento, L., Tamblyn, A., & Reuther, J. (2022). *RESULTS Monitoring climate mittigation efforts of 60 countries plus the EU - covering 92% of the global greenhouse gas emissions*. CCPI.
- Cámara de comercio de Bogotá. (2022). *Encuesta de Descarbonización y Acción Climática del tejido empresarial de Bogotá y la Región*. Bogotá.
- Colombia-E2050. (2022, Junio 10). *Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. Retrieved from E2050 Colombia:

<https://e2050colombia.com/wp-content/uploads/2022/04/Estrategia-Climatica-de-Largo-Plazo-de-Colombia-E2050.pdf>

Congreso de Colombia. (2014, Mayo 13). Ley 1715 del 13 de mayo de 2014. Bogotá.

Congreso de Colombia. (2016, Diciembre 29). Ley 1819 de 2016.

Congreso de Colombia. (2018, Julio 27). Ley 1931 de 2018.

Congreso de Colombia. (2021, Julio 10). Ley 2099 del 10 de Julio de 2021. Bogotá.

Congreso de Colombia. (2021, Diciembre 22). Ley 2169 del 22 de Diciembre de 2021. Bogotá.

Congreso de Colombia. (2021). Ley 2169 del 22 de Diciembre de 2021.

Corpoboyacá. (2021, Diciembre 8). *Boyacá se convierte en la primera región del país en trabajar para reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero*. Retrieved from Corpoboyacá: <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/boyaca-se-convierte-en-la-primera-region-del-pais-en-trabajar-para-reducir-las-emisiones-de-gases-efecto-invernadero/>

Correa, J., & Murillo, J. (2015). *Escritura e investigación académica - Una guía para la elaboración del trabajo de grado*. Bogotá: Editorial CESA.

Delevingne, L., Glazener, W., Gregoir, L., & Henderson, K. (2020). Climate risk and decarbonization: What every mining CEO needs to know. *Metals & Mining and Sustainability Practices - McKinsey & Company*.

Delgado, R., Wild, T., Arguello, R., Clarke, L., & Romero, G. (2020). Options for Colombia's mid-century deep decarbonization strategy. *Energy Strategy Reviews*.

Deloitte . (2021). *The 2030 decarbonization challenge The path to the future of energy*.

Deloitte Insights. (2020). *Deloitte Resources 2020 study - Energy management: Paused by pandemic, but poised to prevail.*

Departamento Nacional de Planeación. (2011, Julio 14). CONPES 3700 de 2011.

Falter, W., Langer, A., Wesche, F., & Wezel, S. (2020). Decarbonization strategies in converging chemical and energy markets. *Journal of Business Chemistry*, 20-40.  
doi:10.17879/22139481097

Ferro, M. (2021). El Camino de Colombia hacia las edificaciones Neto Cero carbono. Tesis de Grado Maestría. Universidad de los Andes .

Golub, A., Lugovoy, O., & Potashnikov, V. (2019). Quantifying barriers to decarbonization of the Russian economy: real options analysis of investment risk in low-carbon technologies. *Climate policy*.

González, T. (2021, Diciembre 1). *Prioridades para Colombia después de Glasgow en 8 gráficas*. Retrieved from Centro Regional de Estudios de Energía:  
<https://creenergia.org/prioridades-para-colombia-despues-de-glasgow-en-7-graficas/>

He, G., Lin, J., Sifuentes, F., Liu, X., Abhyankar, N., & Phadke, A. (2020). Rapid cost decrease of renewables and storage accelerates the decarbonization of China's power system. *Nature communications*. doi:<https://doi.org/10.1038/s41467-020-16184-x>

IBM corporation. (2021). *Documentación de IBM SPSS Statistics V25.0.*

IPCC. (2007). *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007.*

IPCC. (2019). *Anexo I: Glosario. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían segu.*

Matthews J.B.R. (ed.).

- Johnson, F., Karlsson, I., Rootzen, J., Ahlback, A., & Gustavsson, M. (2020). The framing of a sustainable development goals assessment in decarbonizing the construction industry – Avoiding “Greenwashing”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Kempken, T., Hauck, T., De Santis, M., Rodriguez, P., Miranda, M., Gonzalez, D., . . . Wang, C. (2021). *Collection of possible decarbonisation barriers*. Bruselas: ESTEP - European Steel Technology Platform.
- Minambiente. (2021, Agosto 05). *Una gran meta del sector productivo y el Minambiente: descarbonizar la economía*. Retrieved from <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/una-gran-meta-del-sector-productivo-y-el-minambiente-descarbonizar-la-economia/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016, Febrero 24). Decreto 298 de 2016.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política nacional de cambio climático*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020, Noviembre 26). *Colombia reducirá en un 51% sus emisiones de gases efecto invernadero para el año 2030*. Retrieved from Minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/4877-colombia-reducira-en-un-51-sus-emisiones-de-gases-efecto-invernadero-para-el-ano-2030>
- Papadis, E., & Tsatsaronis, G. (2020). Challenges in the decarbonization of the energy sector. *Energy*.
- Quero Virla, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 248-252.
- Rey, G. (2022, Agosto 26). Empresarios deben comprometerse con la descarbonización. *Portafolio*.



- Santamaría, R. (2018). *Descarbonización de la economía: transición de un modelo minero-energético a una reconversión productiva del caribe colombiano*. Tesis de Pregrado, Universidad del Magdalena.
- Schaltegger, S., & Csutora, M. (2012). Carbon accounting for sustainability and management. Status quo and challenges. *Journal of cleaner production*.
- Sheng, C. (2020). Not just the state: The role of the entrepreneurs in China's energy transition. *Energy Research & Social Science*, 70.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101814>
- TD Economics. (2021). *Decarbonization: A Simple Framework for a Complex Problem*.
- United Nations. (2019). *Report of the Secretary-General on the 2019 climate action summit and the way forward in 2020*.
- Urrego, A. (2022, Febrero 17). *En Bogotá, cerca de 73% de los empresarios no conoce qué es la descarbonización*. Retrieved from La República:  
<https://www.larepublica.co/empresas/en-bogota-cerca-de-73-de-los-empresarios-no-conoce-que-es-la-descarbonizacion-3305145>
- Wink, R. (2021). Place-based transformation policies for decarbonization. The art of timing. *Symphonya. Emerging Issues in Management*, 1, 100-110.  
doi:<https://dx.doi.org/10.4468/2021.1.10wink>