

Economía del Cambio Climático y Big Data

La Desigualdad de la Huella de Carbono de los Hogares Españoles en Alta Definición y en Tiempo Real

Joxe Mari Barrutiabengoa / Gergely Buda / Vasco Carvalho/ J. Julián Cubero / Stephen Hansen / Alvaro Ortiz / Tomasa Rodrigo / Sevi. Rodriguez Mora

3 de mayo 2023

Conclusiones

- Presentamos la distribución de las emisiones de gases de efecto invernadero del consumo de los hogares españoles atendiendo a su nivel de gasto, edad, o género y distinguiendo diferentes tipos de bienes y servicios. Este análisis es posible combinando datos oficiales, su explotación con la metodología standard Input-Output y una base de datos masivos (Big Data) de transacciones financieras que permite análisis muy granulares y en tiempo real.
- Existe una desigualdad significativa en las emisiones de CO₂, similar a la de consumo, pero menor que la del ingreso. El mayor peso del transporte entre los individuos de mayor nivel de consumo eleva la desigualdad de las emisiones, lo contrario que las emisiones asociadas al consumo energético en el hogar, con un consumo y emisiones relativamente mayores en los percentiles más bajos de gasto.
- La desigualdad en las emisiones de CO₂ también se evidencia por edades y por género. En general, las emisiones tienden a mostrar un patrón en forma de "U" invertida en relación con la edad, siendo los hombres quienes generan niveles más elevados de CO₂ en comparación con las mujeres.
- La alta granularidad de los datos y la distribución de las emisiones permiten el diseño de políticas más inteligentes, dirigidas donde sean más necesarias y/o efectivas.
- Además, este enfoque proporciona estimaciones en tiempo real de emisiones derivadas del consumo, tanto directas como indirectas. El análisis de los datos de 2022 y 2023 muestra que el efecto del Covid finalizó en 2022.
- Durante la pandemia del Covid-19 se observaron notables diferencias en las emisiones de CO₂ de las actividades afectadas por los confinamientos, como el transporte y la restauración, que redujeron sus emisiones considerablemente en comparación a otras partidas de consumo, como los alimentos, que fueron mucho más estables.

1. Motivación

El clima de la Tierra está cambiando rápidamente debido a las actividades humanas. El último [informe del IPCC](#) concluye con certidumbre que las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades humanas son responsables de un calentamiento de 1.1°C desde 1850-1900, un calentamiento global causado por el hombre que "ha llevado a impactos adversos generalizados y daños colaterales en la naturaleza y las personas". La mejor estimación es que alcanzar 1.5°C a corto plazo intensificará múltiples riesgos concurrentes.

Los patrones de consumo son clave para mitigar el cambio climático. Al tomar decisiones de consumo más sostenibles, las personas pueden ayudar a reducir los impactos negativos de sus acciones en el medio ambiente y apoyar la transición hacia un futuro más sostenible. El consumo de los hogares es el componente más grande de la demanda, representando casi el 55% del PIB de España en 2022. Las emisiones de CO2 de los hogares, generadas tanto directa como indirectamente, representan entre el 60% y el 70% de las emisiones totales (Hertwich y Peters, 2009; Hertwich et al., 2016a).

Consumo, desigualdad, emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y políticas para abordarlas. Una característica distintiva del consumo es su desigual distribución entre los individuos y familias según sus ingresos disponibles y estilos de vida. Las políticas medioambientales deben incorporar consideraciones sobre la desigualdad dada su impacto dispar (ver Informe sobre Desigualdad Climática 2023).¹ Por último, pero no menos importante, las múltiples opciones de políticas para abordar la sostenibilidad ambiental, con diferentes implicaciones políticas, económicas y sociales dentro de los países, requieren medidas más precisas y granulares de las emisiones de GEI, especialmente a nivel individual.

2. Estimación de Emisiones Directas e Indirectas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de los Hogares Españoles²

En esta sección presentamos un nuevo enfoque híbrido para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por los hogares españoles a través de su demanda de consumo. Este enfoque combina los coeficientes de intensidad de emisión de las diferentes categorías de Consumo (COICOP), estimadas a través del análisis Insumo-Producto (IO), con una novedosa base de datos de consumo muy granular y en tiempo real (Big Data) para la economía española (Buda et al., 2022). La metodología ofrece varias ventajas:

- **Consistencia Macroeconómica:** Aprovechando el enfoque Macro (IO) estándar, obtenemos coeficientes con granularidad sectorial que revelan la cantidad de emisiones de GEI necesarias para satisfacer una unidad adicional de demanda (de consumo). Estos coeficientes se agregan por categorías COICOP y se aplican a los valores de consumo Big Data de los hogares, que son consistentes con los datos oficiales de consumo de los hogares como se muestra en Buda et al. (2022).
- **Nuestra metodología nos permite capturar tanto las Emisiones Directas**, que son las de actividades como el uso de automóviles particulares o el consumo de energía por combustión directa en el hogar (proporcionadas por la oficina de estadísticas oficiales), como las Emisiones Indirectas, que están incorporadas en los bienes y servicios que los hogares consumen, aunque sean generadas por sectores económicos y estimadas a través de la metodología de Insumo-Producto (IO). Estas emisiones indirectas

1: Chancel, L., Bothe, P., Voituriez, T. (2023) Climate Inequality Report 2023, World Inequality Lab Study 2023.

2: Este documento está basado en nuestro próximo documento de trabajo: Barrutiabengoa et al. (2023) Distributional Accounts of Households's Carbon Footprint from Financial Transaction data (Mimeo).

proviene de muy diversas fuentes, tantas como los bienes y servicios consumidos por los hogares, por ejemplo: la producción de una camiseta, la comida consumida en un restaurante, los productos de limpieza para el hogar, los productos electrónicos o el proceso de fabricación de un automóvil. Todos son en última instancia el resultado de las decisiones de consumo de los hogares.³ Para obtener la huella total de emisiones del consumo de los hogares, estas emisiones indirectas deben sumarse a las emisiones directas.

- **Las Distribución de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Tiempo Real** son computables gracias a la novedosa Big Data de Consumo total desarrollada en Buda et al (2022), la cual se actualiza en tiempo real y proporciona una distribución completa del consumo y sus categorías (COICOP) por niveles de consumo. Al multiplicar estos datos por los coeficientes de GEI por COICOP, podemos estimar las emisiones distribuidas de acuerdo con diferentes características demográficas, como la edad, el género, entre otros.⁴

2.1 Medición de la huella de carbono de CO2 del consumo de los hogares: Agregados y categorías

Los siguientes gráficos ilustran varias capacidades diferenciales de nuestra metodología, incluyendo el buen ajuste de las emisiones directas entre BBVA y los datos oficiales, la capacidad de estimar las emisiones para 2022 incorporando las emisiones indirectas (que representan el 70% del total) y la consistencia cruzada en las categorías de consumo oficiales y las propias.

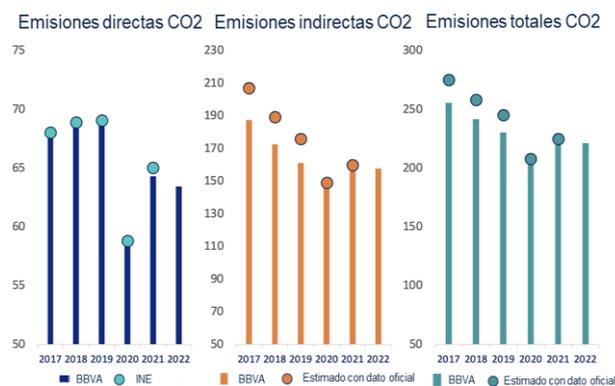
El Gráfico 1 muestra la comparación de las Emisiones Directas anuales de CO2, las emisiones indirectas y las emisiones totales estimadas utilizando nuestra metodología, junto con las estimaciones basadas en datos de fuentes oficiales, en el análisis Input-Output y las categorías de consumo COICOP. Todas las emisiones se estiman utilizando coeficientes dinámicos de intensidad de emisiones para el período 2017-2020, con coeficientes constantes (deflactados) desde 2020 en adelante. En nuestro caso, también proporcionamos estimaciones para 2022, ya que los datos oficiales para 2022 aún no están disponibles.⁵

3: Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) pueden entenderse como un insumo económico dentro del marco de origen y destino, fuentes y usos. La suma de las emisiones generadas directamente por los hogares, las producidas por empresas residentes en un país y las incorporadas en las importaciones de bienes y servicios, son los recursos (el origen) para satisfacer las diferentes demandas (destinos), incluyendo el consumo público y privado, la inversión y las exportaciones. La huella de carbono extendida de los hogares debería incluir no sólo las emisiones directas, sino también aquellas emisiones incorporadas en los diferentes bienes y servicios, producidos en el país o importados, que los hogares disfrutaron como consumidores. El análisis de Insumo-Producto proporciona la cantidad de emisiones necesarias para satisfacer la demanda, por ejemplo, del Consumo de los Hogares.

4: Trendl et al (2023) encuentran para el caso del Reino Unido que las transacciones financieras ofrecen una alternativa creíble a las fuentes basadas en encuestas y, si se vuelven más ampliamente accesibles, podrían proporcionar ventajas importantes para perfilar las emisiones. Estas ventajas incluyen datos objetivos a nivel micro sobre comportamientos de consumo, tamaños de muestra más grandes y captura de datos longitudinales y frecuentes.

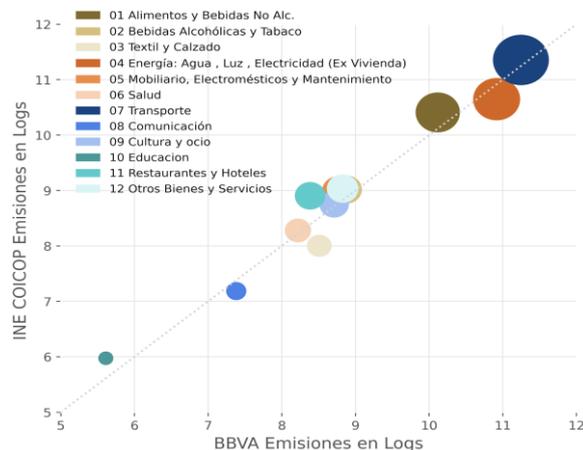
5: De las emisiones directas de los hogares, las emisiones indirectas del consumo de los hogares no son calculadas por el INE.

Gráfico 1. **ESPAÑA: EMISIONES CO2, 2017-2022.**
(EMISIONES EN MILLONES DE TONELADAS)



Fuente: BBVA Research basado en Buda et al. (2022), BBVA Research e INE.

Gráfico 2. **EMISIONES POR CATEGORÍA 2020**
(BBVA VS INE)
(MILLONES DE TONELADAS EN LOGS)



Fuente: BBVA Research basado en Buda et al. (2022), BBVA Research e INE.

- **La evolución de nuestras emisiones directas de CO2 y las de los datos oficiales es similar, lo cual era de esperar para los primeros cuatro años**, ya que utilizamos los datos de emisiones oficiales y los distribuimos para obtener los índices de intensidad de emisión directa, que luego se multiplican por el consumo. Sin embargo, nuestras estimaciones para el año siguiente, 2021, también muestran una gran similitud, y además proporcionamos una estimación para 2022 (aún no disponible oficialmente). Nuestras estimaciones revelan un repunte de las emisiones de CO2 después de la COVID en 2021 (coherente con la información oficial), seguido de una moderación en 2022.⁶
- **Más importante aún, nuestras estimaciones incluyen las emisiones indirectas de CO2, que representan cerca del 70% de las emisiones totales del consumo de los hogares.** Estas estimaciones son bastante precisas, especialmente durante los años 2020 y 2021, con una coincidencia muy elevada (con diferencias del 0,5% y 0,4%, respectivamente). Para los años 2017 a 2019, la brecha es mayor (aproximadamente del 8%). La precisión de nuestras estimaciones depende totalmente de la consistencia entre las categorías y la estructura de consumo del INE y de la base de datos de Big Data.⁷ El gráfico 2 ilustra de manera clara la estrecha correlación entre los niveles de emisiones por categorías de consumo entre nuestras estimaciones y las oficiales. La relación es casi lineal, con pequeñas diferencias en las categorías COICOP que tienden a compensarse. Por ejemplo, una ligera sobrevaloración en los consumos de energía del hogar se compensa con una ligera infraestimación en la categoría de alimentos. Además, categorías importantes de emisiones, como el transporte, muestran una estrecha alineación entre las bases de datos alternativas.

6: La estimación para 2022 podría estar sesgada debido a que los coeficientes de emisión técnica pueden haber cambiado como resultado de la guerra entre Ucrania y Rusia, especialmente en el consumo energético de las familias.

7: Extendemos el análisis de robustez en el apéndice 2.

3. Desigualdad de las Emisiones Españolas: Las Emisiones de los Hogares en Alta Definición

Desde el trabajo seminal de Piketty et al. (2018), la literatura sobre la "Desigualdad" se ha expandido rápidamente, abarcando no solo aspectos como la renta, sino también otros temas, como el cambio climático y la huella de emisiones de GEI. Gran parte de la literatura sobre la desigualdad de GEI, incluyendo el trabajo de Chancel y Piketty (2012), ha abordado el tema de la desigualdad en la Huella de Carbono a través del análisis de las cuentas de distribución del ingreso. Sin embargo, la razón principal de este enfoque indirecto, que aplica elasticidades de ingreso energético en lugar de calcular directamente a partir del consumo, radica en la falta de cuentas de distribución del consumo y en que la mayoría de las cuentas desarrolladas en diferentes países se centran en la desigualdad del ingreso o renta (véase el WID y el reciente Proyecto GRID).

No obstante, como muchos de estos autores han señalado, esta estrategia presenta algunos problemas. En primer lugar, las emisiones de GEI no son generadas por los ingresos, sino más bien por la producción o el consumo (directa o indirectamente). En segundo lugar, persiste cierta incertidumbre acerca de las estimaciones de estas elasticidades. La heterogeneidad entre países, actividades o diferentes grupos de ingresos podría llevar a errores importantes en la estimación si existe incertidumbre sobre la precisión de las estimaciones de las elasticidades.⁸

3.1 La distribución de las emisiones de CO2 de las familias españolas

Gracias a la creación de las Cuentas Distributivas del Consumo para los hogares españoles (Buda et al., 2022), podemos estimar directamente la desigualdad de emisiones al combinarlas con las intensidades de GEI basadas en el consumo, calculadas a través de las tablas Input-Output. Los gráficos 3 y 4, así como la Tabla 1, ilustran la distribución de las emisiones de CO2 por percentil de consumo, tanto en términos de toneladas de CO2 como en porcentaje del total de emisiones de CO2. Además, se calculan y presentan medidas tradicionales de desigualdad en los resultados.

- **El análisis de las emisiones de CO2 por categorías y percentiles en 2021 revela una distribución desigual.** El grado de desigualdad aumenta significativamente a partir del percentil 80, siendo el 10% de los mayores contaminantes responsables de casi el 24% de las emisiones de CO2 (como se muestra en la Tabla 1), mientras que el 50% inferior representa el 29% de las emisiones.
- **La desigualdad en la huella de carbono española es coherente con los hallazgos de la literatura⁹ y refleja un fenómeno global.** El reciente Informe sobre Desigualdad Climática¹⁰ revela que el 10% superior de los emisores globales de carbono genera casi la mitad (47%) de todas las emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual se alinea con los hallazgos del informe de Oxfam publicado en 2020. Además, Chancel (2022) demuestra que el 10% superior de los contaminantes es responsable de aproximadamente el 30% y el 33% de las emisiones en Europa y América del Norte, respectivamente.

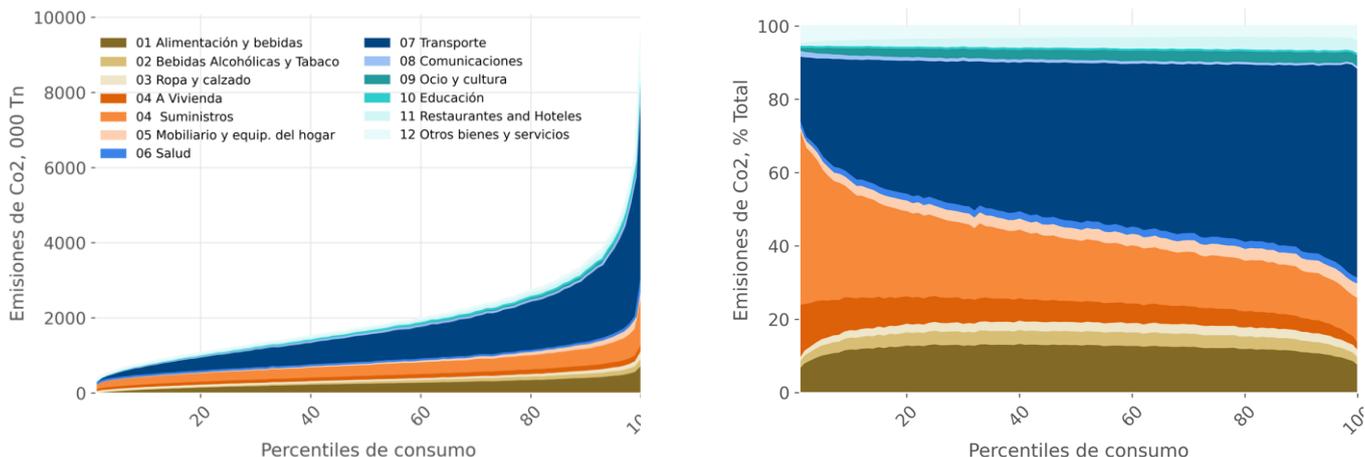
8: El trabajo pionero de Chancel y Piketty (2015) reconoce este problema y utiliza un rango de valores para las elasticidades, que va desde 0.6 hasta 1.5, para tener en cuenta las diferentes formas de la relación entre CO2e e ingresos. Por su parte, Chakravarty et al. (2009) estiman que, para 17 países y períodos de tiempo, las elasticidades varían de 0.4 a 1 para la energía y de 0.6 a 1 para el CO2e, con la mayoría de los resultados en el rango de 0.8 a 1. Sin embargo, como señalan Lenzen et al. (2006), no existe un valor de elasticidad que se ajuste a todos, ya que varía de un país a otro y a lo largo del tiempo.

9: Un resultado general de la literatura es que las emisiones de CO2 de los hogares son altamente desiguales. Este resultado es compartido tanto por trabajos que utilizan una relación funcional entre el ingreso y las emisiones agregadas de consumo a nivel nacional (Chancel & Piketty, 2015; Otto et al., 2019; Wiedenhofer et al., 2016), como por modelos de Input-Output similares que se basan en encuestas a consumidores en lugar de Big Data de consumo (Ivanova y Wood, 2020).

10: Véase [Climate Inequality Report](#) (2023) y [Oxfam \(2020\) 'Confronting Carbon Inequality'](#) (Chancel 2023).

Gráfico 3. **EMISIONES CO2: NIVELES & CUOTA (%)**

EMISIONES CO2 POR CATEGORÍA COICOP (EN %) Y PERCENTILES DE CONSUMO. 2021



Fuente: BBVA Research basado en Buda et al. (2022), BBVA Research e INE.

- **La desigualdad en las emisiones de CO2 de los hogares españoles está en línea con la del consumo, pero se encuentra muy por debajo de la de la renta o el ingreso.**¹¹ El coeficiente de Gini para las emisiones de CO2 de los hogares es de 0,32, lo que indica una distribución menos desigual en comparación con los ingresos (coeficiente de Gini de 0,42) pero ligeramente mayor que el consumo privado de los hogares (coeficiente de Gini de 0,30). Sin embargo, a pesar de esto, existe un nivel significativo de desigualdad en las emisiones de CO2. El 10% superior de los contaminantes de CO2 es responsable de aproximadamente el 25%¹² de las emisiones de CO2, mientras que el 50% inferior representa menos de un tercio de las emisiones. Además, la huella de CO2 de los hogares en el 10% superior de la distribución de emisiones es más de siete veces la de los hogares en el decil inferior, lo que subraya la importante disparidad en las emisiones entre diferentes grupos de consumo.
- **La principal fuente de desigualdad en las emisiones de CO2 de los hogares en España reside en las emisiones del transporte.** Estas emisiones, representadas en azul oscuro en el gráfico, están muy concentradas en la parte superior de la distribución y exhiben un aumento pronunciado a medida que avanzamos hacia percentiles más altos de consumo. El 10% superior de los emisores es responsable de casi el 30% de las emisiones totales de CO2 en el transporte, y la relación p90/10, que mide la relación entre las emisiones del 90% superior y el 10% inferior, alcanza el 16,6, lo que indica una disparidad significativa. En resumen, como se muestra en el gráfico 4, las emisiones de CO2 relacionadas con el transporte constituyen una parte sustancial de las emisiones totales de los hogares (casi el 40%) y exhiben un alto nivel de desigualdad, con un coeficiente de Gini de 0,39. Estudios previos han documentado bien la contribución de las personas con un estatus socioeconómico más alto a esta desigualdad, con una parte significativa de estas diferencias siendo asociadas a los diferentes modos de transporte. Por ejemplo, mientras que el 10% superior de los consumidores es responsable de casi el 30% de las emisiones del transporte, esta proporción puede

11: Nótese, que en este análisis sólo se tiene en cuenta el consumo privado y no el consumo de bienes públicos, donde la relevancia de la Educación y Salud puede ser elevada.

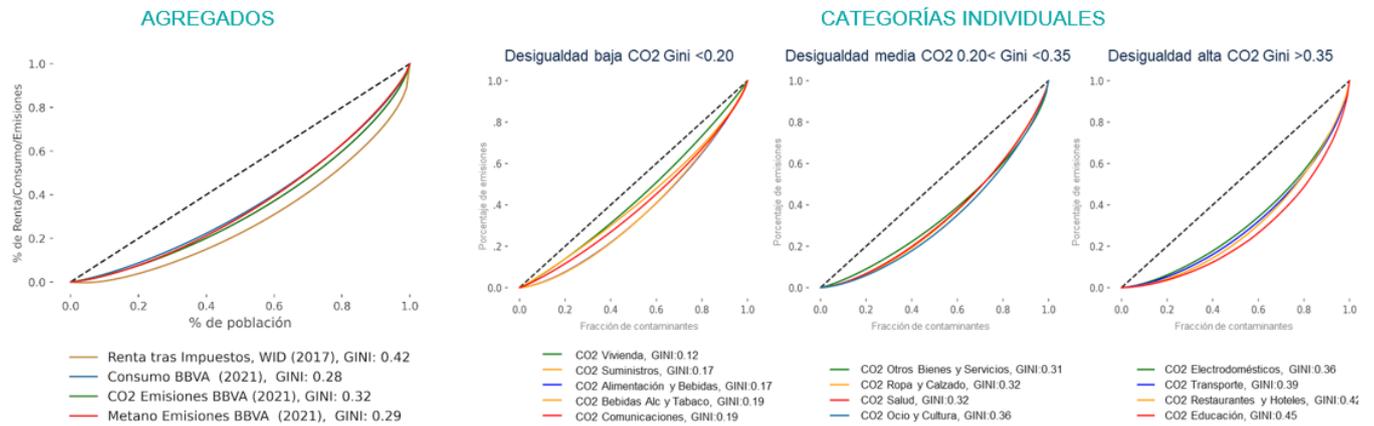
12: Este resultado está en línea con los obtenidos Ummel (2014) US and GHG emissions: Who Pollutes? A Household-Level Database of America's Greenhouse Gas Footprint.

aumentar notablemente en ciertos medios de transporte, como los viajes en avión, agravando aún más la desigualdad en las emisiones de CO₂ del transporte.¹³

- **La distribución de las emisiones de CO₂ provenientes de la vivienda y consumos energéticos del hogar es relativamente equilibrada.** Estas emisiones relacionadas con la vivienda que representan casi el 25% de las emisiones totales de CO₂ de los hogares son menos desiguales (Gini de 0,13 en vivienda y Gini de 0.17 en el caso de las generadas por agua, gas y electricidad. Estas emisiones se distribuyen con mayor uniformidad entre los percentiles de consumo, con el 50% inferior de los emisores responsables de casi el 40% de las emisiones totales, y la relación p90/p10 entre dos y tres, lo que indica un nivel relativamente moderado de desigualdad en esta categoría.
- **Este patrón divergente entre las emisiones de CO₂ relacionadas con el transporte y la vivienda puede tener implicaciones significativas para el diseño de políticas orientadas a la transición hacia una economía más sostenible.** La reducción de las emisiones del transporte probablemente implique mayores costos para los percentiles superiores de consumo y contaminación, ya que las emisiones en esta categoría están concentradas en la parte superior de la distribución. Por otro lado, la reducción de las emisiones de viviendas y energía del hogar afectará con mayor intensidad a los percentiles inferiores de consumo, lo que podría resultar en un coste relativo más alto para los segmentos más pobres de la población. **Esta disparidad en la distribución de costos subraya la importancia de considerar la equidad y las implicaciones sociales en las medidas políticas destinadas a abordar las emisiones y promover la sostenibilidad.**
- **La desigualdad de las emisiones indirectas es ligeramente inferior a la de las emisiones directas aunque existe mucha heterogeneidad.** Mientras que algunas categorías de emisiones, como Alimentos y Bebidas (Gini: 0.27), Alcohol y Tabaco (Gini: 0.27) y Comunicaciones (Gini: 0.21), exhiben patrones de distribución relativamente igualitarios. En contraste, las emisiones asociadas con bienes duraderos como el mobiliario (es decir, bienes de consumo duradero) y el mantenimiento (Gini: 0.36) y otros bienes y servicios, como seguros y servicios financieros (Gini: 0.30), tienden a distribuirse de manera más desigual. Además, hay sectores caracterizados por niveles más altos de desigualdad en las emisiones, particularmente en servicios de lujo como recreación y cultura (Gini: 0.35) y Restaurantes y Hoteles (Gini: 0.41). Estos resultados destacan los diversos grados de desigualdad en diferentes categorías de emisiones, lo que sugiere la necesidad de políticas e intervenciones específicas que tengan en cuenta las características específicas de cada sector para abordar de manera efectiva las disparidades en las emisiones.

13: Existe una gran divergencia en términos de intensidad energética y emisiones, así como en su desigualdad, tanto entre distintos medios de transporte como incluso entre diferentes modos de cada medio. De acuerdo con los coeficientes de intensidad, el transporte aéreo sigue siendo el más contaminante con diferencia, seguido por el automóvil, el tren y los ferries. Además, es importante hacer una distinción entre los tipos de automóviles e incluso la clase de los viajes aéreos. Abordaremos este tema en nuestro próximo documento de trabajo (Barrutiabengoa et al., 2023).

Gráfico 4. **EMISIONES CO2, 2021: CURVA DE LORENZ Y COEFICIENTES DE GINI (%)**



Fuente: BBVA Research basado en Buda et al. (2022), BBVA Research e INE.

Tabla 1. **EMISIONES CO2, 2021: RATIOS DE DESIGUALDAD**

	CO2	Metano	Co2_Directas	Co2_Indirectas	Coicop 1	Coicop 2	Coicop 3	Coicop 4	Coicop 5	Coicop 6	Coicop 7	Coicop 8	Coicop 9	Coicop 10	Coicop 11	Coicop 12	Coicop 13
Emisiones (000Tn)	215401	32430	66311	149089	23243	6761	4955	10104	33043	6577	3896	94744	1547	6471	323	6199	7176
Media por Hogar (kg)	114.9	17.29	35	79	12.4	3.6	2.6	5.4	17.6	3.5	2.1	50.5	0.8	3.5	0.2	3.3	3.8
Media por Persona(kg)	45.5	6.9	14	31	4.9	1.4	1.0	2.1	7.0	1.4	0.8	20.0	0.3	1.4	0.1	1.3	1.5
% Total Emisiones del Gas	100.0%	100.0%	30.8%	69.2%	10.8%	3.1%	2.3%	4.7%	15.3%	3.1%	1.8%	44.0%	0.7%	3.0%	0.1%	2.9%	3.3%
Coefficiente de Gini	0.32	0.29	0.34	0.31	0.27	0.27	0.32	0.13	0.17	0.36	0.31	0.39	0.21	0.35	0.47	0.41	0.30
Top 1%	4.8%	3.8%	5.3%	4.6%	3.0%	2.8%	4.0%	1.7%	3.6%	5.8%	4.1%	5.8%	3.5%	5.1%	7.6%	5.2%	5.9%
Top 5%	15.4%	12.9%	16.9%	14.8%	11.3%	10.9%	13.6%	7.5%	11.2%	17.6%	13.8%	18.5%	11.6%	15.5%	22.4%	17.0%	16.4%
Top 10%	25.0%	22.0%	26.9%	24.2%	20.0%	19.5%	23.0%	14.2%	18.7%	27.8%	23.3%	29.2%	19.6%	25.3%	34.2%	28.2%	25.5%
Mid 40%	46.9%	48.3%	46.4%	47.1%	49.3%	49.8%	49.4%	45.1%	42.6%	46.9%	48.5%	47.5%	44.8%	48.9%	47.2%	50.4%	44.4%
Bottom 50%	28.0%	29.7%	26.6%	28.7%	30.8%	30.7%	27.6%	40.6%	38.7%	25.3%	28.2%	23.3%	35.7%	25.7%	18.6%	21.5%	30.1%
p90/p10	8.53	7.78	9.68	8.06	7.62	7.73	10.56	2.24	2.87	13.12	9.92	16.56	3.80	12.68	30.73	21.60	6.74
p90/p50	0.89	0.74	1.01	0.84	0.65	0.64	0.83	0.35	0.48	1.10	0.83	1.25	0.55	0.99	1.84	1.31	0.85
p10/50	0.10	0.09	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.16	0.17	0.08	0.08	0.08	0.14	0.08	0.06	0.06	0.13
p75/25	5.22	5.35	5.32	5.18	5.50	5.64	6.00	3.75	3.55	5.85	5.69	6.47	4.05	6.22	7.80	7.67	4.54

Fuente: BBVA Research basado en Buda et al. (2022), BBVA Research e INE.

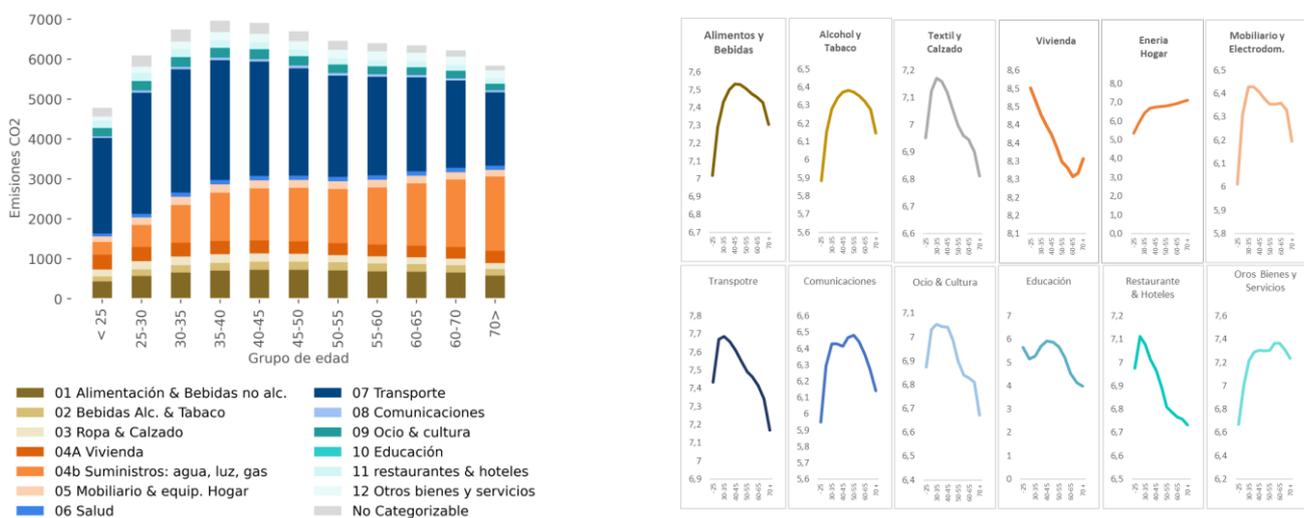
3.2 La distribución de la huella de carbono a lo largo del ciclo vital

La distribución de las emisiones de CO2 nos brinda una oportunidad única para examinar simultáneamente dos tendencias cruciales: el cambio climático y el envejecimiento de la población.

Aunque la literatura existente sobre la relación entre la estructura de edad y las emisiones a menudo muestra un patrón agregado en forma de "U" invertida para las emisiones en diferentes cohortes de edad (Wilson et al., 2013; Lenglar et al., 2010; Zagueni, 2011), estas interacciones son complejas y están sujetas a la influencia de varios factores, como estilos de vida y patrones de consumo. En este sentido, nuestros resultados pueden arrojar luz sobre la evolución de la huella de carbono en los diferentes grupos de edad de los hogares españoles y ofrecer información más profunda sobre los patrones de emisión individuales dentro de varias categorías de consumo. Los principales resultados de nuestro análisis se resumen en el gráfico 5.

- **La distribución de las emisiones de CO2 entre los diferentes grupos de edad y categorías de consumo sigue un patrón en forma "U" invertida similar al del consumo de los hogares españoles.¹⁴ En promedio, los adultos en el grupo de edad de 35 a 40 años emiten 6,855 toneladas de CO2, un 10% más que las emisiones promedio de los adultos en España. Sin embargo, las emisiones disminuyen rápidamente en casi un 27% entre las personas en el grupo de edad de 70 años o mayores. Además, los individuos más jóvenes (menores de 25 años) emiten un 10% y un 18% menos de emisiones de CO2 que el promedio y el grupo más contaminante (35-40), respectivamente. En resumen, observamos un aumento del 22% en las emisiones de CO2 a lo largo del ciclo de vida desde la edad adulta joven hasta la mediana edad, seguido de una disminución similar en el consumo en la vejez.¹⁵**

Gráfico 5. **EMISIONES MEDIAS POR CATEGORÍA Y GRUPO DE EDAD: NIVELES AGRUPADOS DE EMISIONES Y CATEGORÍA INDIVIDUAL (EMISIONES DE CO2 EN 2017 EN KG EN EL PRIMER GRÁFICO. EMISIONES INDIVIDUALES DE CO2 POR CATEGORÍAS DE CONSUMO INDIVIDUAL EN LOGS EN EL SEGUNDO)**



Fuente: BBVA Research basado en Buda et al. (2022), BBVA Research e INE.

14: Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Buda et al (2021) para España, Aguiar and Hurst (2013) y Fernandez-Villaverde y Krueger (2007) para EEUU, que muestran que el consumo crece entre los grupos de edad de 20-30 años, obtiene un máximo posteriormente (40-45) y desciende posteriormente suavemente.

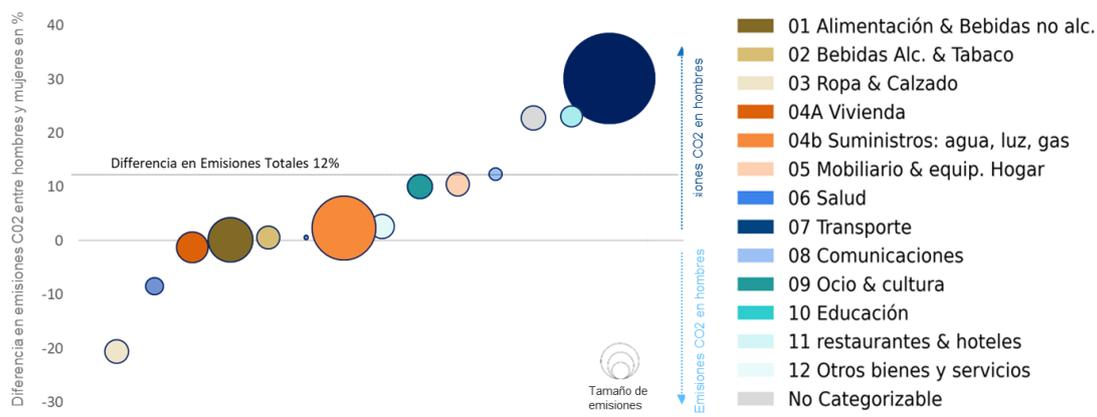
15: La forma de emisiones en forma de "U" invertida a través del ciclo vital es consistente con los resultados obtenidos por Zagheni, E. The Leverage of Demographic Dynamics on Carbon Dioxide Emissions: Does Age Structure Matter?. Demography 48, 371–399 (2011).

- **Las emisiones de CO2 siguen un patrón en forma de "U" invertida que generalmente es consistente entre las distintas categorías, aunque hay variaciones en los ajustes a lo largo del ciclo de vida.**
 - **El patrón es más suave en el caso de bienes de primera necesidad y servicios básicos**, como alimentos y bebidas, alcohol y tabaco, salud y otros bienes y servicios (incluyendo servicios financieros y seguros).
 - **La corrección en las emisiones a lo largo del ciclo de vida es más pronunciada en el caso de bienes de lujo**, como el transporte, donde se observa un ajuste significativo del 50% desde el pico de uso a los 30-35 años hasta el grupo de edad de 70 años o más. De manera similar, los servicios de lujo, como comunicaciones, recreación, cultura, educación, restaurantes y hoteles, también muestran un ajuste notable a lo largo del ciclo de vida.
 - **Las emisiones relacionadas con la vivienda y el consumo de energía presentan un patrón diferente.** Las emisiones de vivienda muestran una tendencia a la baja continua a lo largo del ciclo de vida, excepto en la etapa final.¹⁶ En contraste, las emisiones de CO2 de los servicios públicos de energía exhiben una tendencia al alza a lo largo del ciclo de vida.¹⁷

3.3 Abordando la Disparidad de Género en la Huella de Carbono.

Conocer la distribución de las emisiones de CO2 es útil para analizar la desigualdad de género en relación con las emisiones de CO2. Como se ilustra en el gráfico 6, **las emisiones de CO2 son aproximadamente un 12% más altas para los hombres que para las mujeres.** Esta disparidad puede atribuirse a una variedad de factores, como la desigualdad de ingresos y las diferentes elecciones de estilo de vida. **En particular, la desigualdad de género en las emisiones está predominantemente vinculada al mayor consumo de bienes y servicios más contaminantes por parte de los hombres.**

Gráfico 6. **EMISIONES DE CO2. DESIGUALDAD DE GÉNERO EN 2017: HOMBRES VS MUJERES EN (%)**
EL TAMAÑO DE LA BURBUJA REPRESENTA EL PESO DE LA CATEGORÍA COICOP EN LAS EMISIONES TOTALES DE CO2



Fuente: BBVA Research basado en Buda et al. (2022), BBVA Research e INE.

16: Un resultado similar puede ser encontrado en la encuesta de presupuestos familiares (INE).

17: Zagheni (2011) encuentra un patrón similar para las emisiones generadas por el consumo de energía en EE. UU.

Entre los factores relevantes que contribuyen a la desigualdad en las emisiones de CO₂ un factor clave es la disparidad en los patrones de consumo en categorías como bienes de lujo y transporte, que están asociadas con una alta intensidad de emisiones de CO₂.¹⁸ Así, el sector del transporte que por sí solo representa casi el 40,5% de las emisiones totales de CO₂, muestra niveles de emisiones aproximadamente un 30% más altos en los hombres que en las mujeres. Además, existe una diferencia considerable en las emisiones de CO₂ entre hombres y mujeres en el consumo de servicios relacionados con restaurantes y hoteles, con las emisiones masculinas superando las emisiones femeninas en un 20,5% (si bien el peso de estas emisiones en el total es mucho menor, sólo el 2,5%).

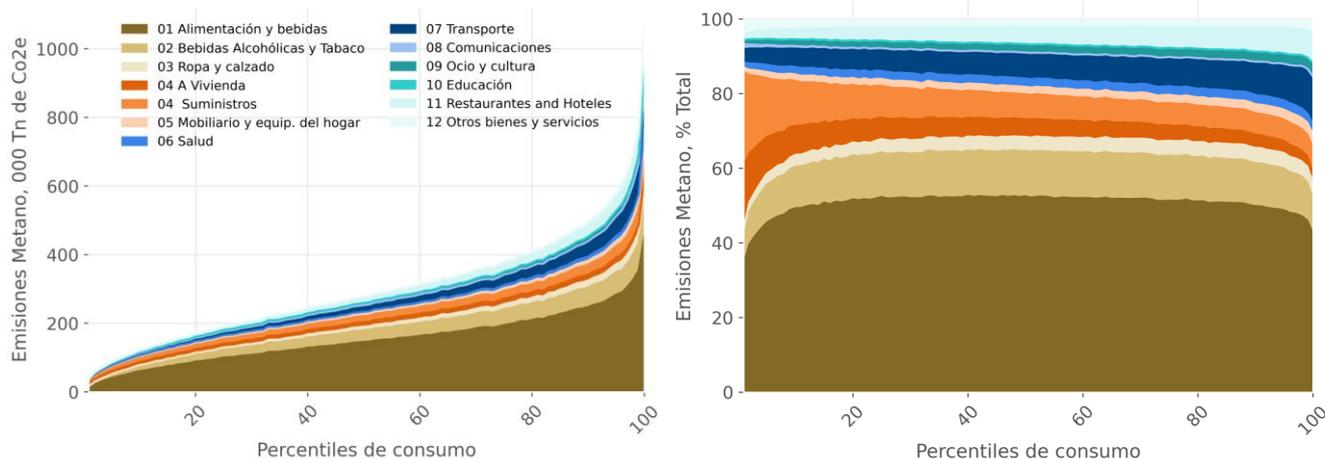
Por otro lado, en el caso de las emisiones de CO₂ generadas en el consumo de bienes de primera necesidad como las derivadas del consumo energético, alimentos y bebidas y vivienda, no se observan diferencias significativas de género. Curiosamente, hay algunos sectores donde las emisiones femeninas son mayores que las emisiones masculinas, específicamente en las asociadas al consumo de salud y textil y calzado.

3.4 ¿Son todas las emisiones de GEI iguales?: El caso del Metano

Mientras que las emisiones de CO₂ constituyen la mayor parte de emisiones de gases de efecto invernadero con un 79,2%, es importante tener en cuenta que también hay otros gases que son relevantes para el desafío del cambio climático. El metano (CH₄) es un potente gas de efecto invernadero con efectos de calentamiento global, principalmente asociados con la producción agrícola y ciertas prácticas de producción de energía. Con la ayuda de la información en las Cuentas Ambientales Nacionales, también podemos estimar las emisiones de metano basadas en el consumo utilizando nuestra Big Data de consumo de alta granularidad. Un análisis inicial del nivel y la distribución de las emisiones de metano por categorías de consumo revela similitudes y diferencias significativas con las emisiones de CO₂, como se observa en el gráfico 7.

Gráfico 7. EMISIONES DE METANO: NIVELES & CUOTA (%)

EMISIONES DE CH₄ POR CATEGORÍA COICOP (EN %) Y PERCENTILES DE CONSUMO. 2021



Fuente: BBVA Research basado en Buda et al. (2022), BBVA Research e INE.

18: Resultados similares para otros países Europeos se pueden observar en Rätty, A. Carlsson-Kanyama (2010) Energy consumption by gender in some European countries. Energy Policy, Volume 38, Issue 1, 2010.

- Si bien existe una relación positiva entre el nivel de emisiones de metano (CH₄) y el consumo, la desigualdad de las emisiones de metano es ligeramente menor que la de las emisiones de CO₂ (coeficiente de Gini de 0,28 para el metano y 0,30 para el CO₂). Además, el 10% de los contaminantes más altos fue responsable del 21,5% de las emisiones totales de CH₄.
- La distribución relativamente más igualitaria de las emisiones de metano se puede atribuir, en parte, a la mayor relevancia de las categorías de consumo de bienes de primera necesidad. Por ejemplo, las emisiones generadas por el consumo de alimentos y bebidas representan casi el 40% de las emisiones de metano en la mayoría de los percentiles. Además, otras categorías de consumo asociadas con productos agrícolas, como alcohol y tabaco, textil y calzado, contribuyen con otro 20%. Por el contrario, las categorías de transporte y vivienda tienen una importancia relativamente menor en términos de emisiones de metano.
- Las políticas para reducir las emisiones de metano se enfrentan por tanto a una distribución más equilibrada entre la mayoría de las categorías de emisiones.

4. Las Emisiones de GEI del consumo de los hogares españoles en tiempo real

En las secciones anteriores, hemos mostrado cómo nuestra metodología permite un análisis distributivo detallado de la Huella de Carbono, proporcionando información valiosa. **Además, nuestro enfoque también se puede utilizar para el monitoreo en tiempo real de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los hogares, incluyendo tanto las emisiones directas como indirectas de CO₂, así como otros gases como el metano.** Los indicadores en tiempo real han demostrado ser una herramienta poderosa y útil para la evaluación oportuna de los impactos de diversas políticas y shocks, particularmente durante eventos recientes como la pandemia de Covid-19. La aplicación de estos indicadores a las emisiones de GEI puede proporcionar información relevante para la formulación de políticas y el seguimiento de la efectividad de las medidas de mitigación.

Gráfico 8. **ESPAÑA: EMISIONES DE CO₂ Y METANO (INDICE 100=1/1/2020)**

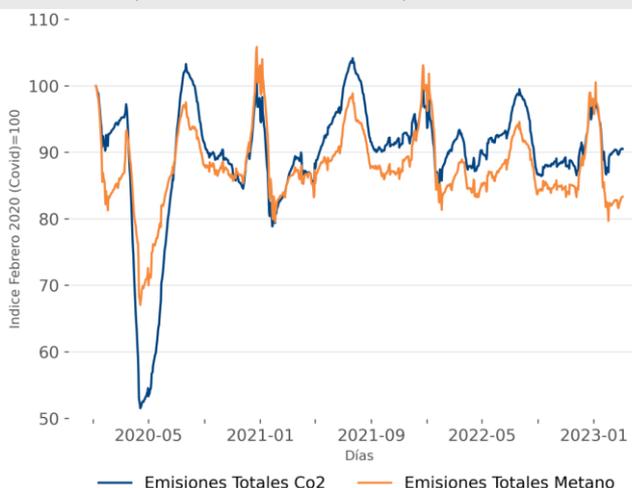
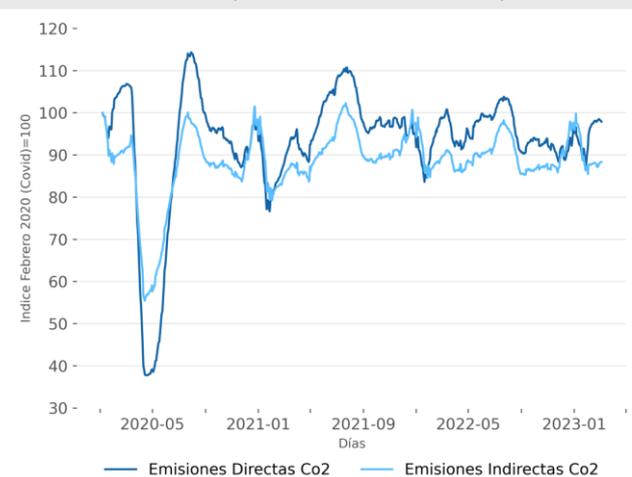


Gráfico 9. **ESPAÑA: EMISIONES CO₂: DIRECTAS VS INDIRECTAS (INDICE 100=1/1/2020)**



Fuente: BBVA Research.

Fuente: BBVA Research.

El gráfico 8 muestra la evolución en tiempo real (diaria) de las emisiones de CO₂ y metano en España y revela aspectos interesantes. En primer lugar, destaca el impacto diferencial de los confinamientos por Covid-19. Las emisiones de CO₂, que están fuertemente influenciadas por el sector del transporte, experimentaron un fuerte descenso durante el confinamiento inicial pero se recuperaron rápidamente a medida que se aliviaron las restricciones de movilidad a mediados de 2020. Por otro lado, las emisiones de metano, que están vinculadas al consumo de alimentos, mostraron una mayor resistencia durante la crisis y mostraron un desempeño más estable en los últimos años. A medida que la recuperación se aceleró, la brecha entre las emisiones de CO₂ y metano se amplió, particularmente desde 2023, observándose un aumento de las emisiones del sector del transporte.

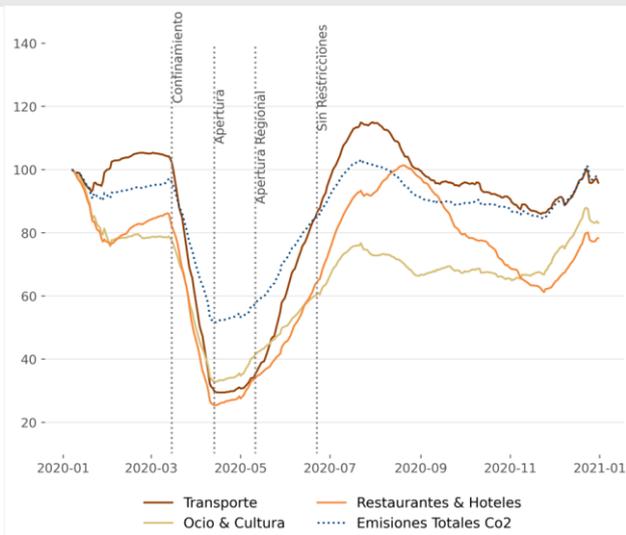
El gráfico 9 muestra el comportamiento divergente de las emisiones directas e indirectas de CO₂ a lo largo del tiempo. Las emisiones directas, que provienen principalmente del sector del transporte (así como de los servicios públicos), disminuyeron de manera más significativa durante el confinamiento por Covid-19 y se recuperaron rápidamente durante el verano de 2020. Por el contrario, las emisiones indirectas, donde el sector alimentario tiene mayor relevancia, mostraron un patrón de evolución más similar al de las emisiones de metano.

4.1 ¿Cómo se comportaron las emisiones de CO₂ por sectores durante la pandemia de Covid-19?

Los datos de alta frecuencia también pueden desglosarse por categoría COICOP (ver gráfico 10 y 11). La desagregación sectorial nos permite entender cómo los shocks se propagan entre diferentes categorías de consumo. De hecho, la crisis de Covid-19, y particularmente los confinamientos implementados para combatirla, revelaron una heterogeneidad significativa en el comportamiento de diferentes categorías de consumo en términos de emisiones de CO₂. Algunos sectores se vieron muy afectados, mientras que otros se beneficiaron. Los sectores relacionados con la movilidad y restauración y ocio, directamente afectados por los confinamientos, experimentaron una fuerte disminución en las emisiones de CO₂. Por el contrario, las emisiones asociadas a actividades como el consumo de alimentos o consumos de energía, aumentaron sus emisiones durante el mismo período, al aumentar el tiempo que teníamos que pasar en casa.

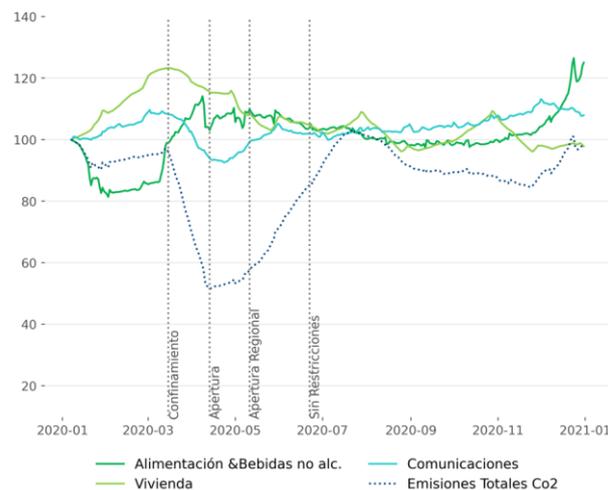
La recuperación de la pandemia de Covid-19 también ha sido desequilibrada. Sectores como el transporte, la recreación y el ocio, y los restaurantes, que tienen una alta huella de CO₂ incorporada, fueron algunos de los más afectados por la pandemia. Si bien la disminución inicial y pronunciada de las emisiones fue similar entre estos sectores, sus patrones de recuperación divergieron tras del confinamiento (Gráfico 10). Las emisiones de transporte se recuperaron rápidamente a medida que las restricciones de movilidad se relajaron por regiones a partir de mayo de 2020. Sin embargo, las emisiones de CO₂ asociadas con los restaurantes y, especialmente, recreación y cultura experimentaron un impacto más persistente, sin volver a los niveles previos a la pandemia durante 2020.

Gráfico 10. **ESPAÑA EMISIONES DE CO2: SECTORES MÁS AFECTADOS POR COVID-19 EN 2020 (INDICE 100=1/1/2020)**



Fuente: BBVA Research.

Gráfico 11. **ESPAÑA EMISIONES DE CO2: SECTORES MENOS AFECTADOS POR COVID-19 EN 2020 (INDICE 100=1/1/2020)**



Fuente: BBVA Research.

Por otro lado (Gráfico 11), **las emisiones de CO2 relacionadas con el consumo de energía y los gastos de comunicación (principalmente relacionados con pagos de internet y móviles), junto con alimentos y bebidas no alcohólicas, incluso se vieron impactados positivamente por la pandemia.** Con las personas pasando más tiempo en casa, hubo un aumento en el consumo de energía y alimentos en el hogar, lo que llevó a un cambio significativo en su huella de CO2 acorde con sus patrones de consumo. Sin embargo, no se observa una trayectoria común clara entre estos sectores. **El sector con el mayor aumento en las emisiones de CO2 durante la pandemia fue alimentos y bebidas no alcohólicas, al sustituir los consumidores los restaurantes con comidas caseras.** En el caso del consumo de energía, hubo un efecto positivo inicial, pero comenzó a corregirse con el alivio de las restricciones de movilidad en mayo de 2020. El sector de las comunicaciones no experimentó un impacto positivo al comienzo de la pandemia, pero sus emisiones aumentaron a lo largo de 2020.

5. Conclusiones

En esta nota, hemos presentado un enfoque novedoso para el análisis de las emisiones de GEI de los hogares españoles. Nuestra metodología combina métodos estándar Input-Output para calcular las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero (GEI) con información de alta granularidad extraída de una nueva Big Data de consumo elaborada a partir de transacciones financieras. Este enfoque ofrece varias ventajas, como la no-necesidad de recurrir a elasticidades consumo-renta para el análisis de la desigualdad y la capacidad de calcular las emisiones directamente a partir de las transacciones, eliminando la dependencia de encuestas.

Los resultados revelan un nivel significativo de desigualdad en las emisiones de GEI, siendo el 10% de los individuos con mayor nivel de consumo responsable de casi el 30% de las emisiones totales del consumo. Este patrón de desigualdad está en línea con la desigualdad del gasto en consumo, aunque es comparativamente menor que la desigualdad de ingresos. El sector del transporte emerge como la principal fuente de esta

desigualdad, con las emisiones del transporte dominando los percentiles superiores de la distribución. Por otro lado, en las emisiones asociadas al consumo de energía del hogar dominan los percentiles más bajos de las distribuciones, compensando el patrón del transporte.

El análisis revela que las emisiones de CO₂ muestran un patrón en forma de “U” invertida a lo largo del ciclo vital en la mayoría de las categorías de consumo, aunque no en todas. Es notable que las emisiones asociadas al consumo de energía del hogar tienden a aumentar con la edad. Además, existe desigualdad de género en las emisiones de los individuos españoles. Los hombres generan un 12% más de emisiones, lo que se explica sobre todo por un consumo más intensivo de transporte.

Estos resultados resaltan la importancia de considerar la heterogeneidad en consumo o edad al formular políticas relacionadas con el transporte o los servicios públicos de energía, ya que los impactos de dichas políticas pueden variar considerablemente según estos factores. Una comprensión más profunda de las características distributivas de las emisiones de GEI puede contribuir al diseño de políticas de transición inteligentes que traten de una manera más efectiva la heterogeneidad en las emisiones y en el consumo.

Por último, y no menos importante, nuestra metodología ofrece otra ventaja significativa: la capacidad de medir las emisiones directas e indirectas de varios gases de efecto invernadero (GEI) en tiempo real. Esto representa una herramienta muy valiosa que permite una evaluación oportuna de los impactos de diferentes políticas y shocks.

Apéndice I. Estimaciones de las emisiones de GEI de los hogares españoles: un enfoque híbrido

Nuestro enfoque combina la metodología estándar Input-Output para estimar emisiones con una base de datos de consumo Big Data novedosa de la economía española (Buda et al. (2022)). Al integrar diferentes fuentes de datos y metodologías, nuestro trabajo tiene como objetivo mejorar las estimaciones de emisiones de GEI, contribuyendo a una mejor comprensión de los impactos ambientales de los patrones de consumo en el país.

Para calcular las emisiones indirectas integradas en el proceso de producción, utilizamos la matriz inversa de Leontief, que proporciona información sobre los requisitos entre industrias de cada sector para entregar una unidad de producción de demanda final, como se describe en Miller y Blair en 2009. Es importante señalar que la modelización de Input-Output (IO) es una metodología estándar en la evaluación de huellas de carbono, ya que captura las emisiones indirectas generadas a lo largo de la cadena de suministro hasta que el producto esté listo para su uso. Así, se pueden calcular las proporciones de intensidad de carbono indirecto del hogar ($e_{indirect}$) como:

$$e_{indirect} = g * (I-A)^{-1} \quad (1.a)$$

donde g es el vector de intensidad de emisiones basado en la producción sectorial (1x63) y $(I-A)^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief (63x63). Por lo tanto, el producto $g*(I-A)^{-1}$ produce un vector (1x63) de coeficientes de emisiones indirectas por actividad económica (NACE) que tienen en cuenta las emisiones totales (kg) necesarias en la economía (en los 63 sectores) para satisfacer cada unidad (€) de demanda final en cada una de las categorías COICOP.¹⁹

Para convertir las proporciones de intensidad de emisiones indirectas sectoriales del hogar en proporciones de consumo por propósito (COICOP), nos basamos en las matrices de puente desarrolladas por Cai y Vandyck (2020), con dimensiones de 63x13. Estas matrices son esenciales para convertir las 63 proporciones de emisiones indirectas del hogar NACE en 13 proporciones COICOP. Hay que tener en cuenta que las tablas de matrices de puente permiten la conversión de datos entre estadísticas basadas en consumo y producción, facilitando la investigación que integra la macroeconomía, el comercio internacional multisectorial y agentes heterogéneos en datos de gasto a nivel de hogares.

Para obtener proporciones de intensidad COICOP a partir de proporciones de intensidad CPA (1x63), se emplea un promedio ponderado de las proporciones CPA como método de conversión. Los pesos dependen de la composición de la categoría COICOP correspondiente, que se determina mediante el uso de matrices de puente (63x13). Específicamente, los pesos asignados a cada proporción corresponden a la proporción del consumo de la categoría COICOP en cuestión que proviene de cada componente CPA relevante. Por ejemplo, si la categoría COICOP de ALIMENTOS obtiene el 95% de su consumo doméstico de productos agrícolas y el 5% de productos pesqueros, entonces la proporción para el COICOP de Alimentos se calcularía de la siguiente manera: 0,95 multiplicado por la proporción de intensidad indirecta de productos agrícolas, más 0,05 multiplicado por la proporción de intensidad indirecta de productos pesqueros. Para lograr esto, primero se calculan los pesos de la matriz de puente, seguidos de una operación de multiplicación matricial. Los valores resultantes representan las proporciones de intensidad indirecta para las categorías COICOP deseadas ($e_{indirect}$) con dimensiones de (1x13).

19: Para estimar las emisiones indirectas de CO2 se utilizan las tablas Input Output medioambientales desarrolladas por el INE. Las intensidades sectoriales de las emisiones son calculadas utilizando emisiones de acuerdo a su producción.

$$eC_{Indirect} = e_{Indirect} * BM \quad (1.b)$$

donde $e_{indirect}$ es el vector de intensidad de emisiones indirectas calculado en el paso anterior (1x63) y BM es la matriz de puente mencionada en el párrafo anterior (63x13). Cabe señalar que nuestro análisis asume, debido a restricciones de datos, una estructura de porcentajes constantes que vincula las categorías CPA y COICOP a lo largo del tiempo.

Aunque las emisiones indirectas son un factor crucial a considerar, es importante tener en cuenta que el modelado de IO (input-output) no tiene en cuenta las emisiones directas generadas por los hogares. Estas emisiones directas provienen de actividades como la quema de combustibles fósiles para transporte o necesidades energéticas del hogar, incluyendo gasolina para vehículos o gas para cocinar.

Para garantizar un análisis integral, es necesario incluir estas emisiones directas en nuestros cálculos. Para abordar esto, incorporamos datos de las Cuentas de Emisiones Atmosféricas de la OCDE, que proporcionan un desglose detallado de las emisiones directas de los hogares en categorías como transporte, calefacción y cocina. Obtenemos datos correspondientes sobre las emisiones totales directas del hogar del Instituto Oficial de Estadísticas de España. Posteriormente, las emisiones directas de transporte se asignan a la categoría COICOP de Transporte, mientras que las emisiones directas de calefacción y cocina se incluyen en la categoría COICOP de Electricidad y Gas (Servicios públicos). Una vez asignadas las emisiones, podemos determinar las proporciones de intensidad de emisiones directas, denotadas como e_{direct} , dividiendo las cantidades de emisiones asignadas por el consumo del hogar in-house (cc)¹. Cabe destacar que e_{direct} es un vector 1x13 con valores mayores a cero solo en las categorías COICOP de Transporte y Electricidad y Gas, ya que las emisiones directas se asignan exclusivamente a estas dos categorías.

$$eC_{direct} = e_{direct} / cc \quad (2)$$

Por lo tanto, para calcular las proporciones de intensidad de emisiones totales para cada categoría COICOP, sumamos las proporciones directas e indirectas, siendo eC_{direct} solo mayor a cero en las categorías COICOP de Transporte y Electricidad y Gas:

$$eC_{total,i} = eC_{direct,i} + eC_{indirect,i} \quad (3)$$

Finalmente, para obtener las cantidades de emisiones (eq) y las cuentas de distribución, las proporciones de intensidad por categorías COICOP (1x13) se aplicaron al vector de consumo en tiempo real y de alta definición recién desarrollado por Buda et al. (2022) (cc), con dimensión 13x1. Este enfoque ofrece varias ventajas, ya que garantiza la consistencia macro con las Cuentas Nacionales y las categorías COICOP, proporciona disponibilidad en tiempo real de las emisiones de CO2 a diario y permite su aplicación a una base de datos integral de consumo distributivo. Los datos precisos de consumo son esenciales para calcular correctamente las huellas de emisiones, como reconocen numerosos autores en sus esfuerzos por explorar la relación entre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) basadas en el consumo y la distribución del ingreso.²⁰

$$eq_{total,i} = eC_{total,i} * cc \quad (4)$$

20: Sin embargo, estas investigaciones no están exentas de limitaciones. Uno de los métodos consiste en vincular las emisiones a la distribución de la renta mediante elasticidades consumo-renta, como ilustran Piketty y Yucel (2015). Este método es vulnerable a las incertidumbres asociadas al valor exacto de las elasticidades consumo-ingreso. Otro método consiste en integrar datos sobre emisiones energéticas con características de los hogares obtenidas a partir de encuestas, como demuestran Baltruszewicz et al. (2023). Sin embargo, este método es susceptible de sesgos que suelen estar presentes en los datos de las encuestas, como la infrarrepresentación de los percentiles altos de la distribución de la renta.

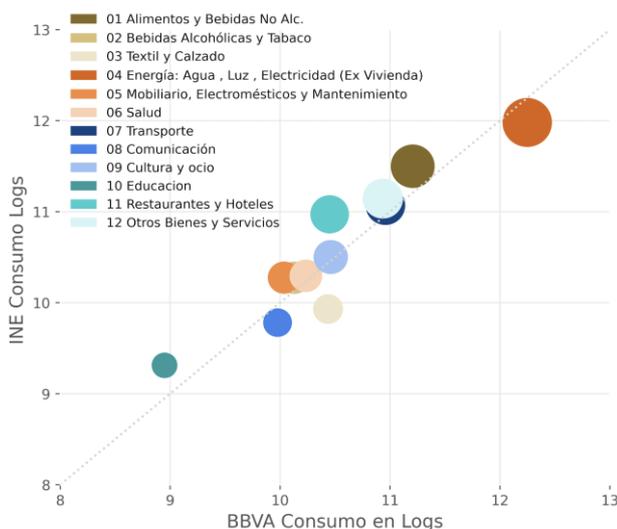
Cabe enfatizar que las proporciones de intensidad se calculan anualmente para tener en cuenta las variaciones en la combinación de energía, los avances tecnológicos y los patrones de consumo que pueden surgir de un año a otro. Este enfoque dinámico garantiza que la información más actual y relevante sobre las emisiones se capture y se refleje en los cálculos, mejorando la precisión y utilidad del enfoque para fines de toma de decisiones. Al recalcular las proporciones cada año, el enfoque se mantiene actualizado y adaptable a las circunstancias cambiantes, lo que lo hace adecuado para evaluar con precisión las emisiones y apoyar la toma de decisiones informada.

Apéndice II. Refuerzo de las conclusiones: Examen de la solidez de los datos de consumo y CO2 mediante estadísticas oficiales

En Buda et al. (2022), identificamos discrepancias entre los datos de consumo de BBVA Research y del INE, lo que podría tener un impacto no despreciable en las estimaciones de la huella de CO2. Para abordar este problema, comparamos sus medidas de consumo específicas de COICOP con los valores de COICOP en las cuentas nacionales del INE para el año 2020. Además, también evaluamos el impacto de estas diferencias en las estimaciones de la huella de los hogares.

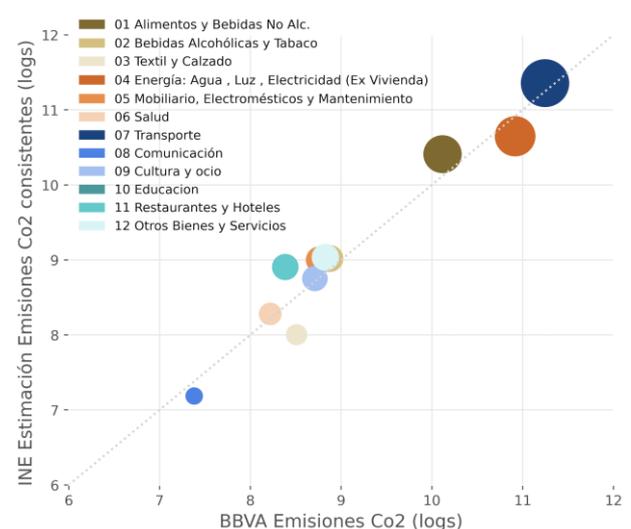
Uno de los problemas encontrados por los autores fue el consumo no categorizado, lo que provocó un sesgo a la baja genérico para todas las categorías de consumo en las estimaciones de BBVA Research. Se descubrió que el efectivo era el mayor contribuyente al consumo no categorizado. Para abordar esto, el enfoque de Buda et al. (2022) fue distribuir el efectivo entre las categorías de COICOP en proporción al gasto con tarjeta fuera de línea en esas categorías, ya que el efectivo y el gasto con tarjeta fuera de línea suelen gastarse en artículos relacionados. Después de categorizar el efectivo, el 93% del consumo total se asignó a un COICOP, lo que resultó en una proporción de cobertura del 93% para las categorías clasificadas.

Gráfico 12. **DISTRIBUCIÓN DEL GASTO DE LOS CONSUMIDORES POR CATEGORÍAS DE LA COICOP (EN NIVELES). 2020**



Fuente: BBVA Research.

Gráfico 13. **DISTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO2 POR CATEGORÍAS DE LA COICOP (EN NIVELES). 2020**



Fuente: BBVA Research.

La Figura 12 anterior ilustra el nivel de consumo específico por categoría en 2020 según los valores del INE y BBVA Research. A pesar del sesgo a la baja inherente que surge del consumo no clasificado, hay una fuerte correlación entre las dos medidas en todas las categorías, con similitudes significativas en los niveles de consumo. Sin embargo, se observan diferencias en algunos grupos de COICOP, como Vivienda o Educación. Para un análisis más detallado de las diferencias, consulte Buda et al. (2022).

La estimación de la distribución del CO2 se basa en multiplicar las proporciones de intensidad de emisión por los datos de consumo. Sin embargo, el uso de diferentes fuentes para los datos de consumo puede resultar en discrepancias en las estimaciones de CO2. Para destacar este punto, presentamos en la Figura 13 las diferencias que surgirían si se utilizaran los valores de consumo de las categorías oficiales del Instituto de Estadística Español (COICOP). Aunque los datos del INE proporcionan valores de consumo para solo 12 categorías de COICOP y no ofrecen desagregación por edad o percentiles, ofrece la oportunidad de observar cómo cambiarían los resultados agregados con valores de COICOP de fuentes oficiales. Las cifras demuestran las variaciones en las emisiones totales (directas e indirectas) que ocurrirían. Si bien puede haber algunas diferencias notables entre las estimaciones de emisiones de CO2 del INE y BBVA Research, las similitudes generales entre los dos conjuntos de datos (como se ve en las Figuras 12 y 13) mejoran la consistencia y solidez de nuestros hallazgos.

5. Referencias

Baltruszewicz, M., Steinberger, J., Paavola, J., Ivanova, D., Brand-Correa, I., & Owen, A. (2023). Social outcomes of energy use in the United Kingdom: Household energy footprints and their links to well-being. *Ecological Economics*, 205.

Barrutiabengoa, J. et al. (2022). CO2 Footprint of Spanish Households: Enhancing Measurement through Economic Analysis and Big Data. BBVA Research.

Barrutiabengoa, J. et al. (2023). Distributional Accounts of Households' Carbon Footprint from Financial Transaction Data (MIMEO).

Buda, G., Carvalho, V., Hansen, S., Ortiz, A., Rodrigo, T., & Mora, J. (Eds.). (2022). National Accounts in a World of Naturally Occurring Data: A Proof of Concept for Consumption (Janeway Institute Cambridge WP No. 17519).

Cai, M., & Vandyck, T. (2020). Bridging between economy-wide activity and household-level consumption data: Matrices for European countries.

Chakravarty, S., Chikkatur, A., de Coninck, H., Pacala, S., Socolow, R., & Tavoni, M. (2009). Sharing global CO2e emission reductions among one billion high emitters. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(29), 11884-11888.

Chancel, L., & Piketty, T. (2015). Carbon and inequality: From Kyoto to Paris. Trends in the global inequality of carbon emissions (1998-2013) & prospects for an equitable adaptation fund.

Climate Inequality Report (2023). Lucas Chancel.

Hertwich, E., Ivanova, D., Stadler, K., Steen-Olsen, K., Wood, R., Vita, G., & Tukker, A. (2016a). Environmental impact assessment of household consumption. *Journal of Industrial Ecology*, 20, 526-536.

Hertwich, E., & Peters, G. (2009). Carbon footprint of nations: a global, trade-linked analysis. *Environmental Science and Technology*, 43, 6414–6420.

Ivanova, D., & Wood, R. (2020). The unequal distribution of household carbon footprints in Europe and its link to sustainability. *Global Sustainability*, 3, E18. doi:10.1017/sus.2020.12

Lenzen, M., Wier, M., Cohen, C., Hayami, H., Pachauri, S., & Schaeffer, R. (2006). A comparative multivariate analysis of household energy requirements in Australia, Brazil, Denmark, India and Japan. *Energy*, 31(2–3), 181–207.

Oxfam. (2020). [Confronting Carbon Inequality](#).

Räty, A. Carlsson-Kanyama (2010) Energy consumption by gender in some European countries. *Energy Policy*, Volume 38, Issue 1,

Trendl, A., Owen, A., Vomfell, L., Kilian, L., Gathergood, J., Stewart, N., & Leake, D. (2023). Estimating carbon footprints from large scale financial transaction data. *Journal of Industrial Ecology*.

[Ummel, K. \(2014\)](#). Who pollutes? A Household-Level Database of America's Greenhouse Gas Footprint (Working Paper No. 381). Center for Global Development.

[Wiedenhofer, D., Lenzen, M., & Steinberger, J. K. \(2013\)](#). Energy requirements of consumption: Urban form, climatic and socio-demographic factors. *Journal of Industrial Ecology*, 17(5), 656-667.

[Zagheni, E. \(2011\)](#). The Leverage of Demographic Dynamics on Carbon Dioxide Emissions: Does Age Structure Matter?. *Demography*, 48(2), 371–399.

AVISO LEGAL

El presente documento no constituye una "Recomendación de Inversión" según lo definido en el artículo 3.1 (34) y (35) del Reglamento (UE) 596/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre abuso de mercado ("MAR"). En particular, el presente documento no constituye un "Informe de Inversiones" ni una "Comunicación Publicitaria" a los efectos del artículo 36 del Reglamento Delegado (UE) 2017/565 de la Comisión de 25 de abril de 2016 por el que se completa la Directiva 2014/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos organizativos y las condiciones de funcionamiento de las empresas de servicios de inversión ("MiFID II").

Los lectores deben ser conscientes de que en ningún caso deben tomar este documento como base para tomar sus decisiones de inversión y que las personas o entidades que potencialmente les puedan ofrecer productos de inversión serán las obligadas legalmente a proporcionarles toda la información que necesiten para esta toma de decisión.

El presente documento, elaborado por el Departamento de BBVA Research, tiene carácter divulgativo y contiene datos u opiniones referidas a la fecha del mismo, de elaboración propia o procedentes o basadas en fuentes que consideramos fiables, sin que hayan sido objeto de verificación independiente por BBVA. BBVA, por tanto, no ofrece garantía, expresa o implícita, en cuanto a su precisión, integridad o corrección.

El contenido de este documento está sujeto a cambios sin previo aviso en función, por ejemplo, del contexto económico o las fluctuaciones del mercado. BBVA no asume compromiso alguno de actualizar dicho contenido o comunicar esos cambios.

BBVA no asume responsabilidad alguna por cualquier pérdida, directa o indirecta, que pudiera resultar del uso de este documento o de su contenido.

Ni el presente documento, ni su contenido, constituyen una oferta, invitación o solicitud para adquirir, desinvertir u obtener interés alguno en activos o instrumentos financieros, ni pueden servir de base para ningún contrato, compromiso o decisión de ningún tipo.

El contenido del presente documento está protegido por la legislación de propiedad intelectual. Queda expresamente prohibida su reproducción, transformación, distribución, comunicación pública, puesta a disposición, extracción, reutilización, reenvío o la utilización de cualquier naturaleza, por cualquier medio o procedimiento, salvo en los casos en que esté legalmente permitido o sea autorizado expresamente por BBVA en su sitio web www.bbvarresearch.com.

INTERESADOS DIRIGIRSE A:

BBVA Research: Calle Azul, 4. Edificio La Vela – 4ª y 5ª planta. 28050 Madrid (España).
Tel.: +34 91 374 60 00 y +34 91 537 70 00 / Fax: +34 91 374 30 25
bbvarresearch@bbva.com www.bbvarresearch.com