



06

**La medición de los riesgos climáticos orientada
a las finanzas sostenibles. Una propuesta
metodológica de medición. Análisis de impacto
espacial en España.**

Sonia Quiroga
Alejandro Fernández
Cristina Suárez
Haoran Wang
Juan Laborda
Emilio Cerdá

WP06/23

WorkingPapers

Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas, Finca Mas Ferré. 28223, Pozuelo de Alarcón, Madrid, Spain.

© Sonia Quiroga, José Alejandro Fernández, Cristina Suárez, Haoran Wang, Juan Laborda y Emilio Cerdá.

Sonia Quiroga: Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Análisis Económico y Economía Cuantitativa. Instituto Complutense de Estudios Internacionales.

José Alejandro Fernández: Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Administración Financiera y Contabilidad. Instituto Complutense de Estudios Internacionales.

Cristina Suárez: Universidad de Alcalá. Departamento de Economía.

Haoran Wang: Universidad Complutense de Madrid. Instituto Complutense de Estudios Internacionales.

Juan Laborda: Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Economía de la Empresa.

Emilio Cerdá: Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Análisis Económico y Economía Cuantitativa. Instituto Complutense de Estudios Internacionales.

El ICEI y la Fundación ICO no comparten necesariamente las opiniones expresadas en este trabajo, que son de exclusiva responsabilidad de sus autores.



Resumen Ejecutivo

Este informe se centra en desarrollar un enfoque piloto para evaluar las vulnerabilidades al cambio climático en los sectores más expuestos en España desde la perspectiva de las finanzas sostenibles. Se utiliza una base de datos de panel que combina información bio-física y económico-financiera para analizar el comportamiento empresarial en respuesta al clima.

El estudio utiliza la base de datos Sistema Anual de Balances Ibéricos (SABI) para analizar la estructura económica del sector privado en España. Se consideran cinco sectores de actividad: Agricultura, Agua, Energía, Transporte y Construcción, para los que se analizan los datos de balance empresarial de más de un millón de empresas en España.

En cuanto al análisis del riesgo climático-financiero, este estudio considera el impacto de las siguientes variables financieras en la adaptación de los mercados al cambio climático: la deuda privada en relación al PIB, el índice de competitividad de España, el crecimiento real de la demanda interna, el índice de volumen comercial mundial y el índice de materias primas industriales. También se han incluido variables financieras como el tipo de interés, la curvatura de los tipos de interés, el spread de la curva de rendimientos y el tipo de cambio real como variables de control. Se ha estimado una función de respuesta a través de un análisis econométrico de datos de panel que considera la evolución temporal y regional de los impactos. Se presenta un modelo en efectos fijos por ser más eficiente en este caso según el de Hausman. Como resultado se ha obtenido una estimación en semi-elasticidades de la influencia del clima y las variables financieras sobre los ingresos empresariales.

Se ha utilizado por último una metodología basada en redes neuronales recurrentes, en particular una red autorregresiva para simular escenarios de estrés financiero y proyectar variables financieras a 10 años y simular escenarios futuros de respuesta al riesgo climático. Esta red neuronal permite capturar la no linealidad y los cambios abruptos en los datos. Esta red se entrena utilizando un algoritmo de aprendizaje para aproximar la función de activación y minimizar el error de predicción. Aquí se ha utilizado el algoritmo de aprendizaje de Levenberg-Marquardt para entrenar la red y optimizar los pesos.

El estudio muestra la importancia de considerar los impactos económicos directos e indirectos del cambio climático y la adaptación a nivel de mercado, lo que es novedoso, ya que la mayoría de los estudios se centran en los impactos físicos y no consideran el papel de los mercados financieros como mecanismo que puede suavizar o amplificar los efectos económicos del cambio climático. Las conclusiones más relevantes del estudio se detallan a continuación:

1. Efectos positivos y negativos de las variables climáticas: Los resultados muestran que existen efectos positivos y negativos de las variables climáticas en los ingresos empresariales y que son sector-específicos. Se observa que los efectos del clima en los ingresos son no lineales y generalmente significativos. Además, se ha observado que la interacción entre sequías y olas de calor potencia de manera muy significativa las pérdidas en los ingresos. Los resultados muestran la importancia de las variables financieras en la adaptación al riesgo climático, lo que puede ayudar a tomar decisiones informadas en el contexto de escenarios de estrés financiero.

2. Importante impacto de las variables financieras: Se encuentran impactos significativos de las variables financieras, que pueden ayudar a entender mejor el rol de estas en el riesgo climático y en la adaptación al mismo. En particular, algunos efectos que se muestran son:

- *Deuda privada de los sectores no financieros sobre el PIB: tiene un efecto positivo en la adaptación en los sectores de agricultura y agua, posiblemente debido a las ayudas públicas en esos sectores. También tiene un efecto positivo, aunque de menor intensidad, en el sector del transporte.*
- *Índice de competitividad de España: su incremento implica una pérdida de competitividad, lo cual tiene un impacto negativo en los ingresos del sector de la construcción, pero un efecto positivo en el sector primario. Esto puede ser debido a la dependencia del sector de la construcción del mercado exterior y la inversión extranjera directa.*
- *Tipos de interés: los efectos varían según el sector. El sector de la construcción muestra un impacto positivo en las ventas durante fases de tipos altos, mientras que la agricultura y la energía muestran resultados contrapuestos. Esto puede deberse a la naturaleza procíclica del sector de la construcción y la alta deuda del sector primario, lo cual dificulta las inversiones en un contexto de aumento de los tipos de interés.*

3. *Importancia de los efectos no lineales: Los resultados de la estimación muestran que los efectos no lineales del clima son en general significativos y relevantes para los ingresos empresariales. Esto implica que los impactos del clima no siguen una relación lineal simple, sino que pueden ser más complejos y presentar cambios significativos a medida que las variables climáticas y financieras varíen.*

4. *Implicaciones para la toma de decisiones empresariales a nivel regional: El análisis regional de los ingresos empresariales por sector en función de las variables climáticas y financieras proporciona información valiosa para la toma de decisiones empresariales. Las empresas pueden utilizar estos resultados para evaluar y gestionar los riesgos climáticos, así como identificar oportunidades de negocio relacionadas con el cambio climático. Por ejemplo, las empresas en sectores como la energía renovable o la gestión del agua pueden aprovechar las condiciones climáticas favorables para impulsar sus ingresos en algunas regiones donde parecen mostrarse importantes oportunidades.*

5. *Adaptación y resiliencia empresarial: El informe resalta la importancia de los mercados financieros para la adaptación y la resiliencia empresarial frente al cambio climático en los sectores de la construcción o el transporte. No obstante, también se muestran los mercados financieros como un amplificador del riesgo climático en los sectores más físicos como la agricultura o el agua. Las empresas deben ser conscientes de los posibles impactos climáticos en sus ingresos y tomar posiciones financieras que les ayuden a adaptarse a estas condiciones cambiantes. Esto puede implicar la implementación de estrategias de diversificación de productos, inversiones en tecnologías más eficientes en términos de energía y recursos, la adopción de prácticas sostenibles y la colaboración con otras entidades para gestionar los riesgos compartidos.*

6. *Políticas y regulaciones: El informe destaca la importancia de las políticas y regulaciones en la mitigación de los impactos negativos del cambio climático en los ingresos empresariales en algunos sectores prioritarios como el sector de la energía. Se sugiere que los gobiernos y las instituciones promuevan marcos regulatorios favorables, que fomenten la inversión en tecnologías limpias y sostenibles, y que faciliten la transición hacia una economía de bajas emisiones de carbono. Además, se enfatiza la necesidad de políticas que promuevan la adaptación y la resiliencia empresarial, así como la colaboración entre los sectores público y privado para abordar conjuntamente los desafíos del cambio climático.*

En resumen, las conclusiones destacan la complejidad de los impactos climáticos en los ingresos empresariales, la importancia de considerar tanto variables climáticas como financieras, y la necesidad de adaptación y resiliencia empresarial frente al cambio climático. Además, se resalta el papel de las políticas y regulaciones en la mitigación de los riesgos y la promoción de oportunidades relacionadas con el cambio climático.

Executive Summary

This report focuses on developing a pilot approach to assess climate change vulnerabilities in the most exposed sectors in Spain from a sustainable finance perspective. A panel database combining bio-physical and economic-financial information is used to analyze business behavior in response to climate.

The study uses the database SABI (Iberian Annual Balance Sheet System) to analyze the economic structure of the private sector in Spain. Five sectors of activity are considered: Agriculture, Water, Energy, Transport, and Construction, for which the corporate balance sheet data of more than one million companies in Spain are analyzed.

As for the analysis of climate-financial risk, this study considers the impact of the following financial variables on the adaptation of markets to climate change: private debt to GDP, Spain's competitiveness index, real growth in domestic demand, the world trade volume index, and the industrial raw materials index. Financial variables such as interest rate, interest rate curvature, yield curve spread, and real exchange rate have also been included as control variables.

A response function has been estimated through a panel data econometric analysis that considers the temporal and regional evolution of the shocks. A fixed effects model is presented as it is more efficient in this case according to Hausman's model. As a result, a semi-elasticity estimation of the influence of climate and financial variables on business income has been obtained.

Finally, a methodology based on recurrent neural networks, in particular an autoregressive network, was used to simulate financial stress scenarios and project financial variables over 10 years and simulate future scenarios of response to climate risk. This neural network allows for capturing nonlinearity and abrupt changes in the data. This network is trained using a learning algorithm to approximate the activation function and minimize the prediction error. Here, the Levenberg-Marquardt learning algorithm has been used to train the network and optimize the weights.

The study shows the importance of considering the direct and indirect economic impacts of climate change and adaptation at the market level, which is novel since most studies focus on physical impacts and do not consider the role of financial markets as a mechanism that can smooth or amplify the economic effects of climate change.

The most relevant conclusions of the study are detailed below:

- 1. Positive and negative effects of climate variables: The results show that there are positive and negative effects of climate variables on business income and that they are sector specific. The effects of climate on income are found to be nonlinear and generally significant. In addition, the interaction between droughts and heat waves is found to significantly increase income losses. The results show the importance of financial variables in climate risk adaptation, which can help to make informed decisions in the context of financial stress scenarios.*

2. *Significant impact of financial variables: Significant impacts of financial variables are found, which can help to better understand their role in climate risk and adaptation. Some effects shown are:*

- *Private debt of non-financial sectors on GDP: it has a positive effect on adaptation in the agriculture and water sectors, possibly due to public support in these sectors. It also has a positive effect, although of lesser intensity, in the transport sector.*
- *Spain's competitiveness index: its increase implies a loss of competitiveness, which has a negative impact on the income of the construction sector, but a positive effect on the primary sector. This may be due to the dependence of the construction sector on the foreign market and foreign direct investment.*
- *Interest rates: the effects vary by sector. The construction sector shows a positive impact on sales during phases of high rates, while agriculture and energy show opposite results. This may be due to the procyclical nature of the construction sector and the high debt of the primary sector, which hinders investments in the context of rising interest rates.*

3. *Significance of nonlinear effects: The estimation results show that the nonlinear effects of weather are generally significant and relevant for business income. This implies that climate impacts do not follow a simple linear relationship but may be more complex and exhibit significant changes as climate and financial variables vary.*

4. *Implications for regional business decision-making: Regional analysis of business revenues by sector as a function of climate and financial variables provides valuable information for business decision-making. Companies can use these results to assess and manage climate risks, as well as identify business opportunities related to climate change. For example, companies in sectors such as renewable energy or water management can take advantage of favorable climate conditions to boost their revenues in some regions where significant opportunities appear to be emerging.*

5. *Adaptation and business resilience: The report highlights the importance of financial markets for adaptation and business resilience to climate change in the construction and transportation sectors. However, financial markets are also shown as an amplifier of climate risk in more physical sectors such as agriculture or water. Companies need to be aware of the potential climate impacts on their revenues and take financial positions to help them adapt to these changing conditions. This may involve implementing product diversification strategies, investing in more energy and resource-efficient technologies, adopting sustainable practices, and collaborating with others to manage shared risks.*

6. *Policies and regulations: The report highlights the importance of policies and regulations in mitigating the negative impacts of climate change on business revenues in some priority sectors such as the energy sector. It is suggested that governments and institutions promote favorable regulatory frameworks that encourage investment in clean and sustainable technologies and facilitate the transition to a low-carbon economy. In addition, it emphasizes the need for policies that promote adaptation and business resilience, as well as collaboration between the public and private sectors to jointly address the challenges of climate change.*

In summary, the conclusions highlight the complexity of climate impacts on business revenues, the importance of considering both climate and financial variables, and the need for business adaptation and resilience in the face of climate change. In addition, the role of policies and regulations in mitigating risks and promoting opportunities related to climate change is highlighted.

ÍNDICE

<i>Resumenejecutivo</i>	3
<i>ExecutiveSummary</i>	5
1. <i>Introducción</i>	8
2. <i>Metodología</i>	9
2.1 <i>Descripción de la base de datos bio-físicos y económico-financieros</i>	9
2.2 <i>Un modelo de datos de panel para el análisis de riesgo climático</i>	13
2.3 <i>Redes neuronales para la simulación de escenarios de stress financiero</i>	13
3. <i>Resultados</i>	14
3.1 <i>Estimación de la semi-elasticidad climática para los sectores productivos</i>	14
3.2 <i>Distribución geográfica de los impactos del cambio climático por sector de actividad</i>	17
3.3 <i>Simulación de los riesgos climáticos para 2030: el rol de las finanzas sostenibles sobre la vulnerabilidad sectorial</i>	17
4. <i>Conclusiones</i>	20
5. <i>REFERENCIAS</i>	21

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de las evaluaciones de riesgo climático es comprender cómo el cambio climático puede afectar las condiciones socioeconómicas de una región o país, para así obtener información útil para la evaluación de políticas relacionadas con el clima. Para lograrlo, es fundamental analizar en detalle el impacto climático y considerar las consecuencias económicas directas e indirectas en diversos sectores interconectados.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC, 2020) detalla los impactos físicos que se esperan del cambio climático en España. Además, en la literatura se presentan un número amplio de evaluaciones de los impactos del cambio climático en los distintos sectores económicos, tanto a nivel europeo (Ciscar et al, 2009; González-Zeas et al, 2014) como a nivel nacional en España (Quiroga e Iglesias, 2009; Hein et al, 2009; Estrela et al, 2012). La mayoría de las evaluaciones se basan en impactos observados sobre la productividad física, evaluando el impacto en los mercados a través de modelos económicos de equilibrio parcial o general (Ciscar et al, 2009; Iglesias et al, 2012; Schlickerieder et al, 2011).

Muy pocos estudios tratan el impacto sobre la productividad en términos monetarios (Quiroga y Suárez, 2016). Sin embargo, considerar los resultados empresariales observados y su respuesta al clima es también necesario, ya que pueden incluir información muy relevante sobre la adaptación a nivel de mercado. Sanz y Galán (2022) ponen de manifiesto el foco de la adaptación como clave para paliar los impactos económicos y señala las prioridades de inversión en ese sentido. Además, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (LCCTE), reconoce la adaptación a los impactos del cambio climático por primera vez en un instrumento jurídico, estableciendo objetivos para fomentar la resiliencia y la adaptación frente al cambio climático.

El objetivo de este Entregable 3 es desarrollar un enfoque piloto para evaluar las vulnerabilidades potenciales inherentes al cambio climático en los sectores más frágiles en España desde la perspectiva de las finanzas sostenibles. Hemos considerado los datos observados sobre la evolución de los ingresos por ventas privadas para analizar su respuesta al clima. Y tal y como se sugiere

en Chua et al. (2022), se han considerado los riesgos derivados del clima en lo referente a los riesgos físicos y los riesgos de transición.

Para ello, se han estimado funciones de respuesta donde los ingresos empresariales se han obtenido como función de tres tipos de variables explicativas: (i) los inputs tradicionales que afectan a la producción, tales como el trabajo, el capital o las materias primas, (ii) las variables de estado que afectan al riesgo climático, como son las variables climáticas y los extremos meteorológicos, y (iii) variables de control financieras con el fin de capturar el efecto que podrían tener en la evolución de los riesgos o la adaptación a ellos.

En nuestro análisis se han considerado cinco sectores de actividad que han sido elegidos en consonancia con la Taxonomía europea para las finanzas sostenibles¹ y son los siguientes: [1] Agricultura, [2] Agua, [3] Energía, [4] Transporte y [5] Construcción.

Se han analizado los datos de balance empresarial de más de un millón de empresas en España, a través de la base de datos de SABI para la Península Ibérica. Se ha estimado una función de respuesta a través de un análisis econométrico de datos de panel que considera la evolución temporal y regional de los impactos. Se ha desarrollado esta metodología para evaluar las implicaciones económicas directas e indirectas del riesgo observado en base a las características del sistema bio-físico y económico-financiero. También se propone un enfoque sobre cómo generalizar dicha evaluación a los impactos climáticos previstos para el futuro en la base del escenario RCP4.5 de descarbonización, respondiendo a la dirección estratégica de la política climática europea para 2030 (Fetting, 2020).

Además, este estudio incluye la generación de escenarios de las variables económicas financieras, para las que se han realizado proyecciones a 10 años. Se han obtenido intervalos de confianza que han permitido obtener variables proyectadas generando dichos escenarios. La metodología que se ha utilizado para ello ha sido la correspondiente a las redes neuronales recurrentes, en concreto, redes neuronales autorregresivas.

1 Factsheet: EU taxonomy accelerating sustainable investments (2022). In Internet: https://ec.europa.eu/info/files/220202-sustainable-finance-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-factsheet_en

Las redes neuronales autorregresivas se han empleado en distintos ámbitos, tales como la predicción de la temperatura a través de una red NARX (Narejo y Pasero, 2016), en medio ambiente (Taherdangkoo et al, 2020), para predecir la dinámica del fitoplancton de agua dulce (Jeong et al, 2008), o la predicción del caudal del agua para el estudio de las sequías en el Mediterráneo (Di Nunno et al, 2021). También han sido utilizadas para realizar simulaciones en la transmisión del gas natural (Fakhroleslam et al, 2021) o para predecir la radiación solar (Boussaada et al, 2018).

En concreto, para la predicción de variables económicas, Potdar y Kinnerkar (2017) utilizan una red NAR y una NARX, para predecir el índice de producción industrial en la India. También en Rather (2011) se utiliza una NAR para predecir valores bursátiles. Benrhmach et al (2020) utilizan redes neuronales en el campo de predicción de las series financieras temporales y Panja et al. (2022) introducen un modelo autorregresivo probabilístico neuronal (PAR-NN) que es el enfoque que utiliza este estudio.

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la base de datos bio-físicos y económico-financieros

Como se ha mencionado antes, para este estudio se ha generado una base de datos de panel espacio-temporal que ha agregado información procedente de distintas bases de datos bio-físicos y económico-financieros que se detallan a continuación.

La base de datos Sistema Anual de Balances Ibéricos (SABI) se ha utilizado para el análisis de la estructura económica del sector privado en España. SABI es una base de datos elaborada por Bureau van Dijk que contiene abundante información financiera sobre empresas de España y Portugal². Los datos de SABI incluyen información sobre registros contables, información descriptiva de la empresa como tamaño, estructura de propiedad y un conjunto completo de ratios financieros. Se ha considerado esta base de datos sobre balances empresariales de más 435103 empresas en España para analizar el comportamiento observado de las empresas. Los detalles de los sectores analizados y el número de empresas de cada uno de ellos se muestran en la Tabla 1.

La base de datos proporciona los datos de ingresos empresariales por ventas, costes de actividad (personal, inmovilizado material, etc), inversión en existencias, entrada y salida de empresas al mercado, entre otros. Esta Información se proporciona en unidades monetarias corrientes, por lo que se ha utilizado el deflactor de PIB para considerar los datos en términos reales. La información se considera en euros a precios constantes con base a 2016. La base de datos sitúa a las empresas geográficamente, lo que ha permitido el enlace con las bases de datos de carácter físico.

Las variables financieras incluidas en el modelo se muestran en la Tabla 2 con una explicación detallada de su relevancia.

Tabla 1 Sectores incluidos en el análisis

Sectores económicos en el modelo	Código CNAE	Nº de empresas en muestras
Construcción	41, 42	241593
Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	36, 37, 38	4375
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	01	39556
Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	35	64676
Transporte y almacenamiento	49	84903

² <https://sabi.bvdinfo.com>

Tabla 2 Variables financieras incluidas en el análisis de riesgo climático

Variables	Definiciones	Motivo de inclusión en el modelo
Deuda Privada Sectores No Financieros/PIB	Relación entre la deuda total de los sectores privados no financieros a valor de mercado de un país y su PIB nominal.	Capta la progresión del apetito por el riesgo y el proceso de acumulación de deuda. Durante una expansión económica, el apetito por el riesgo de los inversores tiende a aumentar; cuanto más larga sea la expansión, sin ningún retroceso importante, mayor será el apetito por el riesgo, el endeudamiento y el crecimiento económico. Exactamente lo contrario ocurre durante los periodos de desapalancamiento y recesión de los balances privados (Minsky 1986, 1992; Koo 2003, 2009; Laborda et al. 2020; Laborda et al. 2021). Caporale et al. (2021) descubrieron para casi todos los 43 países de la OCDE analizados que la relación deuda privada/PIB es muy persistente. Estos resultados sugieren efectos a largo plazo de las perturbaciones en la relación deuda privada/PIB, que requieren medidas políticas adecuadas.
Índice Competitividad España (REER)	Tipo de cambio efectivo real de la economía española frente a los países de la OCDE, calculado a partir de los índices de valor unitario de las exportaciones y los índices de tipo de cambio nominal de todos estos países.	Un aumento (disminución) de este índice supone una apreciación (depreciación) de la moneda española en términos reales y, por tanto, un deterioro (mejora) de la competitividad exterior de la economía española (Campa, 2004; Ca'Zorzi y Schnatz 2010; Christodouloupoulou y Tkačevs, 2016).
Tipos de interés	Tipos de interés oficiales	Existen distintos canales de transmisión -costes, demanda interna, exportaciones...- de la política monetaria a las empresas. Las interacciones de estos canales son suficientes para que el efecto de la política monetaria no sea trivial.
Curva de Tipos de Interés	Es el ratio entre los tipos de interés a largo plazo de la deuda soberana y los tipos de interés a corto plazo.	Se ha demostrado empíricamente que la pendiente de la curva de rendimientos es un predictor significativo de la inflación y la actividad económica real. Bastantes estudios académicos han sugerido que la pendiente de la curva de rendimientos parece ser extremadamente prometedora como predictor de recesiones. Véase Chauvet y Potter (2005); Estrella (2005); Kauppi y Saikkonen (2008); Katayama (2009); y Hamilton (2011).
Crecimiento real Demanda Interna	Variación porcentual anual de la demanda interna real de España a precios constantes obtenida directamente de la Contabilidad Nacional Anual española (son las tasas de variación interanual del índice encadenado de volumen de la demanda interna).	Una contracción de la demanda interna afectará negativamente a aquellos sectores no exportadores, mientras que aumenta la probabilidad y/o intensidad de la exportación (Esteves y Rua, 2015; Bobeica et al., 2016)
Índice Volumen Comercial Mundial	Se define como la media aritmética de las exportaciones e importaciones mundiales de bienes. La serie abarca Estados Unidos, Japón y la UE y cuatro grupos de países emergentes: OPEP, países asiáticos recientemente industrializados (Taiwán, Hong Kong, Singapur y Corea del Sur), países en transición (países de Europa Central y Oriental, incluida Turquía, y países de la antigua Unión Soviética) y otras economías emergentes.	Es un indicador de la actividad económica mundial. Aunque después de la crisis financiera de 2008, la tasa de crecimiento del comercio mundial ha sido inusualmente baja en relación con el crecimiento del PIB mundial (Armelius et al., 2014), una mayor demanda externa aumenta la probabilidad y/o la intensidad de la exportación y, por tanto, del crecimiento económico, especialmente en periodos en los que la demanda interna está bajo presión (Esteves y Rua, 2015; Bobeica et al., 2016; Caporale et al., 2021).
Índice Materias Primas Industriales	Índice al contado de materias primas industriales	Es una medida de los movimientos de precios de 13 materias primas básicas sensibles cuyos mercados se supone que están entre los primeros en verse influidos por los cambios en las condiciones económicas. Como tal, sirve como indicación temprana de cambios inminentes en la actividad empresarial.

En cuanto a los datos climáticos, se han considerado datos históricos de AEMET para analizar la respuesta a las temperaturas medias, precipitaciones totales, y extremos climáticos como las sequías, olas de calor y la interacción compuesta de ambas. Se han agregado los datos a nivel provincial y se ha considerado la variación a nivel estacional (def, mam, jja, son)³.

Para computar los riesgos de inundación y olas de calor se ha utilizado la base de datos EM-DAT⁴ sobre pérdidas por desastres y eventos extremos. Dicha base de datos incluye los episodios que han sido reportados a nivel nacional, por lo que podría no incluir todos los eventos extremos ocurridos, puesto que normalmente se reportan aquellos que han implicado pérdidas más significativas. Por lo tanto, el impacto de los eventos extremos podría ser mayor al que se reporta.

Para el análisis de escenarios se han simulado las proyecciones para la senda de concentración de CO₂, prevista en el escenario RCP 4.5. Se ha considerado este escenario de descarbonización por coherencia con la política europea prevista para 2030. Las proyecciones de clima que se han utilizado son las oficiales para España disponibles en el Visor de Escenarios de Adaptecca⁵. Se han llevado a cabo las simulaciones teniendo en cuenta el horizonte temporal 2030 ya que el modelo contiene variables financieras que sería imposible predecir en un horizonte más lejano.

Para ver la evolución de los ingresos empresariales, los inputs socioeconómicos se han proyectado teniendo en cuenta los escenarios de IIASA para la senda socioeconómica representativa SSP2⁶. Los detalles sobre los supuestos y construcción de dicha proyección se pueden consultar en (Riahi et al., 2017). La evolución de la población se ha utilizado para proyectar sendas de empleo y la evolución del PIB para proyectar las sendas de inversión. Las proyecciones de las variables financieras se han llevado a cabo a través de un test de stress basado en el análisis de las series temporales.

La Tabla 3 muestra un análisis descriptivo de las variables del modelo. Para las variables continuas se muestran los valores medios y su desviación típica desagregados para cada uno de los sectores analizados. Mientras que para las variables dicotómicas, se presenta la frecuencia observada en la muestra (2001-2020).

3 def=diciembre, enero, febrero; mam= marzo, abril y mayo; jja= junio, julio y agosto; son= septiembre, octubre y noviembre)

4 <https://www.emdat.be/>

5 <https://escenarios.adaptecca.es/>

6 <https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=html-page&page=about#v2>

Tabla 3 Análisis descriptivo de las variables empleadas en el análisis

Variable	Unidad	Fuente	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
			Media (Desv)	Media (Desv)	Media (Desv)	Media (Desv)	Media (Desv)
Ventas	K€ [*]	SABI INE	2660.7 (32715.4)	7955.0 (39172.2)	1312.7 (7760.1)	52640.5 (476369.5)	2246.3 (21482.4)
Empleo	Número de trabajadores	SABI INE	12.7 (128.7)	68.3 (531.9)	10.4 (52.7)	30.3 (213.3)	16.9 (130.8)
Materiales	K€ [*]	SABI INE	1754.3 (23447.2)	3068.7 (14032.7)	906.0 (6403.4)	38260.4 (402972.6)	947.9 (9077.4)
Inmovilizado	K€ [*]	SABI INE	2437.5 (98018.4)	14496.6 (130955.4)	1394.7 (5439.0)	70530.1 (627878.4)	1957.8 (63051.7)
Temp son	°C	AEMET	17.4 (2.6)	17.8 (2.6)	17.6 (2.7)	17.0 (2.7)	17.3 (2.7)
Temp def	°C	AEMET	9.6 (3.2)	10.0 (3.2)	9.4 (3.3)	9.0 (3.2)	9.5 (3.2)
Temp mam	°C	AEMET	15.0 (2.4)	15.2 (2.3)	15.3 (2.5)	14.7 (2.4)	14.9 (2.4)
Temp jja	°C	AEMET	23.9 (2.6)	24.1 (2.5)	24.7 (2.4)	24.0 (2.7)	23.8 (2.8)
Prec son	mm	AEMET	186.6 (125.2)	183.0 (118.8)	153.4 (96.9)	174.3 (117.1)	187.5 (127.3)
Prec def	mm	AEMET	151.1 (137.2)	142.3 (133.3)	122.5 (111.2)	144.8 (136.6)	155.8 (146.7)
Prec mam	mm	AEMET	146.3 (95.0)	142.4 (92.4)	132.9 (78.6)	147.2 (91.7)	151.8 (98.5)
Prec jja	mm	AEMET	61.6 (63.9)	63.6 (65.3)	45.8 (49.3)	60.0 (59.3)	65.2 (67.4)
Sequia	1 si sequía, 0 otro caso	SPI [**]	70%	72%	70%	72%	71%
Ola calor	1 si ola,0 otro caso	AEMET	45%	48%	52%	51%	49%
Sequia*Ola	1 si compuesto 0 otro caso	AEMET	35%	39%	39%	41%	38%
Deuda Privada/PIB	%	BIS	253.3 (38.3)	264.1 (36.1)	264.7 (35.8)	265.6 (35.2)	261.9 (36.8)
Competitividad España	Índice	MINECO	0.94 (2.2)	0.54 (2.2)	0.51 (2.1)	0.49 (2.1)	0.62 (2.16)
Tipo interés	%	OCDE	1.39 (1.5)	0.88 (1.4)	0.80 (1.4)	0.82 (1.4)	0.93 (1.5)
Curva de tipos	Ratio	OCDE	1.8 (1.5)	1.97 (1.5)	1.95 (1.4)	2.02 (1.5)	1.92 (1.4)
Demanda interna	%	INE	1.18 (4.1)	0.63 (4.1)	0.58 (4.2)	0.46 (4.2)	0.77 (4.1)
Comercio Mundial	Índice	CPB	3.41 (5.9)	2.96 (5.1)	2.92 (5.0)	2.90 (5.1)	3.04 (5.2)
Materias Primas Industriales	Índice	Bloomberg	6.42 (19.0)	4.67 (17.9)	4.55 (17.6)	4.71 (18.1)	4.95 (17.8)

Nota: [1] Construcción (CNAE 41 y 42); [2] Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación (CNAE 36, 37 y 38); [3] Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (CNAE 01); [4] Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado (CNAE 35); [5] Transporte y almacenamiento (CNAE 49).

[*] Miles de euros a precios constantes en base 2016.

[**] Standard Precipitation Index calculado a partir de los datos de precipitación de AEMET.

2.2 Un modelo de datos de panel para el análisis de riesgo climático

Los datos biofísicos y socioeconómicos de los agentes a lo largo del tiempo continuo son una mezcla de series temporales y datos transversales, que son bidimensionales, por lo que para la estimación econométrica se ha utilizado un modelo de datos de panel (Wooldridge, 2010). La forma básica del modelo de datos de panel es:

$$y_{it} = f(x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit}) + u_{it} \quad [1]$$

En general, se acepta que los errores de modelo suelen constar de tres componentes principales:

$$u_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad [2]$$

α_i denota efectos individuales, efectos no observados, efectos fijos, etc. que no cambian con el tiempo. Estos efectos pueden incluir factores como la edad, el género, la ubicación, etc.

λ_t denota el efecto temporal y se utiliza para controlar el efecto del cambio a lo largo del tiempo.

ε_{it} es el término de error aleatorio para todo el modelo.

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it} \quad [3]$$

Dado que en la mayoría de los casos no es directamente observable o es difícil cuantificar tanto α_i como λ_t , tampoco entran en el modelo como variables explicativas, mientras que el papel de λ_t se incorpora a ε_{it} . Según los distintos estados de α_i , podemos clasificar los modelos de datos de panel en tres categorías: modelos de regresión mixta, modelos de efectos fijos y modelos de efectos aleatorios. Las diferencias se reflejan principalmente en el tratamiento de los efectos individuales. En el modelo de efectos fijos, α_i es una constante que representa todos los factores inobservables que no cambian con el tiempo. El término de intercepción es diferente para cada corte transversal individual y no cambia con el tiempo, es decir, α_i sólo es relevante para el individuo. Dado que α_i presenta heterogeneidad individual y no se observa, generalmente se supone que α_i está correlacionado con x_{it} . Los modelos pueden elegirse mediante el test de Hausman ampliamente utilizado en la literatura (Amini et al, 2012). Si la heterogeneidad del modelo es ortogonal a las variables

explicativas, es decir, las diferencias aleatorias interindividuales α_i son independientes de x_{it} , entonces el modelo debería establecerse como un modelo de efectos aleatorios, de lo contrario se establece como un modelo de efectos fijos. En este caso concreto, para todos los sectores se han estimado los distintos modelos y el test de Hausman ha mostrado que es más eficiente el modelo de efectos fijos, por lo que las estimaciones finales que se muestran se consideran en todos los casos en efectos fijos.

2.3 Redes neuronales para la simulación de escenarios de stress financiero

Una red neuronal combina neuronas artificiales para procesar información. La estructura de una red neuronal está formada por neuronas simples que están conectadas en una red por enlaces ponderados. Cada entrada se multiplica por los pesos que computa una función matemática que define la activación de la neurona. Otra función de activación calcula la salida de la neurona artificial que depende de un cierto umbral. Se puede formular el resultado una neurona mediante la siguiente ecuación:

$$Y = F(b + \sum_i w_i x_i) \quad [4]$$

Donde b es el sesgo de la neurona, w_i son las ponderaciones, x_i son las entradas, $F(\cdot)$ es la función de activación e Y representa la salida. Entre las distintas clases de redes neuronales en las predicciones realizadas se usa una red neuronal recurrente, en concreto una red autorregresiva, que es una red dinámica recurrente basada en un modelo autorregresivo lineal con conexiones de retroalimentación, que incluye varias capas de la red. Como ventajas sobre otros métodos se encuentran que recoge la no linealidad, incluso los cambios en forma de pico muy pronunciados. El problema se puede formular mediante la siguiente ecuación:

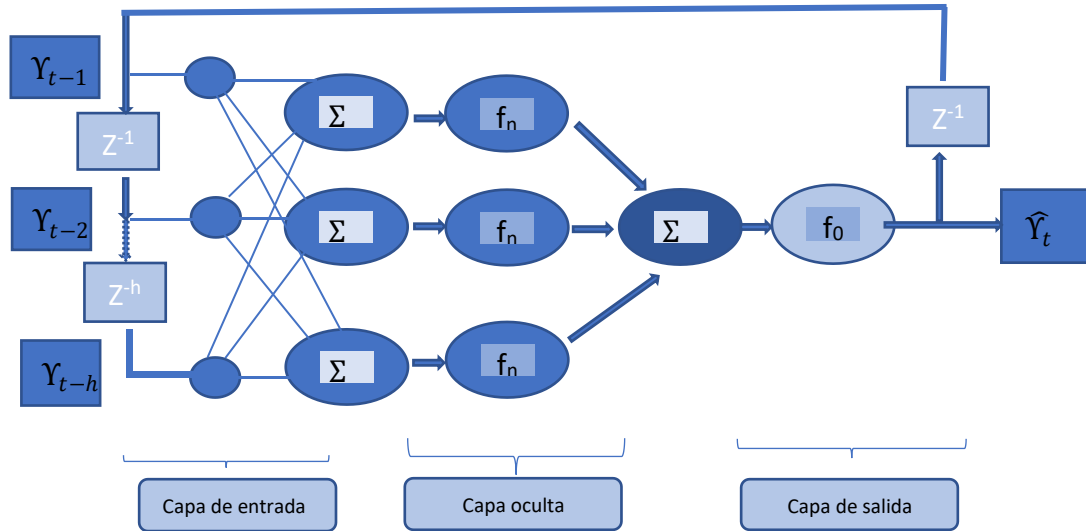
$$\hat{Y}_t = F(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-h}) + \varepsilon_t \quad [5]$$

La función F representa la respuesta de la red neuronal autorregresiva a los datos de entrada. La red neuronal se entrena usando un algoritmo de aprendizaje para aproximar la función $F(\cdot)$, que suele ser una función no lineal, optimizando repetidamente los pesos de la red para minimizar el error de predicción (E_t). En el tiempo t , la red neuronal se alimenta con los pasados h valores de y . Estos insumos se transfieren a través de múltiples capas de neuronas, donde cada neurona es

una unidad computacional caracterizada por la ecuación [4], en la Figura 1 se representa el proceso anteriormente descrito. En dicho gráfico se realiza una representación del proceso en el que se presenta una capa de entrada, una capa de oculta y una capa de salida. La regla de aprendizaje más común para este tipo de

redes es la de Levenberg-Marquardt, procedimiento de retro propagación. En la Figura 1 se representa la arquitectura de la red, se observa como la red se convierte en un bucle cerrado y los valores predichos se utilizan para proporcionar nuevas entradas de respuesta a la red.

Figura 1 Arquitectura de la red neuronal para la simulación de escenarios de estrés financiero.



3. RESULTADOS

3.1 Estimación de la semi-elasticidad climática para los sectores productivos

La Tabla 4 muestra la estimación econométrica de datos de panel para explicar los ingresos empresariales por sector. Como se ha indicado anteriormente, se han considerado los impactos que tienen en la producción tanto los inputs tradicionales y las variables financieras (variables de control) como el clima (variables de estado). La variable dependiente y los inputs se han considerado en logaritmos por lo que los coeficientes se pueden interpretar como elasticidades directas, es decir, el incremento porcentual que tiene lugar en los ingresos al aumentar los inputs en un 1%. En el caso de las variables climáticas y las variables financieras, se han incluido en nivel, por lo que los coeficientes estimados se pueden interpretar como semi-elasticidades, lo que sería el incremento porcentual que tiene lugar en los ingresos al incrementarse una unidad la variable explicativa en nivel (por ejemplo, cada grado adicional en el caso de las temperaturas). Se han considerado funciones cuadráticas puesto que el efecto del clima se considera no

lineal y se puede ver en la Tabla 4 que los efectos no lineales son en general significativos y por tanto relevantes. La interacción entre sequías y olas de calor se muestra como un factor clave en los ingresos, se ve que los eventos extremos compuestos potencian las pérdidas que pueden tener lugar. Como se puede observar en la Tabla 4, los efectos de las variables climáticas se muestran en los dos sentidos: hay efectos positivos y efectos negativos.

Tabla 4 Estimación en efectos fijos de los inputs sobre los ingresos empresariales por sector

Variable	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
	Media (t-test)	Media (t-test)	Media (t-test)	Media (t-test)	Media (t-test)
Log(Empleo)	0.375 (221.51) ***	0.469 (82.56) ***	0.296 (124.17) ***	0.481 (51.74) ***	0.537 (304.73) ***
Log(Materiales)	0.460 (615.42) ***	0.313 (113.37) ***	0.397 (300.24) ***	0.269 (86.83) ***	0.168 (246.72) ***
Log(Inmovilizado)	0.022 (25.27) ***	0.069 (21.40) ***	0.075 (44.33) ***	0.108 (20.20) ***	0.084 (79.86) ***
Temp son	0.008 (1.08)	0.019 (0.81)	0.045 (4.54) ***	-0.014 (-0.38)	-0.011 (-1.62)
Temp son ^2	0.000 (1.59)	-0.000 (-0.17)	-0.001 (-2.02) **	0.001 (1.04)	0.001 (2.84) ***
Temp def	0.000 (0.02)	-0.000 (-0.00)	0.011 (2.46) **	-0.003 (-0.20)	0.003 (0.88)
Temp def ^2	-0.000 (-0.16)	0.000 (0.23)	-0.000 (-0.33)	-0.002 (-2.01) **	-0.000 (-0.89)
Temp mam	-0.005 (-0.71)	0.028 (1.37)	-0.010 (-1.24)	-0.014 (-0.46)	0.030 (5.05) ***
Temp mam ^2	0.000 (1.91) *	-0.001 (-1.04)	0.001 (3.23) ***	0.001 (0.97)	-0.001 (-3.78) ***
Temp jja	-0.003 (-0.25)	-0.014 (-0.37)	-0.009 (-0.50)	-0.076 (-1.22)	-0.028 (-2.58) ***
Temp jja ^2	0.000 (1.35)	0.000 (0.45)	0.000 (0.03)	0.001 (0.98)	0.001 (2.81) ***
Prec son	-0.000 (-0.07)	-0.000 (-1.53)	0.000 (1.76) *	0.000 (2.10) **	0.000 (2.49) **
Prec son ^2	0.000 (0.29)	0.000 (1.48)	-0.000 (-1.94) *	-0.000 (-2.35) **	-0.000 (-2.62) ***
Prec def	0.000 (5.65) ***	0.000 (0.70)	0.000 (1.87) *	-0.000 (-1.61)	-0.000 (-1.91) *
Prec def ^2	-0.000 (-3.78) ***	-0.000 (-1.12)	-0.000 (-0.54)	0.000 (1.76) *	0.000 (1.72) *
Prec mam	0.000 (0.61)	-0.000 (-0.90)	0.000 (3.66) ***	0.001 (3.65) ***	-0.000 (-0.83)
Prec mam ^2	-0.000 (-0.96)	-0.000 (-0.06)	-0.000 (-3.26) ***	-0.000 (-2.14) **	0.000 (0.68)
Prec jja	0.000 (0.07)	0.000 (2.37) **	0.000 (0.25)	0.001 (2.37) **	0.000 (2.91) ***
Prec jja ^2	-0.000 (-0.26)	-0.000 (-2.66) ***	-0.000 (-0.88)	-0.000 (-2.24) **	-0.000 (-3.32) ***
Sequía	0.001 (0.22)	-0.017 (-2.07) **	0.004 (1.16)	-0.002 (-0.15)	-0.011 (-4.44) ***
Ola calor	0.063 (2.93) ***	0.100 (1.55)	-0.062 (-2.10) **	0.170 (1.51)	0.094 (4.75) ***
Sequía * Ola	-0.010 (-2.34) **	-0.016 (-1.34)	-0.007 (-1.34)	-0.034 (-1.67) *	0.001 (0.31)
pdebt_GDP	0.000 (0.06)	0.002 (2.90) ***	0.001 (3.31) ***	0.001 (0.56)	0.001 (3.45) ***
reer	-0.011 (-16.13) ***	0.001 (0.80)	0.011 (12.91) ***	0.007 (2.02) **	-0.000 (-0.47)
int_rate	0.049 (6.16) ***	0.018 (0.77)	-0.041 (-3.90) ***	-0.089 (-2.29) **	-0.006 (-0.84)
yc_spread	-0.021 (-21.55) ***	-0.010 (-4.06) ***	-0.019 (-15.64) ***	-0.016 (-3.46) ***	-0.009 (-10.70) ***
dom_demand	-0.006 (-12.46) ***	0.002 (1.57)	0.003 (4.80) ***	0.002 (0.74)	0.005 (13.37) ***
wt_index	0.004 (11.80) ***	-0.002 (-1.78) *	0.000 (0.22)	-0.010 (-5.38) ***	-0.001 (-4.34) ***
crb_index	0.001 (6.52) ***	0.000 (0.79)	-0.000 (-3.42) ***	0.001 (1.92) *	0.000 (1.94) *
pdebt_GDP_ola	-0.000 (-1.75) *	-0.000 (-1.02)	0.000 (2.49) **	-0.000 (-1.00)	-0.000 (-4.52) ***
int_rate_ola	-0.006 (-2.75) ***	-0.015 (-2.53) **	0.004 (1.60)	-0.015 (-1.44)	-0.009 (-4.74) ***
pdebt_GDP_temp	-0.000 (-6.28) ***	-0.000 (-2.42) **	-0.000 (-6.32) ***	-0.000 (-0.34)	-0.000 (-5.67) ***
int_rate_temp	0.000 (0.30)	-0.001 (-0.50)	-0.000 (-0.38)	0.003 (1.46)	0.001 (2.50) **
Constante	3012 (15.64) ***	3278 (5.64) ***	2723 (9.73) ***	5033 (5.38) ***	4430 (26.70) ***
Observaciones	683525	29819	226493	23302	272279

Nota: [1] Construcción (CNAE 41 y 42); [2] Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación (CNAE 36, 37 y 38); [3] Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (CNAE 01); [4] Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado (CNAE 35); [5] Transporte y almacenamiento (CNAE 49). En todas las estimaciones se incluyen dummies sectoriales a 4 dígitos. *** significativo al 1%; ** significativo al 5% y * significativo al 10%

Numerosos estudios previos sobre los impactos del cambio climático en la productividad a nivel físico (producción medida en unidades físicas) muestran una importante reducción de la producción (Ciscar et al 2012; Iglesias et al 2012; Estrela et al 2012; Hein et al 2009; Pörtner et al, 2022). Sin embargo, la senda de vulnerabilidad se suaviza o incluso muestra oportunidades de beneficio cuando se miden los impactos en unidades monetarias (Hjort 2016; Iglesias et al 2012; Quiroga and Suarez 2016). Esto es así porque los mercados competitivos funcionan como mecanismo balanceador a través de los cambios en los precios, tanto de productos como de factores, facilitando la distribución de recursos hacia sectores donde las oportunidades aparecen. En nuestro modelo, se consideran empresas que salen y empresas que entran en un mercado, por lo que la adaptación ocurre a nivel de mercado. Esto es, si una empresa muestra una vulnerabilidad alta y su productividad y por lo tanto ingresos se ven reducidos, irá a la quiebra y por lo tanto saldrá del mercado y de la muestra. A su vez, empresas nuevas aparecen para cubrir necesidades nuevas en sectores que pueden tener nuevas oportunidades en el contexto de cambio global (por ejemplo, en el sector de energías renovables) y pasan a formar parte de la muestra, lo que palia los efectos negativos en los ingresos globales.

Con respecto a los efectos de las variables financieras, se pueden observar los siguientes resultados de la estimación:

Deuda privada de los sectores no financieros sobre el PIB: tiene un efecto positivo significativo en los ingresos para la agricultura y el agua, esto puede ser debido a las ayudas públicas que dichos sectores reciben. También tiene un efecto significativo positivo para el transporte, aunque es de menor intensidad.

Índice de competitividad de España: su incremento indica que las exportaciones son más caras y las importaciones más baratas. Por tanto, implica una pérdida de competitividad. El signo negativo y significativo para el estimador del sector de la construcción implica un impacto negativo en sus ingresos. Sin embargo, para el sector primario el efecto es positivo. La diferencia entre ambos sectores se puede deber a que el sector de la construcción tiene una mayor dependencia del sector exterior y de la inversión extranjera directa.

Tipos de interés: cabe destacar para el tipo de interés como las ventas del sector de la construcción a diferencia de la agricultura y la energía, tiene signos de nuevo contrapuestos. El sector de la construcción es altamente procíclico, por tanto, en fases del ciclo de tipos altos las ventas son mayores frente a fases del ciclo descendentes y con bajadas de tipos. Por su parte recordemos que el sector primario suele estar altamente endeudado, sobre todo en el corto plazo, por lo que una subida de tipos [aumentan sus costes de financiación] puede dificultar inversiones que mejoren su productividad y tener una influencia negativa en sus ventas.

Curva de tipos de Interés: está definido como la ratio entre los tipos de interés a largo plazo de la deuda soberana y los tipos a corto plazo. En todos los sectores tiene una incidencia negativa y significativa, en momentos de incertidumbre y crisis en la economía española, la subida de tipos de la deuda soberana se produce por una menor demanda de bonos. Al bajar los precios de los bonos, suben los tipos (que están en el numerador de la variable). Por otra parte, las políticas monetarias en las recesiones suelen consistir en bajadas de los tipos de interés oficiales (corto plazo). En conjunto en dichas épocas este ratio sube y por el estado de la economía los ingresos bajan.

Crecimiento real de la demanda Interna: Tiene un efecto positivo y significativo sobre la agricultura y el transporte, sin embargo, como es común en la literatura, tiene un efecto negativo sobre la construcción, ya que se trata de un sector muy dependiente del exterior.

Índice del volumen comercial mundial: Para la construcción, sector que como ya hemos señalado depende en gran medida del exterior, unas mejores condiciones internacionales según los resultados tienen una influencia positiva y significativa. En cambio, para la energía y transporte se muestran resultados negativos y significativos. Estos sectores se han visto más perjudicados en sus ingresos ante subidas de esta variable. Esto puede ser debido a un efecto de costes proveniente del sector energético, que traspasándose al transporte repercute en sus ingresos, vía precio, disminuyendo sus ventas.

Índice de las materias primas industriales: presenta un impacto negativo en los ingresos del sector agrícola y positivo en el sector construcción, energía y transporte. Para el sector de la construcción puede ser porque un aumento del índice que provoca una mayor demanda a

nivel mundial, implica unas mayores ventas en el sector de la construcción. Para el sector de la agricultura el aumento del índice implica una disminución de ingresos, quizás por el aumento de costes y por la expulsión de empresas del sector que no alcanzan el punto muerto.

Por último, analizando los efectos cruzados entre variables climáticas y financieras, se pueden ver en la estimación los siguientes resultados:

Deuda privada de los sectores no financieros sobre el PIB y las olas de calor: sobre el sector del transporte este efecto interactivo provoca un efecto de reducción significativa en los ingresos, es decir con olas de calor el efecto positivo de esta variable sobre las ventas en este sector pasa de positivo a negativo.

Tipos de interés y olas de calor: en el sector de la construcción tiene un efecto negativo que anula el efecto positivo del tipo de interés. También para el sector del transporte el efecto cruzado acentúa el efecto negativo.

Deuda privada de los sectores no financieros sobre el PIB y Temperatura: tanto en la construcción, como en el agua, la agricultura y el transporte este efecto cruzado tiene un efecto negativo sobre las ventas.

Tipo de interés y Temperatura: en general el efecto cruzado no es significativo, pero en el sector del transporte tiene un ligero efecto positivo.

3.2 Distribución geográfica de los impactos del cambio climático por sector de actividad

Se ha llevado a cabo una estimación por áreas climáticas para entender las diferencias regionales en el riesgo climático para los distintos sectores de actividad. De esta forma se pueden detectar necesidades y oportunidades de adaptación a nivel de las distintas provincias una vez que se consideran conjuntamente los riesgos climáticos y financieros. El modelo se ha estimado para 4 regiones climáticas: (1) Oceánica, (2) Continental norte, (3) Continental sur, (4) Mediterránea. Para las proyecciones futuras, a cada empresa se le ha asignado el modelo correspondiente a su región climática y los datos espaciales proyectados para su provincia. La Figura 2 muestra la distribución espacial de los impactos proyectados para los

escenarios analizados en los distintos sectores de actividad. Se puede observar que es el sector del transporte el que presenta mayor probabilidad de capturar oportunidades asociadas al cambio climático. Aparecen oportunidades claras asociadas al sector de la construcción en la región oceánica aunque para el resto de las regiones el impacto del cambio climático será negativo. También se proyectan algunas oportunidades de mejora en el sector agrario, aunque cabe señalar que las proyecciones se basan en los resultados de base, y no tienen en cuenta restricciones de agua asociadas a políticas de gestión ambiental, y únicamente consideran la sequía meteorológica, no hidrológica, lo que es muy limitante (Wheeler et al, 2020). Se observa también que el sector más perjudicado en prácticamente todos los territorios es el sector de la Energía, aunque presenta algunas oportunidades en la región Continental sur y en el País Vasco y Navarra.

3.3 Simulación de los riesgos climáticos para 2030: el rol de las finanzas sostenibles sobre la vulnerabilidad sectorial

Las sendas de transición en los mercados se han simulado para el escenario RCP4.5 (escenario de estabilización) considerando únicamente los riesgos directos (climáticos) y también los riesgos de transición (financieros). Para ello, tal y como se ha comentado en la metodología, se han llevado a cabo simulaciones a través de redes neuronales de las variables financieras del modelo con un horizonte temporal hasta 2030. La Figura 3 muestra la proyección del Índice de competitividad para España (REER) y su rango de dispersión.

La Figura 4 muestra la proyección del impacto sobre los ingresos empresariales del riesgo climático y financiero. Se han comparado las proyecciones teniendo en cuenta únicamente el riesgo climático y aquellas que incluyen también el impacto de los mercados financieros, ya sea para favorecer la adaptación o para incrementar el riesgo inducido por el clima, según las características del sector.

Figura 2 Distribución espacial de los impactos del cambio climático sobre los ingresos empresariales por sector, 2020-2030 (RCP 4.5).

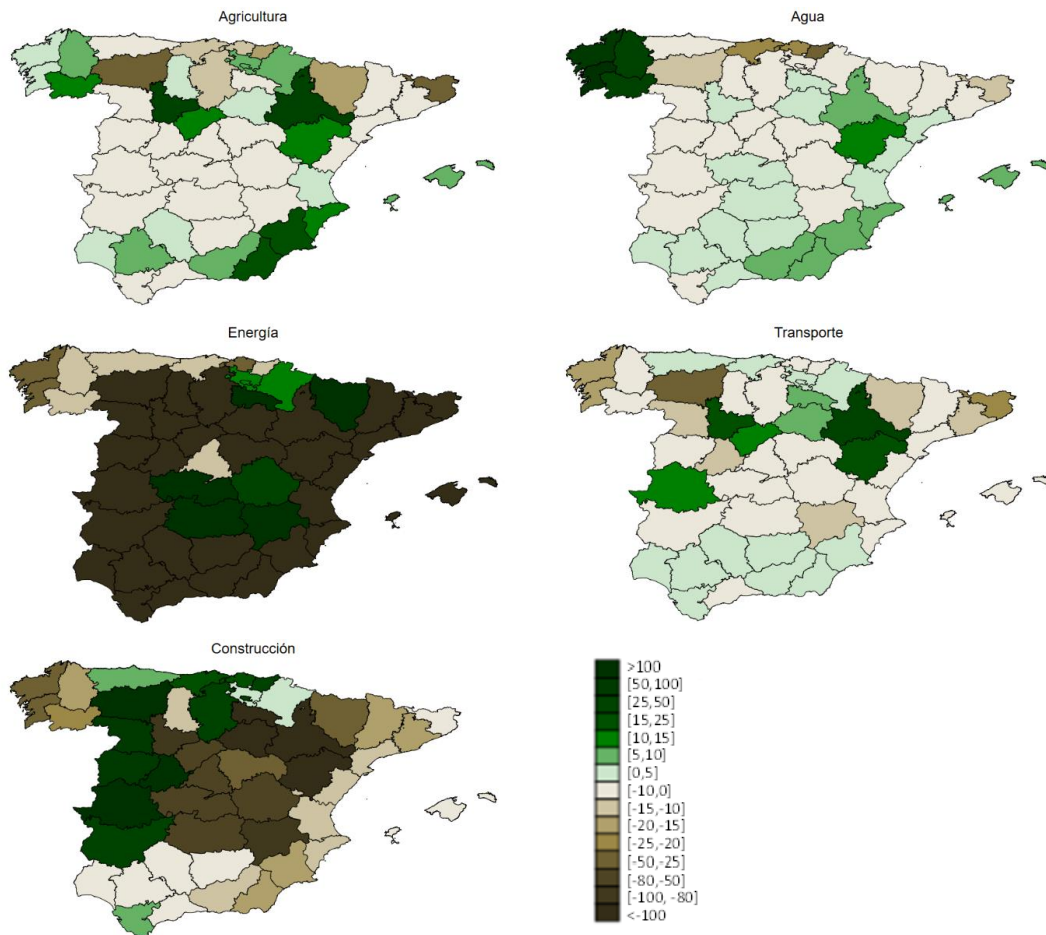


Figura 3 Proyección las variables financieras utilizadas para España. Test de stress para el horizonte temporal 2030.

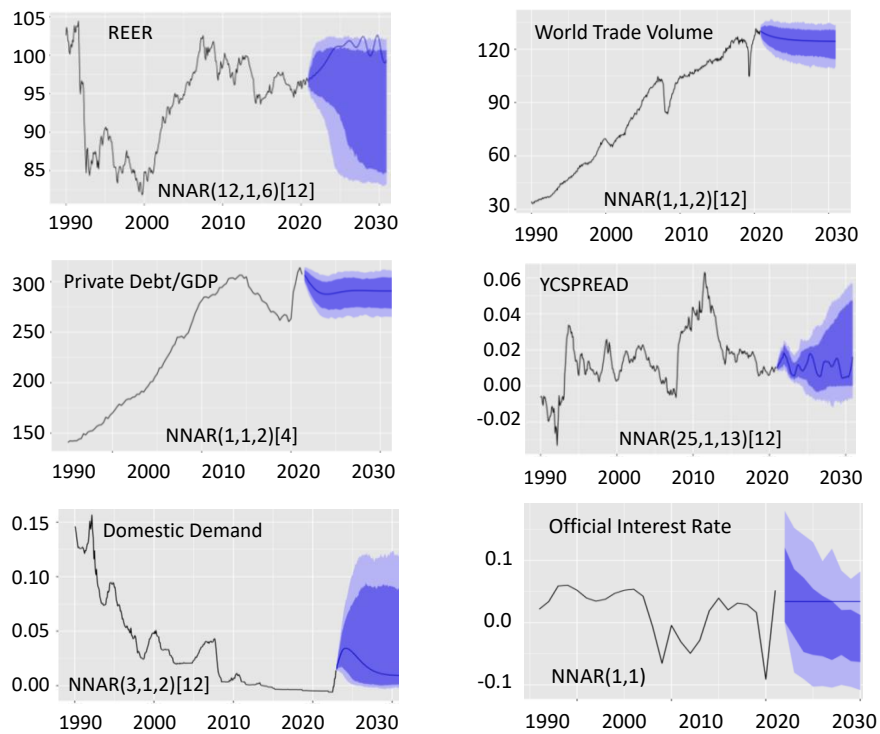
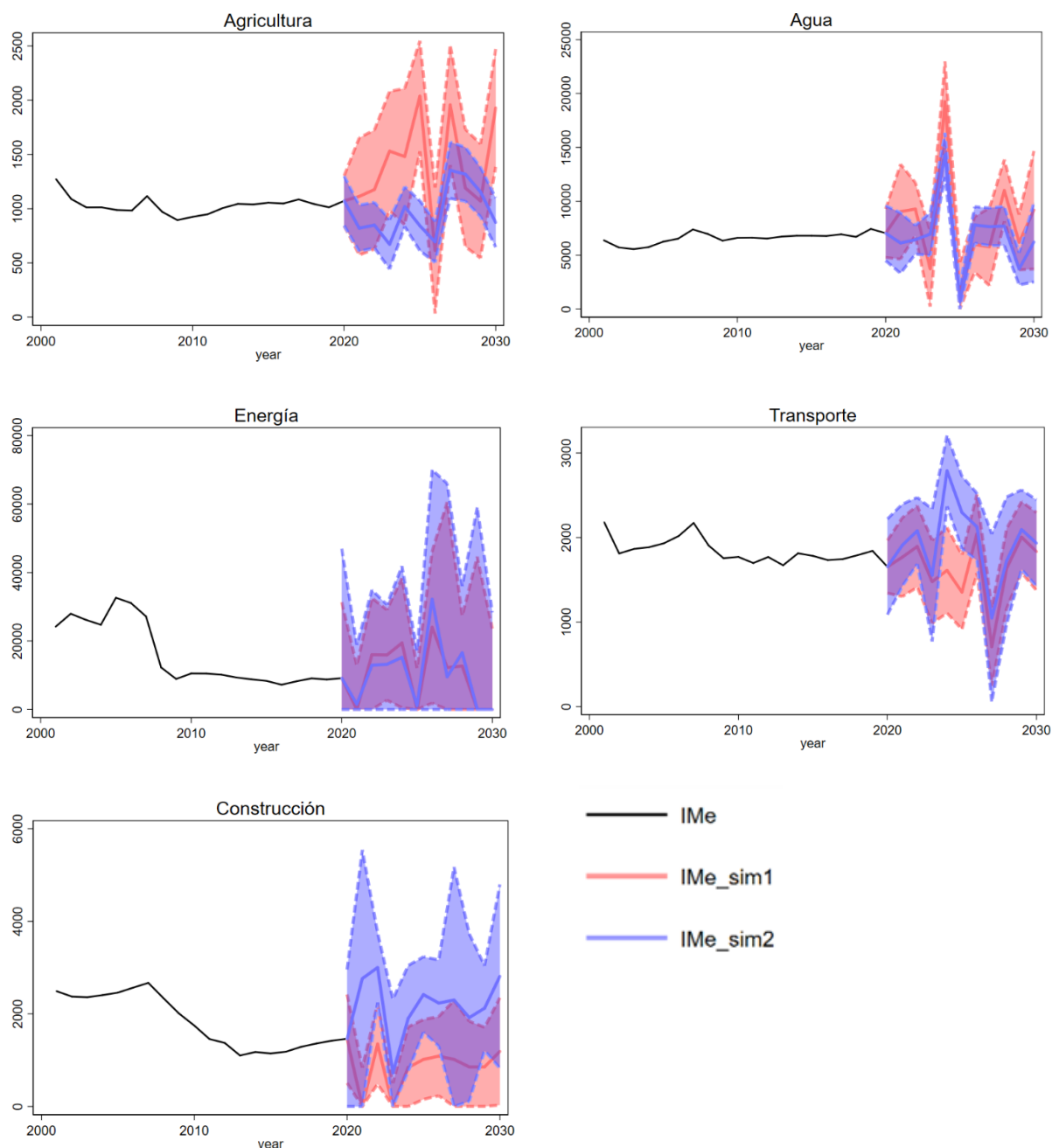


Figura 4 Evaluación del impacto de los mercados financieros en la adaptación al cambio climático en España (RCP4.5 horizonte temporal 2030).



Nota: IMe: el valor observado de ingreso medio de las empresas del sector; IMe_sim1: el valor de ingreso medio simulado considerando tanto proyecciones climáticas como de estrés financiero; IMe_sim2: el valor de ingreso medio simulado considerando sólo las proyecciones climáticas. Las bandas de error se han calculado a partir de la desviación típica correspondiente a las dos variables simuladas.

En la Figura 4 se puede observar que el valor del riesgo simulado incluyendo tanto estrés climático como financiero está por encima del riesgo simulado incluyendo únicamente estrés climático en los sectores de agricultura y agua. Aunque el sector del agua tiene un componente cíclico muy interesante, la amplitud o vola-

tilidad de las ventas se acentúa en el tramo de la predicción, sobre todo en la simulación del ingreso cuando se tienen en cuenta tanto el riesgo climático como financiero. Las variables financieras aparentemente tienen un efecto procíclico --aunque asincrónico en la mayor parte de tramos de la predicción-- por lo que

generan una mayor volatilidad en los ingresos. Posibles explicaciones de este comportamiento, pueden ser que a nivel climático, las sequías se vuelven más recurrentes, lo que baja las ventas, vía cantidad, pero aumenta los precios. Por tanto, la exacerbación del ciclo conjunto (IME_sim1), sugiere impactos negativos en el sector y en la economía en general. Incluso se podría decir que el desajuste que se produce entre los ciclos de IME_sim1 y IME_sim2, puede ser consecuencia de que los mercados no descuentan los problemas climáticos en dicho sector.

Siguiendo con la idea anterior, de sincronía-asincronía de los ciclos, el sector de la energía presenta una sincronía muy ajustada entre IME_sim1 y IME_sim2. Este sector es el que presenta una mayor expectativa de decrementos de ingresos, siendo el sector más afectado por el cambio climático. Sin embargo, aparentemente los efectos financieros tienen una influencia leve en las predicciones de los ingresos medios. La toma de conciencia de la gravedad a la que se enfrenta este sector puede ocasionar una reconversión más rápida, que además puede estar acompañada por las condiciones financieras.

En los sectores del transporte y de la construcción, cuando se añade el riesgo financiero el empeoramiento de los ingresos medios es manifiesto. Esto pone de manifiesto el hecho de que son sectores con una reconversión más lenta y difícil a una economía verde.

Por último, en el sector de la agricultura las predicciones de ingresos medios al incluir el ajuste de las variables financieras son mayores que cuando no se tiene en cuenta dicho ajuste. Este sector representa una demanda muy inelástica, pudiendo tener una gran influencia el efecto precio en la cantidad vendida. Además, como sector que se ocupa de bienes de primera necesidad, se puede esperar, que la economía no tenga otra opción que absorber el incremento de costes que se generará en el sector y que se transmitirá al mercado vía precio. Por tanto, las predicciones descuentan un efecto conjunto sobre las ventas, mayor cuando se incluye el componente financiero.

4. CONCLUSIONES

Este estudio analiza los impactos del cambio climático sobre la economía española cuando se tienen en cuenta el papel de las variables financieras y las políticas de mitigación.

Se desarrolla un enfoque para la estimación de los riesgos climáticos en España, en un contexto de cambio climático, analizados desde la perspectiva de las finanzas sostenibles. Con el fin de evaluar las vulnerabilidades potenciales inherentes al cambio climático en los sectores más frágiles en España, se ha analizado un conjunto de datos empresariales y se ha estimado un modelo en datos de panel para evaluar las implicaciones del riesgo observado en base a las características del sistema bio-físico y económico-financiero. Por último, se han proyectado simulaciones de los impactos previstos para el futuro, en la base del escenario representativo de emisiones RCP4.5 que responde a una política de mitigación al cambio climático, respondiendo a la dirección estratégica de la política climática europea para 2030.

Los resultados que se observan son una comparativa regional de los efectos climáticos por cada sector de actividad en relación con los ingresos empresariales y la respuesta financiera. Los impactos son diversos ya que dependen del sector y de la región. En general se observan los impactos más negativos en los sectores de la energía y la agricultura, aunque para algunas regiones muestran una ventana de oportunidad.

Al comparar los impactos cuando se consideran sólo los riesgos climáticos o también los ajustes financieros, se pueden observar también respuestas sectoriales muy distintas. Para los sectores de la agricultura y el agua, el efecto de las variables financieras suaviza en cierta medida el riesgo climático, mientras que lo agrava en sectores como la construcción o el transporte, que podrían tener más dificultades en la transición a una economía más descarbonizada. El sector de la energía podría presentar las mayores pérdidas en casi todas las regiones, aunque podría presentar una ventana de oportunidad en la región Continental sur y en el País Vasco y Navarra.

La combinación de proyecciones climáticas con test de estrés financiero puede contribuir a una mejor comprensión de los riesgos climáticos y de transición a economías más verdes.

5. REFERENCIAS

- Amini, S., Delgado, M. S., Henderson, D. J., & Parmeter, C. F. (2012). Fixed vs random: the Hausman test four decades later. In *Essays in honor of Jerry Hausman* (Vol. 29, pp. 479-513). Emerald Group Publishing Limited.
- Armeliu, H., Belfrage, C. J., Stenbacka, H. (2014). The mystery of the missing world trade growth after the global financial crisis. *Sveriges Riksbank Economic Review*, 3, 7-22.
- Benrhmach, Ghassane & Namir, Khalil & Namir, Abdelwahed & Bouyaghroumni, Jamal. (2020). Nonlinear autoregressive neural network and extended Kalman filters for prediction of financial time series. *Journal of Applied Mathematics*, 2020, 1-6.
- Bobeica, E., Esteves, P. S., Rua, A., Staehr, K. (2016). Exports and domestic demand pressure: a dynamic panel data model for the euro area countries. *Review of World Economics*, 152, 107-125
- Boussaada, Z., Curea, O., Remaci, A., Camblong, H., Mrabet Bellaaj, N. (2018). A nonlinear autoregressive exogenous (NARX) neural network model for the prediction of the daily direct solar radiation. *Energies*, 11(3), 620.
- Ca'Zorzi, M., Schnatz, B. (2010), Explaining and forecasting Euro Area exports: Which competitiveness indicator performs best?, in De Grauwe, P. (Ed.), *Dimensions of Competitiveness*: 121-147, Cambridge MA: The MIT Press.
- Campa, J.M. (2004), Exchange rates and trade: how important is hysteresis in trade? *European Economic Review*, 48: 527-548
- Caporale, G. M., Gil-Alana, L. A., Malmierca, M. (2021). Persistence in the private debt-t-GDP ratio: evidence from 43 OECD countries. *Applied Economics*, 53(43), 5018-5027.
- Chauvet, M., Potter, S. (2005). Forecasting recessions using the yield curve. *Journal of Forecasting*, 24(2), 77-103.
- Christodouloupoulou, S., Tkačevs, O. (2016), Measuring the effectiveness of cost and price competitiveness in external rebalancing of euro area countries. What do alternative HCIS tell us? *Empirica*, 43: 487-531
- Chua, W. F., James, R., King, A., Lee, E., & Soderstrom, N. (2022). Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) Implementation: An Overview and Insights from the Australian Accounting Standards Board Dialogue Series. *Australian Accounting Review*, 32(3), 396-405.
- Ciscar, J. C., Soria, A., Goodess, C. M., Christensen, O. B., Iglesias, A., Garrote, L., van Regemorter, D. (2009). Climate change impacts in Europe. Final report of the PESETA research project (No. JRC55391). Joint Research Centre (Seville site).
- Ciscar, J. C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabó, L., Van Regemorter, D., Amelung, B., Soria, A. (2011). Physical and economic consequences of climate change in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2678-2683.
- Di Nunno, F., Granata, F., Gargano, R., de Marinis, G. (2021). Prediction of spring flows using nonlinear autoregressive exogenous (NARX) neural network models. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(6), 350.
- Esteves, P. S., Rua, A. (2015). Is there a role for domestic demand pressure on export performance? *Empirical Economics*, 49(4), 1173-1189.

- Estrela, T., Pérez-Martin, M. A., & Vargas, E. (2012). Impacts of climate change on water resources in Spain. *Hydrological Sciences Journal*, 57(6), 1154-1167.
- Estrella, A. (2005). Why does the yield curve predict output and inflation? *The Economic Journal*, 115(July), 722-744.
- Fakhroeslam, M., Bozorgmehry Boozarjomehry, R., Sahlodin, A. M., Sin, G., Mansouri, S. S. (2021). Dynamic simulation of natural gas transmission pipeline systems through autoregressive neural networks. *Industrial; Engineering Chemistry Research*, 60(27), 9851-9859.
- Fetting, C. (2020). The European Green Deal. ESDN Report.
- González-Zeas D, Quiroga S, Iglesias A, Garrote L (2014). Looking beyond the average agricultural impacts in defining adaptation needs in Europe. *Regional Environmental Change*. 14, 1983-1993.
- Hamilton, J.D. (2011). Calling recessions in real time. *International Journal of Forecasting*, 27(4), 1006-1026.
- Hein, L., Metzger, M. J., & Moreno, A. (2009). Potential impacts of climate change on tourism; a case study for Spain. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2), 170-178.
- Hjort, I. (2016). Potential climate risks in financial markets: A literature overview. Memorandum 01/2016, Oslo University, Department of Economics.
- Iglesias, A., Garrote, L., Quiroga, S., Moneo, M. (2012). A regional comparison of the effects of climate change on agriculture in Europe. *Climatic Change*, 112, 1, 29-46.
- Jeong, K. S., Kim, D. K., Jung, J. M., Kim, M. C., Joo, G. J. (2008). Non-linear autoregressive modelling by Temporal Recurrent Neural Networks for the prediction of freshwater phytoplankton dynamics. *Ecological Modelling*, 211(3- 4), 292-300.
- Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Tignor, M., Alegría, A., ... & Okem, A. (2022). IPCC, 2022: Summary for policymakers.
- Katayama, M. (2009). Improving recession probability forecasts in the US economy. Louisiana State University Working paper.
- Kauppi, H., Saikkonen, P. (2008). Predicting US recessions with dynamic binary response models. *The Review of Economics and Statistics*, 90(4), 777-791.
- Koo, R. (2003). Balance sheet recession: Japan's struggle with uncharted economics and its global implications. John Wiley & Sons Incorporated, Singapore.
- Koo, R. (2009). The Holy Grail of Macroeconomics: Lessons from Japan's Great Recession. John Wiley & Sons Incorporated, Singapore.
- Laborda, J., Salas, V., Suarez, C. (2020). Manufacturing firms' export activity: Business and financial cycles overlaps! *International Economics*, 162, 1-14.
- Laborda, J., Salas, V., Suárez, C. (2021). Financial Constraints on R&D Projects and Minsky Moments: Containing the Credit Cycle. *Journal of Evolutionary Economics*, 31, 1089-1111
- Minsky, H.P. (1986). *Stabilizing an unstable economy*. Yale University Press, New Haven
- Minsky, H.P. (1992). The financial instability hypothesis, Working paper 74, The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.

- Narejo, S., Pasero, E. (2016). Time series forecasting for outdoor temperature using nonlinear autoregressive neural network models. *Journal of Theoretical; Applied Information Technology*, 94(2).
- Panja, M., Kumar, U., Chakraborty, T. (2022). An Interpretable Probabilistic Autoregressive Neural Network Model for Time Series Forecasting. arXiv:2204.09640.
- PNACC (2020). Plan Nacional de Adaptación Al Cambio Climático 2021-2030. Madrid. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf.
- Potdar K. and Kinnerkar, R. (2017). A non-linear autoregressive neural network model for forecasting Indian index of industrial production; IEEE Region 10 Symposium (TENSYP), Cochin, India, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/TENCONSpring.2017.8069973.
- Quiroga, S., Iglesias, A. (2009). "A comparison of the climate risks of cereal, citrus, grapevine and olive production in Spain". *Agricultural Systems*, 101, 91-100.
- Quiroga, S., Suárez, C. (2016). Climate change and water scarcity effects on the rural income distribution in the Mediterranean: A case study for Spain. *Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS)*, 16, 1369-1385
- Rather, A. M. (2011). A prediction based approach for stock returns using autoregressive neural networks. In 2011 World Congress on Information and Communication Technologies, IEEE (1271-1275).
- Riahi, K., Van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'neill, B. C., Fujimori, S., ... & Tavoni, M. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, 153-168.
- Sanz MJ, Galán E. (2022). Impactos del cambio climático en España. *Papeles de Energía*, 16, 37-63.
- Schlickenrieder, J., Quiroga, S., Diz, A., & Iglesias, A. (2011). Impacts and adaptive capacity as drivers for prioritising agricultural adaptation to climate change in Europe. *Economía Agraria y Recursos Naturales-Agricultural and Resource Economics*, 11(1), 59-82.
- Taherdangkoo, R., Tatomir, A., Taherdangkoo, M., Qiu, P., Sauter, M. (2020). Nonlinear autoregressive neural networks to predict hydraulic fracturing fluid leakage into shallow groundwater. *Water*, 12(3), 841.
- Wheeler, S.A., Xu, Y. & Zuo, A. (2020). Modelling the climate, water and socio-economic drivers of farmer exit in the Murray-Darling Basin. *Climatic Change* 158, 551–574.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press

Últimos títulos publicados

WORKING PAPERS

- WP05/23** Peters, Moritz: *"La transición al vehículo eléctrico: La perspectiva Alemana"*.
- WP04/23** Bazah, Najat y Sánchez-Fuentes, A. Jesús: *Tener hijos en España: ¿un deseo incumplido? La fecundidad como variable para abordar el reto demográfico*.
- WP03/23** Garcia, Manuel; Paz, María José y Rísquez, Mario: *Análisis de la transición al vehículo eléctrico en Europa desde un enfoque centro-periferia*.
- WP02/23** García Duch, Miguel: *Balance of Payments Constrained Growth in the Eurozone: Evidence on Multi-Sector Thirlwall's Law for a Sample of 9 Founding Euro Countries, 1992-2019*.
- WP01/23** Herrero, Daniel y Pérez Ortíz, Laura: *Occupational change in Europe after the Great Recession*.
- WP07/22** Rísquez Ramos, Mario: *¿Hacia un cambio de modelo productivo? El rol de las grandes empresas y el capital extranjero en la economía española*.
- WP06/22** Borrell, Josep: *Beyond sanctions: what future for Russia?*
- WP05/22** Cárdenas, Luis y Arribas, Javier: *Los efectos de la desregulación sobre las relaciones laborales en Europa: de la Gran Recesión a la crisis del Covid-19*.
- WP04/22** Gil-Bermejo, Celia; Onrubia, Jorge y Sánchez-Fuentes, A. Jesús: *Inequality and poverty in the European Union: In search of lost dynamics*
- WP03/22** Onrubia, Jorge; Plaza Rocío y Sánchez-Fuentes, A. Jesús: *Una Síntesis cuantitativa del cumplimiento de la Agenda 2030 de la Unión Europea*.
- WP02/22** Gil-Bermejo, Celia; Onrubia, Jorge y Sánchez-Fuentes, A. Jesús: *Graphical Modelling of multivariate panel data models*.
- WP01/22** Castillo Molina, Yury: *Profundizando en la paradoja de la apertura: Evidencias sobre el efecto del temor a la imitación*.
- WP03/21** Rial Quiroga, Adrián: *Baumol's diseases: a subsystem perspective*.
- WP02/21** Yang, Li : *La estrategia de la búsqueda de activos de las empresas multinacionales de países emergentes, transferencia de conocimiento y modernización industrial: El caso de China*
- WP01/21** Castillo Manteca, Jose Manuel : *Crisis de la deuda en Grecia y gestión del programa económico de austeridad por parte de Syriza*.
- WP06/20** Vilariño, Ángel; Alonso, Nuria; Trillo, David : *Análisis de la sostenibilidad de la deuda pública en España*
- WP05/20** Herrero, Daniel : *Productive linkages in a segmented model: analyzing the role of services in the exporting performance of German manufacturing*
- WP04/20** Braña Pino, Francisco-Javier : *Cuarta revolución industrial, automatización y digitalización: una visión desde la periferia de la Unión Europea en tiempos de pandemia*
- WP03/20** Cerdá, Elena: *Claves de internacionalización de las universidades españolas. Las universidades públicas madrileñas en el Horizonte 2020*.
- WP02/20** Fuertes, Alberto: *External adjustment with a common currency: The Case of the Euro Area*
- WP01/20** Gómez Gómez, Marina: *La gestación subrogada: un análisis desde una perspectiva comparativa y del sistema español de Derecho internacional privado*
- WP05/19** Biurrún, Antonio: *New empirics about innovation and inequality in Europe*
- WP04/19** Martín, Diego: *Entre las agendas globales y la política territorial: estrategias alimentarias*

urbanas en el marco del Pacto de Milán (2015-2018)

- WP03/19** Colón, Dahil: *Instituciones Extractivas e Improductivas: El caso de Puerto Rico*
- WP02/19** Martínez Villalobos, Álvaro. A: *Cooperación en empresas subsidiarias en España*
- WP01/19** García Gómez, Raúl; Onrubia, Jorge; Sánchez-Fuentes, A. Jesús: *Is public Sector Performance just a matter of money? The case of the Spanish regional governments*
- WP02/18** García-García, Jose-Marino; Valiño Castro, Aurelia; Sánchez Fuentes, Antonio-Jesús: *Path and speed of spectrum management reform under uncertain costs and benefits.*
- WP01/18** Sanahuja, José Antonio: *La Estrategia Global y de Seguridad de la Unión Europea: narrativas securitarias, legitimidad e identidad de un actor en crisis.*
- WP09/17** Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Public debt and economic growth: Further evidence for the euro area.*
- WP08/17** Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Nonfinancial debt and economic growth in euro-area countries.*
- WP07/17** Hussain, Imran, y Sosvilla-Rivero, Simón: *Seeking price and macroeconomic stabilisation in the euro area: the role of house prices and stock prices*
- WP06/17** Echevarria-Icazaa, Victor y Sosvilla-Rivero, Simón: *Systemic banks, capital composition and CoCo bonds issuance: The effects on bank risk.*
- WP05/17** Álvarez, Ignacio; Uxó, Jorge y Febrero Eladio: *Internal devaluation in a wage-led economy. The case of Spain.*
- WP04/17** Albis, Nadia y Álvarez Isabel.: *Estimating technological spillover effects in presence of knowledge heterogeneous foreign subsidiaries: Evidence from Colombia.*
- WP03/17** Echevarria-Icazaa, Victor. y Sosvilla-Rivero, Simón: *Yields on sovereign debt, fragmentation and monetary policy transmission in the euro area: A GVAR approach.*
- WP02/17** Morales-Zumaquero, Amalia.; Sosvilla-Rivero, Simón.: *Volatility spillovers between foreing-exchange and stock markets.*
- WP01/17** Alonso, Miren.: *I open a bank account, you pay your mortgage, he/she gets a credit card, we buy health insurance, you invest safely, they... enjoy a bailout. A critical analysis of financial education in Spain.*
- WP04/16** Fernández-Rodríguez Fernando y Sosvilla Rivero, Simón: *Volatility transmission between stock and exchange-rate markets: A connectedness analysis.*
- WP03/16** García Sánchez, Antonio; Molero, José; Rama, Ruth: *Patterns of local R&D cooperation of foreign subsidiaries in an intermediate country: innovative and structural factors.*
- WP02/16** Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Debt-growth linkages in EMU across countries and time horizon.*
- WP01/16** Rodríguez, Carlos; Ramos, Javier: *El sistema español de Garantía Juvenil y Formación Profesional Dual en el contexto de la Estrategia Europea de Empleo.*

OCCASIONAL PAPERS

- OP 01/23** Borrell, Josep: *Lo que defiende la Unión en Gaza y en el conflicto israelí-palestino, 17 de noviembre 2023.*
- OP 01/22** Borrell, Josep: *Discurso del Alto Representante, Josep Borrell. Consejo de Seguridad de la ONU, 15 de junio de 2022.*
- OP 02/21** Borrell, Josep: *The EU's strategy for the Indo-Pacific.*
- OP 01/21** Mangas, Araceli: *El territorio del Estado: Perspectiva desde el derecho internacional.*
- OP 04/20** Conde Pérez, E. (coord.): Proyecto I+D+i "Fiscalización internacional de drogas: problemas y soluciones" (DER-2016-74872-R) - *Ensayos para un nuevo paradigma en la política de drogas*
- OP 03/18** Conde Pérez, E. (coord.): Proyecto Jean Monnet - *La Unión Europea y la seguridad: defensa de los espacios e intereses comunes*
- OP 02/17** Braña, Francisco J.; Molero, José: *The economic role of the State on the Spanish democratization and "development" process. A case of success?*
- OP 01/16** Borrell, Josep; Mella, José María; Melle, Mónica; Nieto, José Antonio. *"¿Es posible otra Europa? Debate abierto."*