



PensamENTs | 10 septiembre 2025

Dr. Sergio Sastre | ENT

**Indicadores de economía circular y contabilidad de flujos materiales: hacia un marco armonizado de indicadores de economía circular para las regiones de la UE. El caso de España**

# 0. LA ECONOMÍA CIRCULAR COMO CAPÍTULO DE UNA SAGA...

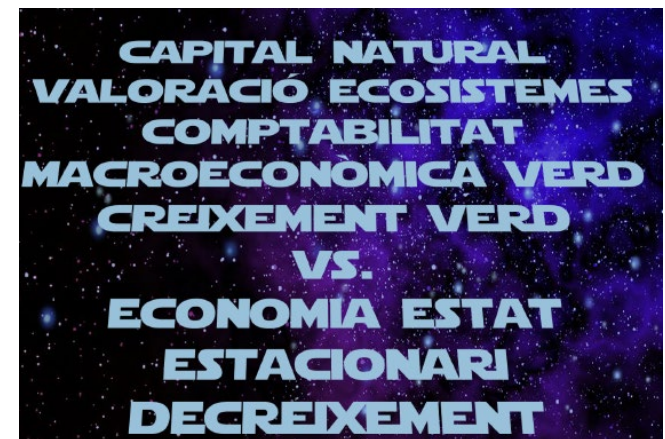
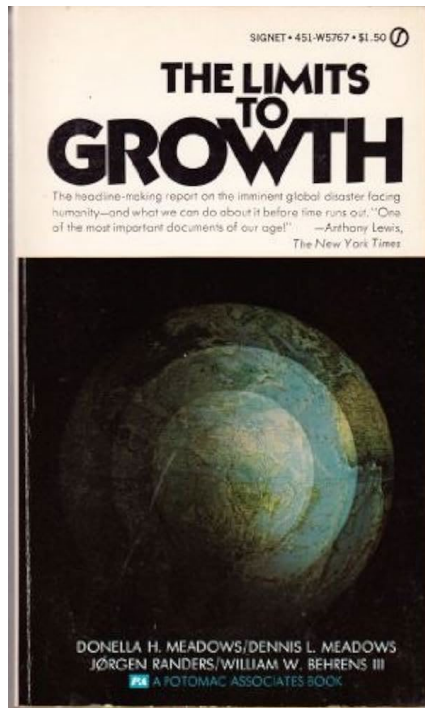
Una saga de ideas/marcos mentales que lidian con la cuestión de las leyes de la termodinámica en el contexto del proceso económico.

## GENEALOGIA DE L'ECONOMIA ECOLÒGICA (Joan Martínez Alier)



# 0. LA ECONOMÍA CIRCULAR COMO CAPÍTULO DE UNA SAGA...

Una saga de ideas/marcos mentales que lidian con la cuestión de las leyes de la termodinámica en el contexto del proceso económico.



# 1. INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR Y CFM

La economía circular, sin tener muy claro qué es (o quizá por eso), es exitosa en su implantación en las políticas públicas



Resources, Conservation & Recycling 127 (2017) 221–232

Contents lists available at ScienceDirect

**Resources, Conservation & Recycling**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/resconrec](http://www.elsevier.com/locate/resconrec)

Review

**Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions**

Julian Kirchherr<sup>a</sup>, Denise Reike, Marko Hekkert

*Innovation Studies Group, Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University, The Netherlands*

 CrossMark

# 1. INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR Y CFM

Environmental Science and Policy 109 (2020) 64–72

Contents lists available at ScienceDirect

**Environmental Science and Policy**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envsci](http://www.elsevier.com/locate/envsci)




From elite folk science to the policy legend of the circular economy

Mario Giampietro<sup>a,b,\*</sup>, Silvio O. Funtowicz<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain  
<sup>b</sup> ICREA, Pg. Lluís Companys 23, 08010 Barcelona, Spain  
<sup>c</sup> Centre for the Study of the Sciences and the Humanities, University of Bergen, Norway

ARTICLE INFO

Keywords:  
 Circular economy  
 Decoupling  
 Life-support system  
 Policy legend  
 Uncomfortable knowledge  
 Post-Normal science

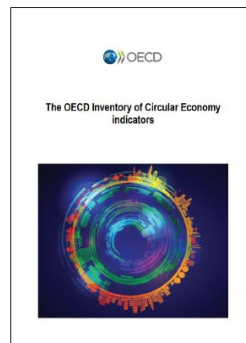
ABSTRACT

This paper explores the implications of the widespread success of the term circular economy in the institutional and public debate. The concept of circular economy in itself implies a logical contradiction: on the one hand, the concept acknowledges the dependence of the economy on biophysical flows; on the other hand, the proposed solution—a business model guaranteeing a full decoupling of the economy from natural resources—seemingly ignores that biophysical processes are subject to thermodynamic constraints. A biophysical view of the sustainability predicament—the flows exchanged between the technosphere and the biosphere — is depicted to show that the idea of a full decoupling is simply due to ignorance of the knowledge generated in (inter)disciplinary scientific fields other than the dominant economic one. The success of economics as an ‘elite folk science’ is explained by the need of the establishment to ignore uncomfortable knowledge that would destabilize existing institutions. **The success of the term circular economy can be seen as an example of socially constructed ignorance in which folk tales are used to depoliticize the sustainability debate and to colonize the future through the endorsement of implausible socio-technical imaginaries. A strategy that can lead to an irresponsible management of expectation: implausible master narratives are impossible to govern.** Rather than continuing to impose technocratic plans, as if we knew the optimal thing to do, Post-Normal Science suggests that it is much more effective and responsible to adopt a flexible management approach, exploring the ability of self-organization of social-ecological systems.

“The success of the term circular economy can be seen as an example of **socially constructed ignorance** in which folk tales are used to **depoliticize the sustainability debate** and to colonize the future through the endorsement of **implausible socio-technical imaginaries.**”

# 1. INDICADORES DE ECONOMÍA CIRCULAR Y CFM

- Es un término consolidado en las políticas ambientales europeas
- Su consolidación ha dado lugar a una **necesidad de métricas y KPI con base cuantitativa**
- Existe una falta de armonización global de estas métricas
- Existe cierto consenso sobre que **el núcleo de estas métricas está en la contabilidad de flujos materiales**

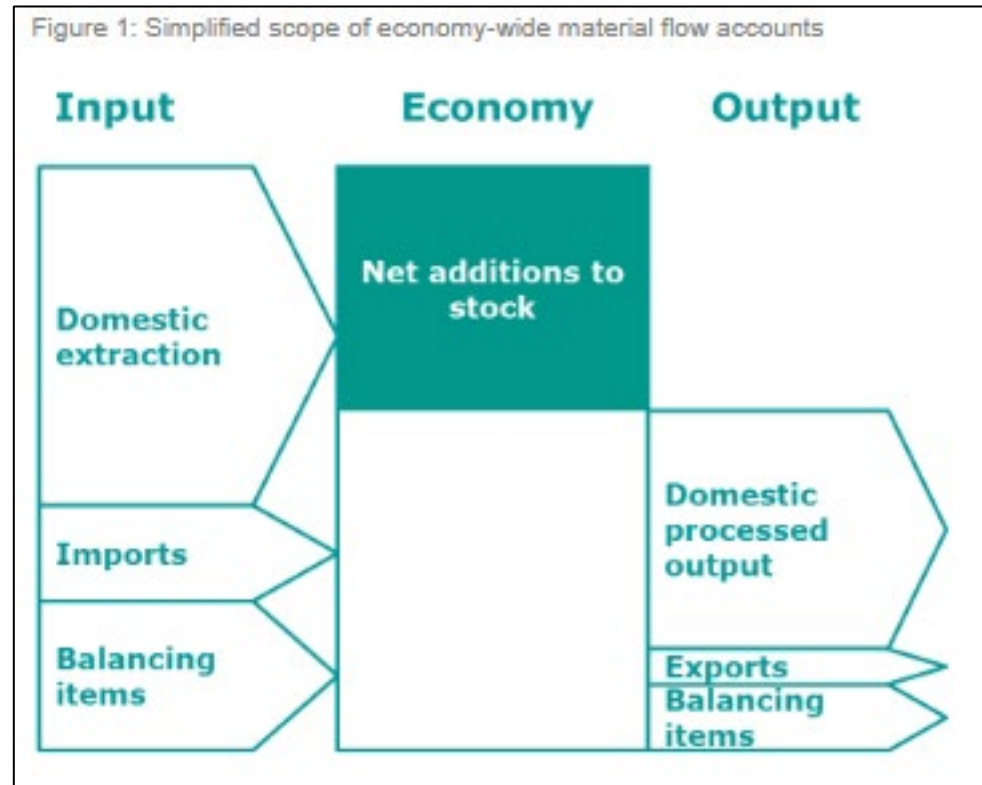
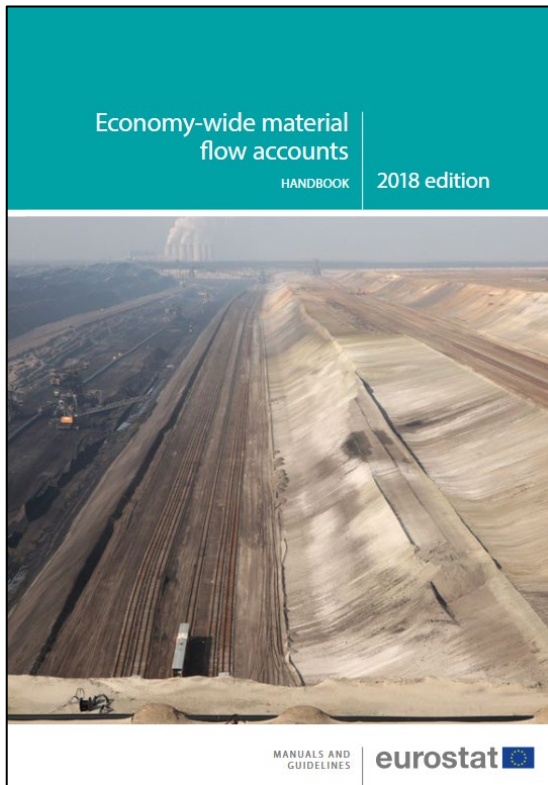


The Inventory collects 474 indicators and draws from Chapter 5 of the OECD 2020 report: The Circular Economy in Cities and Regions. The Inventory is intended to be a dynamic tool that will be updated, following the progress cities, regions and national governments are making in measuring advancements towards the circular economy.

## 2. CONTABILIDAD DE FLUJOS MATERIALES

- Metodología **armonizada** a escala de Estados miembros de la UE desde 2001 (primer **manual de Eurostat**)
  
- **Consolidada** en el tiempo y revisada (2013, 2018) con ligeros ajustes y nuevos despliegues ligados al input-output (materias primas equivalente, etc.)
  
- Aporta los **principales indicadores de uso de recursos y productividad material** a escala EU y global:
  - **Extracción doméstica (recursos propios)**
  - **Consumo doméstico de materiales**
  - **Balances comerciales físicos (dependencia exterior)**
  - **Productividad material**

# 2. MARCO CONCEPTUAL DE LA CFM



# 3. LA CFM EN EL CONTEXTO DEL MARCO DE MONITORIZACIÓN DE EC DE LA UE

## CIRCULAR ECONOMY

# Monitoring framework

- Overview
- Monitoring framework**
- Database
- Visualisations
- Publications
- Information on data ▼

Please note that for some indicators displayed below, data is only available for the EU as a whole and not for EU countries.

European Union
▼
🔗

Production and consumption
▲

Value
Data
Trend
Metadata

# 3. LA CFM EN EL CONTEXTO DEL MARCO DE MONITORIZACIÓN DE EC DE LA UE

## → Indicadores derivados de la CFM

- Material footprint
- Resource productivity
- Contribution of recycled materials to raw materials demand
- Trade in recyclable raw materials
- Consumption footprint
- Material import dependency
- EU self-sufficiency for raw material

## ● Marco de indicadores de EC no armonizado a escala EEMM/subestatal

→ **LA CFM es el núcleo cuantitativo de los indicadores de economía circular**

● La base cuantitativa de muchos de los indicadores sí está armonizada

? **¿Tenemos CFM en España?**

? **¿Tenemos CFM en las CCAA?**

? **¿Cómo se traslada a los marcos de indicadores de EC?**

# 4. LA CFM EN ESPAÑA

## Todos los Estados miembros elaboran CFM para Eurostat (estadística oficial)

### Domestic material consumption per capita

Online data code: ten00137 | DOI: 10.2908/ten00137 | last update: 04/07/2025 23:00 | view: FULL

Source of data: Eurostat (env\_ac\_mfa)

Show description

Selection

Row: Geopolitical entity (reporting) | 41/41 values displayed

Column: Time | 12/12 values displayed

Time frequency: Annual | Environment indicator: Domestic material consumption | Materials: Total | Unit of measure: Tonnes per capita

Table | Line | Bar | Map

⚠ This dataset contains important flags.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>GEO</b>											
European Union - 27 countries (from 2020)	13.674 (s)	13.818 (s)	13.83 (s)	13.786 (s)	14.147 (s)	14.357 (s)	14.512 (s)	13.911	14.527	14.421	13.518
Belgium	13.269	13.121	12.944	12.882	13.126	12.578	13.898	11.854	11.586	12.969	12.32
Bulgaria	17.33 (e)	19.225	21.891	19.564 (e)	28.46	21.278	21.746	21.617	24.124	25.163	22.862
Croatia	14.752	15.238	15.853	15.889	15.8	16.882	16.885	14.859	15.868	15.752	13.923
Denmark	22.152	22.147	22.888	24.887	24.351	24.359	24.36	23.918	24.881	25.7	22.84
Germany	15.828	15.874	15.214	15.392	15.417	14.89	14.331	13.985	14.262	13.7	12.296
Estonia	28.587	27.178	26.947	26.852	30.841	31.928	28.759	27.414	26.269	26.741	24.47
Ireland	22.187	21.469	21.962	23.265	24.236	25.427	25.541	23.466	23.23	23.977	22.733
Greece	13.467	13.95	13.38	12.687	12.527	12.212	11.591	18.217	18.553 (e)	18.885	18.883
Spain	8.31	8.36	8.786	8.563	8.741	9.479	9.221	8.951	9.286	9.843	8.642
France	11.643	11.491	10.856	10.686	11.584	11.328	12.663	11.371	12.386	11.791	11.744
Croatia	18.882	9.264	9.888	18.255	18.273	18.68	11.136	11.425	11.611	11.981	12.631
Italy	8.616	8.491	8.31	8.348	8.347	8.364	8.463	7.97	8.786	8.884	8.296
Cyprus	13.896	13.837	13.876	15.354	18.849	17.768	18.884	17.893	19.478	18.941	19.686
Latvia	12.448	12.886	12.946	11.724	13.239	14.536	14.667	14.824	16.119	16.985	14.845
Lithuania	15.65	14.811	14.941	15.652	17.737	17.587	18.841	19.932	28.689	28.185	28.871
Luxembourg	21.246	21.814	24.416	24.881	24.982	23.842	22.879	22.469	24.171	23.492	21.37
Hungary	18.899	13.832	12.857	12.357	13.895	15.926	16.556	14.347	14.29	13.544	13.36
Malta	8.762	11.895	13.832	13.888	11.489	13.873	12.218	13.873	11.839	18.848	18.18
Netherlands	10.665 (e)	10.8	10.286 (e)	9.384	9.759	9.974	10.859 (e)	9.214	8.583	9.396	7.988
Austria	18.183	18.486	17.582	17.725	17.653	17.618	17.844	17.982	18.673	17.52	16.42
Poland	16.717	16.579	16.467	16.917	18.085	18.472	17.586	17.58	18.251	18.388	17.335
Portugal	13.736	14.997	15.281	14.954	16.311	16.132	16.142	14.336	16.788	15.837	15.138
Romania	17.983 (s)	18.685 (s)	22.487 (s)	22.811 (s)	21.215 (s)	22.993 (s)	27.525 (s)	28.479	29.386	29.162	27.962
Slovenia	12.212	13.141	13.332	12.829	13.875	14.369	13.567	13.123	14.176	14.738	14.728
Slovakia	11.487	12.533	12.482	12.396	12.786	13.882	11.871	12.831	11.31	11.31	11.213
Finland	44.967	41.535	37.859	41.665	42.231	43.699	39.251	41.347	41.517	44.243	39.963
Sweden	23.134	23.446	22.952	23.165	24.895	24.651	25.614	24.31	24.882	24.399	22.126
Iceland	17.355	16.678	18.294	19.451	21.623	21.539	18.368	15.66	17.32	18.956	21.182
Missing	97.114	94.117	98.872	14.423	92.851	94.181	95.894	92.7	99.889	99.487	98.454

# 4. LA CFM EN ESPAÑA

## Todos los EEMM elaboran CFM para Eurostat (estadística oficial)

### Material footprints - main indicators

Online data code: env\_ac\_rme | DOI: 10.2908/env\_ac\_rme | last update: 18/07/2025 11:00 | view: DEFAULT

Source of data: Eurostat

**Selection**

Row: **Geopolitical entity (reporting)** | 31/31 values displayed

Column: **Time** | 10/25 values displayed

Dimensions:

- Unit of measure: Tonnes per capita - 2/2 values displayed
- Materials: Total - 5/66 values displayed
- Environment indicator: Raw material consumption - 5/5 values displayed

Time frequency: Annual

Table | Line | Bar | Map

**This dataset contains important flags.**

	TIME	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>GEO</b>									
European Union - 27 countries (from 2020)									
Belgium		13.96 (1)	14.136 (1)	14.461 (1)	14.726 (1)	15.83 (1)	14.376 (1)	14.993 (1)	14
Bulgaria		14.533	14.018	13.442	14.932	12.836	12.96	13.769 (1)	12
Czechia		16.444 (1)	16.454 (1)	15.267 (1)	18.35 (1)	20.701 (1)	20.651 (1)	21.533 (1)	24
Denmark		17.162	17.005	17.842	18.856	17.571	15.974	18.977	18
Germany		23.182	23.337	22.872	23.183	24.236	22.598 (1)	22.689 (1)	23
Estonia		14.779	15.13	15.487	15.674	15.485	14.776	15.10	14
Ireland		26.142	24.676	29.285	31.382	28.583	27.89	27.876	24
Greece		13.817 (1)	16.425 (1)	16.893 (1)	16.645 (1)	23.401 (1)	18.714 (1)	13.471 (1)	14
Spain		12.953 (1)	12.653 (1)	12.182 (1)	12.181 (1)	12.271 (1)	11.843 (1)	10.875 (1)	11
France		9.395 (1)	9.953 (1)	10.807 (1)	10.979 (1)	10.281 (1)	9.931 (1)	10.828 (1)	9
Croatia		12.923	13.898	13.983	14.083	15.028	13.46	15.84	14
Italy		13.35	13.766	14.841	15.286	15.557	14.818	16.052	14
Cyprus		18.826 (1)	18.978 (1)	18.639 (1)	18.584 (1)	18.34 (1)	9.616 (1)	10.815 (1)	10
Latvia		15.213	16.554	19.649	19.507	20.825	19.858	19.942	19
Lithuania		16.338 (1)	14.811 (1)	17.294 (1)	17.18 (1)	17.348 (1)	16.961 (1)	18.704 (1)	19
Luembourg		17.636	18.118	20.856	19.879	20.584	20.837	23.826	20
Hungary		33.635	30.891	32.427	28.335	27.868	27.397	27.561	31
Malta		12.415 (1)	12.148 (1)	13.957 (1)	15.522 (1)	16.52 (1)	14.384 (1)	14.378 (1)	14
Netherlands		12.849	10.827	11.584	10.939	12.107	11.623	11.683	11
Austria		32.881 (1)	31.688	32.838 (1)	30.945	35.661 (1)	32.161	32.569	32
		23.599	24.545	23.873	23.585	22.457	21.797	25.353	24

# 4. LA CFM EN ESPAÑA

## En España el INE se encarga de elaborar y proporcionar la CFM de España a Eurostat

### NOTA DE PRENSA

#### Cuentas medioambientales: Cuenta de flujos de materiales. Avance año 2023

26 de noviembre de 2024

El consumo nacional de materiales disminuyó un 3,3% en 2023, hasta los 417,9 millones de toneladas. La productividad de materiales de la economía española aumentó un 6,2%.

[Notas de prensa anteriores](#)

#### Principales indicadores de flujos de materiales - Serie 2008-2023

	Valor	Variación
Consumo nacional de materiales	1 417.872,3	-3,3
Extracción nacional	1 344.121,6	-3,2
Balance comercial físico	1 73.750,7	-3,7
- Importaciones	1 249.175,2	-4,5
- Exportaciones	1 175.424,5	-4,8
Output nacional procesado a la naturaleza	293.041,6	-4,2
Productividad de materiales	2 6,2	3.142,9
Consumo de materiales per cápita	3 -4,5	8,6
Consumo de materiales por PIB	4 -5,8	318,2

Variación: porcentaje sobre el año anterior

1. Valor: Miles de toneladas.
2. Valor: Euros / tonelada
3. Valor: Toneladas / habitante
4. Toneladas / millón de euros

#### Consumo nacional de materiales. Valor



#### Últimos datos

Serie 2008-2023 Publicado: 26/11/2024

[Acceso directo a ...](#)

[Calendario de difusión](#)

# 4. INDICADORES DE EC EN ESPAÑA

- Los marcos de indicadores de EC no están armonizados a escala EEMM
- El INE publica una selección de indicadores del marco EU en buena parte derivados de la CFM

Censo Electoral   Sede electrónica   Compartir

Inicio Cambio climático Economía circular Energía Biodiversidad Agua Huellas

de producción y consumo ha planteado la necesidad de cambio de los modelos económicos tradicionales hacia un modelo que optimice la utilización de los recursos, los materiales y los productos disponibles. La economía circular se plantea como alternativa a este modelo tradicional y tiene como objetivo mantener el valor de los productos, materiales y recursos durante el mayor tiempo posible, devolviéndolos al ciclo productivo al final de su uso, al tiempo que se minimiza la generación de residuos. Esto es, producir con el menor impacto ambiental posible.



# 4. INDICADORES DE EC EN ESPAÑA

● La Estrategia Española de Economía Circular (MITERD) plantea un marco de indicadores similar a Eurostat con modificaciones, con base en la CFM

N.º	Indicador	Unidad	Fuente de datos	Frecuencia	Año inicial	Último año	Valor más reciente para España
<b>Producción y consumo</b>							
X 00	Consumo Nacional de Materiales	Mt	INE	Anual	2008	2018	422.974,6
X 01	Autosuficiencia en la producción de materiales primas críticas en la UE	% (masa)	European Commission DG GROW	-	2015	2016	-
02	Contratación Pública Ecológica	N.º, €	European Commission	-	-	-	-
03	Generación de residuos						
03.1	Generación de residuos municipales por persona	Kg/ hab	Eurostat	Anual	2004	2018	475
03.2	Generación de residuos (sin considerar los residuos procedentes de residuos minerales) respecto al PIB	Kg/ €	Eurostat	Bienal	2004	2016	62*
03.3	Generación de residuos (sin considerar los residuos procedentes de residuos minerales) respecto al consumo doméstico de materiales	% (masa)	Eurostat	Bienal	2004	2016	17,2
04	Desperdicio alimentario	t	Eurostat	-	-	-	-

# 4. INDICADORES DE EC EN ESPAÑA

● La Estrategia Española de Economía Circular (MITERD) plantea un marco de indicadores similar a Eurostat con modificaciones, con base en la CFM

N.º	Indicador	Unidad	Fuente de datos	Frecuencia	Año inicial	Último año	Valor más reciente para España	
<b>Materias primas secundarias</b>								
08. Contribución de materiales reciclados a la demanda de materias primas								
X	08.1	Tasas de reciclaje de residuos de productos al final de su vida útil	%	European Commission DG GROW	-	2016	2016	-
X	08.2	Tasa de material circular	%	Eurostat	Anual		2017	7,4**
09. Comercio de materias primas recicladas								
X	09.1	Importaciones de terceros países		Eurostat	Anual	2004	2016	668.219
X	09.2	Exportaciones a terceros países		Eurostat	Anual	2004	2016	1.317.559
X	09.3	Importaciones intracomunitarias		Eurostat	Anual	2004	2016	5.435.184
X	09.4	Exportaciones intracomunitarias		Eurostat	Anual	2004	2016	796.630

## 4. INDICADORES DE EC EN ESPAÑA

- Algunas organizaciones/think tanks privadas publican y analizan también recopilaciones de indicadores publicados por Eurostat y se amplían con indicadores estatales/regionales de residuos



# 5. RELEVANCIA DE LA ESCALA REGIONAL

La escala regional es importante para la economía circular porque:

1. Es el contexto donde ocurren muchas de las decisiones relevantes de los agentes económicos
2. Es donde se encuentran buena parte de las competencias económicas, industriales y ambientales en España
3. Cuenta con buena parte de la dotación presupuestaria para llevar a cabo estas políticas

## 5. ¿ES POSIBLE UNA ARMONIZACIÓN REGIONAL?

**Si podemos calcular la contabilidad de flujos materiales a escala regional con una metodología armonizada tendremos acceso a buena parte de los indicadores de EC del marco europeo a escala regional.**

**Estos indicadores sirven como base para armonizar al menos una parte de los indicadores regionales de economía circular**

# 5. ¿UNA CFM REGIONAL? ANTECEDENTES

## Antecedentes de la CFM regional

<b>Author/s</b>	<b>City/region, country</b>
<b>(Naredo and Frías 1988)</b>	Madrid, Spain
<b>(Brunner et al. 1990)</b>	Untere Bünztal, Switzerland
<b>(Brunner et al. 1994)</b>	Bünz Valley region, Switzerland
<b>(Bringezu and Schütz 1996)</b>	Ruhr Area, Germany
<b>(Baccini 1997)</b>	Swiss Lowlands
<b>(Almenar Asensio et al. 2000)</b>	Valencia, Spain
<b>(Singh et al. 2001)</b>	Trinket Island, Nicobar, Pacific Ocean.
<b>(McEvoy et al. 2001)</b>	North West Region, UK
<b>(Amann et al. 2002)</b>	3 Amazonian communities
<b>(Arto 2002)</b>	Basque Country, Spain
<b>(Grünbühel et al. 2003)</b>	SangSaeng, Thailand
<b>(Doldán 2003)</b>	Galicia, Spain
<b>(Arto 2003)</b>	Basque Country, Spain
<b>(Naredo and Frías 2003)</b>	Madrid, Spain
<b>(Huang and Hsu 2003)</b>	Taipei, Taiwan
<b>(Hercowitz 2004)</b>	Lanzarote, Spain
<b>(Sendra Sala et al. 2006)</b>	Catalonia, Spain
<b>(Kovanda et al. 2009)</b>	All regions, Czech Republic
<b>(Barles 2009)</b>	Paris (city and region)
<b>(Arto 2009)</b>	Basque Country, Spain
<b>(Murray 2012)</b>	Baleares, Spain
<b>(Carpintero, Sastre, Lomas, Arto, Delgado, et al. 2014, Sastre et al. 2015)</b>	All regions, Spain
<b>(Senthilnayagam 2017)</b>	Waterloo, Canada
<b>(Christis et al. 2017)</b>	Flanders, the Netherlands
<b>(Ma et al. 2018)</b>	Liaoning Province, China
<b>(Wang et al. 2019)</b>	All regions, China
<b>(Silva et al. 2020)</b>	Alentejo, Portugal
<b>(Piñero et al. 2020)</b>	Galicia, Spain

# 5. ¿UNA CFM REGIONAL? ANTECEDENTES ESPAÑA

➔ Antecedentes recientes de la CFM regional en España

● Consolidación: CFM disponible para todas las CCAA españolas 1996-2010

**El metabolismo económico regional español**

Oscar Carpintero (Director)

Sergio Sastre, Pedro Lomas, Iñaki Arto, José Bellver, Manuel Delgado, Xoán Doidán, Jaime Fernández, José Frias, Xavier Ginard, Ana C. González, Miguel Guall, Iván Murray, José Manuel Narce, Jesús Remon, Esther Velázquez, Sebastián Villante

**Environmental Science & Technology**

Article  
pubs.rsc.org/est

**Regional Material Flow Accounting and Environmental Pressures: The Spanish Case**

Sergio Sastre,<sup>1</sup> Óscar Carpintero<sup>2</sup> and Pedro L. Lomas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Marine Sciences, ICM-CSIC, Puerto Marítimo de la Barceloneta, 37-49, E08003, Barcelona, Spain  
<sup>2</sup>Department of Applied Economics, University of Valladòid, Avda. Valle Esgueva, 6, 47011 Valladolid, Spain  
<sup>3</sup>Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), E08003, Bellaterra, Spain

Supporting Information

**ABSTRACT.** This paper explores potential contributions of regional material flow accounting to the characterization of environmental pressures. With this aim, patterns of material extraction, trade, consumption, and productivity for the Spanish regions were studied within the 1996–2010 period. The main methodological variation as compared to whole-country based approaches is the inclusion of interregional trade, which can be separately assessed from the international exchanges. Each region was additionally profiled regarding its commercial exchanges with the rest of the regions and the rest of the world and the related environmental pressures. Given its magnitude, interregional trade is a significant source of environmental pressure. Most of the exchanges occur across regions and different extraction and trading patterns also arise at the scale. These differences are particularly great for construction minerals, which in Spain represent the largest share of extracted and consumed materials but do not cover long distances, so their impact is visible mainly at the regional level. During the housing bubble, economic growth did not improve material productivity.

**INTRODUCTION**

Consumption of materials and energy exerts a general environmental pressure. Materials are extracted to produce goods and services throughout the socioeconomic system (conceived as an open subsystem of the biosphere). Some of them are recycled and others are finally released back into the environment in the form of waste. Economy-wide material flow analysis (EW-MFA) has been acknowledged as a key assessment tool for examining the material exchanges between human activity and the environment through a set of consistent and comparable indicators. Some of the current environmental challenges relate to resource depletion or sinks saturation (as the forest, quantified, and analyzed from an EW-MFA perspective, complementing the understanding of the environmental dimension associated with economic development). The importance of this type of analysis for environmental policy is already fairly visible through the international initiatives entailing resource use efficiency strategies, in turn supported by EW-MFA indicators.<sup>1–11</sup>

EW-MFA has been widely applied to entire countries,<sup>1–11</sup> global regions,<sup>12–14</sup> and cities.<sup>15</sup> However, most case studies have been carried out at the national scale, for which the first standardized methodological guidelines were originally devised and for which data are often readily available. The application of EW-MFA at the regional level involves several methodological drawbacks, of which lack of data is the most important.<sup>16</sup> Additionally, environmental pressures tend to be related to enterprises and households located in specific urban and rural territories, which are not regularly distributed across

territories. Hence zooming in on the material flows at the regional scale is crucial in order to identify current and future environmental pressures and provide decision-makers with more precise information.

The number of studies on Regional Material Flow Analysis (RMFA) has grown steadily during the last 20 years and comprehensive reviews of studies in this field have already been made.<sup>17–19</sup> However, the lack of harmonized statistical data at the regional level has led to methodological heterogeneity and, to date, there are no data series on RMFA, and very few case studies. In early attempts to carry out RMFA, Frias and Narce<sup>20</sup> reported the monetary, material, energy, water, and waste flows for the region of Madrid. As in the other publications in the field prior to the publication of the first standardized MFA guidelines,<sup>16–21</sup> these early attempts followed nonharmonized methodological procedures. In 2001, the first standardized methodological framework was published,<sup>22</sup> but the regional application of such guidelines is still subject to difficulties.<sup>23,24</sup> Kovanda and colleagues<sup>25</sup> dealing with the RMFA of the Czech Republic, and Li and Zhang,<sup>26</sup> dealing with the Chinese regional economy, are the most complete published references in the field to date.

The present contribution goes one step further: it presents the results of the RMFA of Spain covering the period 1996–

Received: September 10, 2014  
 Revised: January 3, 2015  
 Accepted: January 16, 2015  
 Published: January 16, 2015

ACS Publications © 2015 American Chemical Society 252

**Resource extraction, trade and waste management: a regional approach to the Spanish socioeconomic metabolism**

PhD Thesis  
 Candidate: Sergio Sastre  
 Supervisors: Óscar Carpintero and Jordi Roca  
 Tutor: Giorgos Kallis

Doctorat en Ciència i Tecnologia Ambientals  
 Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals  
 Universitat Autònoma de Barcelona  
 May 2011

# 5. ¿UNA CFM REGIONAL? ESTADO DEL ARTE

- **A nivel metodológico queda demostrado que las barreras técnicas están superadas con la incorporación del comercio interregional**
- **3 CCAA ya disponen de su CFM regional (actualizada)**
  - **Euskadi (a través de Ihobe), se utiliza en los indicadores de EC**
  - **Cataluña (a través de Idescat), se utiliza en los indicadores de EC**
  - **Navarra (a través de Orekan), se utiliza en los indicadores de EC**
- **Baleares (a través de Ibestat), hasta 2019, tratando de actualizar**
- 📊 **Madrid en proceso de cálculo**
- 📊 **Al menos una CCAA planteándose calcular su CFM regional**

# 5. EUSKADI CFM

- Dispone de las cuentas (no completamente armonizadas con Eurostat)

◀ Departamento de Vivienda y Agenda Urbana

## Estadística de Flujo de Materiales (090217)



Para analizar el consumo de materiales por una economía y monitorizar el proceso de desmaterialización se utiliza el Análisis de Flujos de Materiales (AFM). El AFM es una metodología de cuantificación de los materiales (materias primas, productos semifabricados y productos finales) intercambiados entre el sistema y el entorno. El principal objetivo de la estadística de **flujo de materiales** es medir la eficiencia en el consumo de recursos materiales

Dos de los indicadores más utilizados en el Análisis de Flujos de Materiales son la **Necesidad Total de Materiales (NTM)**, que representa la totalidad de materiales que entran en la economía, y el **Consumo Doméstico de Materiales (CDM)**, que da una idea sobre la dependencia exterior a nivel de materiales de una economía. Otras variables a investigar son: la Extracción Doméstica (**ED**), los Inputs de Materiales Directos (**IMD**), los Flujos Ocultos (**FO**), el **Índice de Intensidad** (o CDM por habitante), el **Índice de Productividad en Precios Corrientes** (o PIB en Precios Corrientes/CDM) y el **Índice de Productividad en Paridad de Poder de Compra** (o PIB en PPC/CDM).

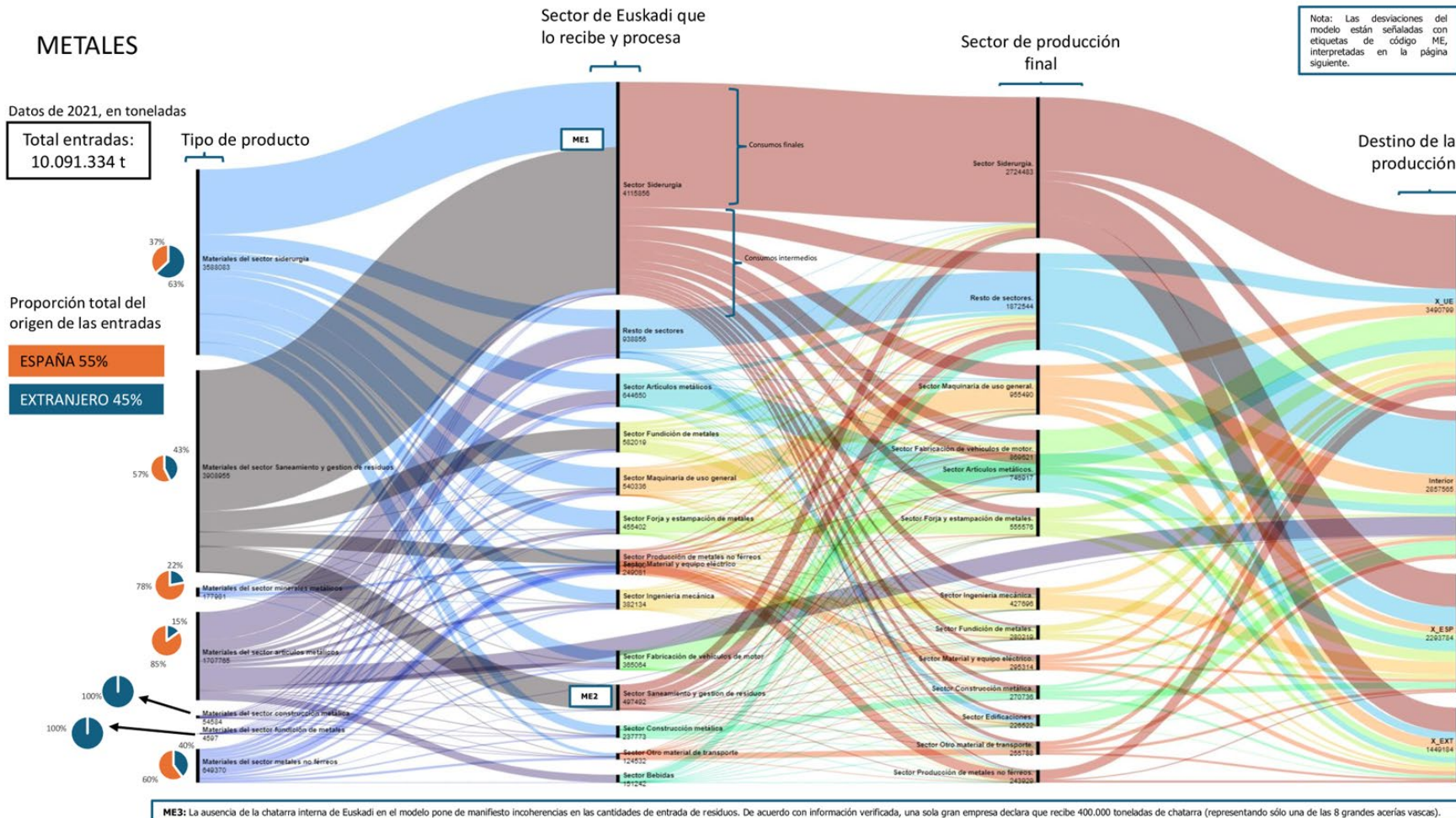
› [Estadística de flujo de materiales de la C.A. del País Vasco. 2005 - 2022](#)

› [Tablas estadísticas de años anteriores](#)

› [Volver a las estadísticas del departamento](#)

# 6. EUSKADI UN PASO MAS ALLÁ: METABOLISMO SECTORIAL

## METALES



# 6. EUSKADI INDICADORES EC

## Del marco EU 2021\*:

- Nivel de autosuficiencia para materias primas
- Tasa de entrada de reciclaje al final de su vida útil
- Tasa de uso de material circular
- Comercio de materias primas reciclables

## Adicionales/complementarios:

- Consumo doméstico de materiales
- Productividad Material
- Flujos de materiales per cápita

**\*buena parte de estos indicadores no se pueden calcular de forma armonizada a escala regional**



# 7. CATALUÑA CFM

Instituto de Estadística de Cataluña

Datos

Servicios

Métodos

El Instituto



Estadística

## CFM Cuenta de flujos de materiales

Metodología [\[M\]](#)

### Periodo inicial y final

2000 2022

### Frecuencia

Anual

### Desagregación territorial

Cataluña

### Última actualización

28 de marzo de 2025

Datos 2022

### Última rectificación

27 de marzo de 2024

### Tema

Medio ambiente

Estadística correspondiente a la actuación [06 02 18](#) (Programa anual de actuación estadística 2025).

La Cuenta de flujos de materiales (CFM) muestra los input físicos que se introducen en el sistema económico procedentes del medio ambiente o de otros sistemas económicos y los outputs que se dirigen a otras economías o al medio natural. Así pues, describe la interacción de una economía con el medio ambiente y con las economías del resto del mundo. De esta manera se puede determinar cuáles son las dependencias y carencias de un sistema económico y, al mismo tiempo, los impactos que genera en el entorno.

La CFM forma parte del Sistema de contabilidad ambiental y económica adoptado por las Naciones Unidas y es consistente con las cuentas económicas nacionales, ya que utiliza conceptos y normas contables similares que permiten obtener un conjunto de indicadores agregados del uso de los recursos naturales.

El Idescat elabora una estadística anual adaptando en el ámbito de Cataluña la metodología armonizada, definida y recomendada por Eurostat.

Las magnitudes incluidas en la CFM se expresan en toneladas y son las siguientes:

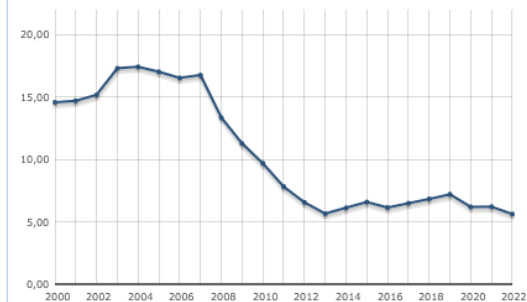
- Extracción doméstica
- Comercio físico de materiales
- Output doméstico procesado
- Input directo de materiales
- Consumo doméstico de materiales

### Indicadores

Periodo Valor

**Consumo doméstico de materiales (CDM)** 2022 **5,6**  
Toneladas por habitante

### Consumo doméstico de materiales por habitante (toneladas). Cataluña. 2000-2022



Fuente Cataluña: Idescat. Cuenta de flujos de materiales.

# 7. CATALUÑA INDICADORES EC

## Del marco EU:

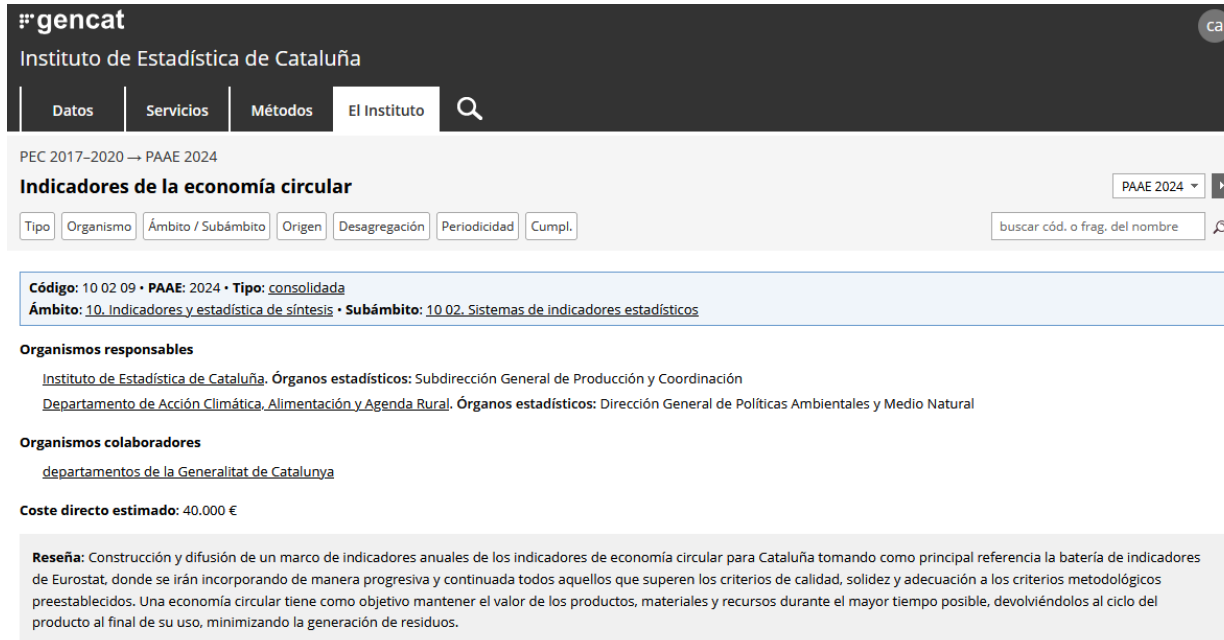
- Entradas de materias primas recicladas
- Materias primas equivalentes (no disponible)

## Adicionales/complementarios:

- Extracción doméstica
- Consumo doméstico de materiales
- Dependencia/suficiencia de materias primas (adaptado para biomasa)



# 7. CATALUÑA INDICADORES EC



#gencat  
Instituto de Estadística de Cataluña

Datos Servicios Métodos El Instituto

PEC 2017-2020 → PAAE 2024

Indicadores de la economía circular

PAAE 2024

Tipo Organismo Ámbito / Subámbito Origen Desagregación Periodicidad Cumpl. buscar cód. o frag. del nombre

Código: 10 02 09 • PAAE: 2024 • Tipo: consolidada  
Ámbito: 10. Indicadores y estadística de síntesis • Subámbito: 10.02. Sistemas de indicadores estadísticos

**Organismos responsables**  
[Instituto de Estadística de Cataluña](#). Órganos estadísticos: Subdirección General de Producción y Coordinación  
[Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural](#). Órganos estadísticos: Dirección General de Políticas Ambientales y Medio Natural

**Organismos colaboradores**  
[departamentos de la Generalitat de Catalunya](#)

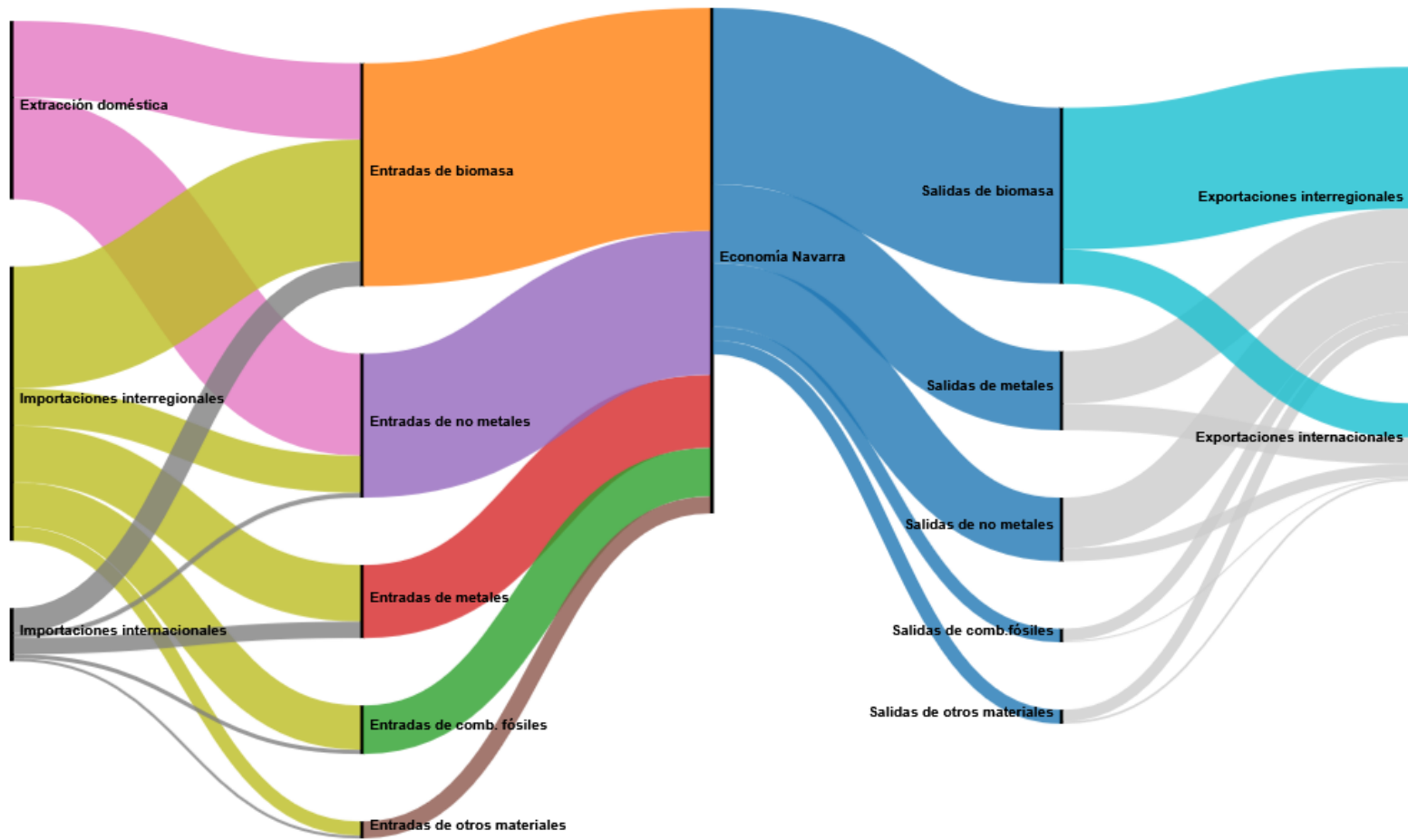
**Coste directo estimado:** 40.000 €

**Reseña:** Construcción y difusión de un marco de indicadores anuales de los indicadores de economía circular para Cataluña tomando como principal referencia la batería de indicadores de Eurostat, donde se irán incorporando de manera progresiva y continuada todos aquellos que superen los criterios de calidad, solidez y adecuación a los criterios metodológicos preestablecidos. Una economía circular tiene como objetivo mantener el valor de los productos, materiales y recursos durante el mayor tiempo posible, devolviéndolos al ciclo del producto al final de su uso, minimizando la generación de residuos.

**ENT realizó para Idescat una prospección metodológica para conocer qué indicadores del marco EU sería posible calcular para Cataluña (extrapolable al contexto regional español), y qué adaptaciones serían necesarias de cada indicador.**

**Resultado:** a escala regional, la CFM ofrece una base de cálculo común para algunos indicadores, pero replicar el marco de la UE es costoso y requiere adaptaciones que hace que los resultados no sean comparables. Los indicadores de residuos presentan problemas. Algunos indicadores no tienen sentido a escala subcontinental o subestatal (p.e. materias primas cítricas)

# 8. NAVARRA CFM



# 8. NAVARRA INDICADORES EC

Figura 9. Propuesta a desarrollar de Indicadores de Impacto de la Agenda

Objetivo	Indicador	Meta 2030	Fuente	Valor Inicial
1) Gestión sostenible y eficiente de los recursos naturales	1.1 Emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (Tm/año)	Reducción del 45% en 2030 respecto a 2005	KLINA	Valor en 2017: Reducción del 16,1% respecto de 2005
	1.2 Intensidad energética final (TEP/€ constantes de 2010)	131,29 (meta para 2020)	Plan Energético de Navarra	Valor en 2016: 93,52
	1.3 Huella material en términos absolutos Huella material por PIB	Pendiente definir nivel de reducción	(1)	No Disponible
	1.4 Porcentaje de superficie de cultivo en producción ecológica	10% (meta PFPE 2020)	CPAEN y DDRMAyAL	Valor en 2018: 6,4%
2) Sustituir las energías fósiles por renovables	2.1 Cuota de Energías renovables en el consumo final bruto de energía	Alcanzar el 50% en 2030	Plan Energético de Navarra	Valor en 2016: 23,1%
	2.2 Cuota de Energías renovables en el consumo final de energía en transporte	Cubrir el 15 % de las necesidades del transporte con energías renovables	Plan Energético de Navarra	Valor en 2016: 4,6%
3) Reducir la generación de residuos y aumentar la valorización	3.1 % reducción de la cantidad generada de residuos domésticos respecto a 2010	Reducción del 12% (meta del PRN para 2027)	Plan Residuos Navarra	Valor en 2017: 2%
	3.2 Porcentaje de residuos valorizados sobre generados por tipo de residuo	Metas para 2027	Plan Residuos Navarra	Valores 2017:
	Domésticos y comerciales	75%		37%
	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	75%		91%
	Vehículos al final de su vida útil	95%		89%
	Neumáticos al final de su vida útil (3)	20%		100%
	Aceites usados	65%		100%
	Pilas y acumuladores (4)	65-75-50%		67-80-85%
	Residuos de construcción y demolición	70%		51%
	Materiales naturales excavados	90%		39%
	Lodos de depuración de aguas residuales	85%		100%
3.3 Contribución de materiales reciclados en la demanda de materias primas	Pendiente definir nivel de incremento	(1)	No Disponible	
4) Incrementar el consumo responsable en los sectores público y privado	4.1 Proporción de contrataciones públicas que incluyen elementos ambientales por encima de los umbrales de la UE (en cantidad y valor económico)	Pendiente definir nivel de incremento	(1)	No Disponible
	4.2 Ventas de productos ecológicos y de productos alimentarios de Navarra de calidad reconocida	Pendiente definir nivel de incremento	No Disponible	No Disponible

Objetivo	Indicador	Meta 2030	Fuente	Valor Inicial
5) Extender la cultura de la sostenibilidad	5.1 Grado en que la educación para el desarrollo sostenible (incluida la educación sobre el cambio climático) se incorporan en	Pendiente definir nivel de incremento	(2)	No disponible
	a) las políticas regionales de educación			
	b) los planes de estudio			
	c) la formación del profesorado			
	5.2 Número de empresas que publican informes sobre sostenibilidad	Pendiente definir nivel de incremento	(2)	No disponible
6) Contribuir a la sostenibilidad económica y social y a la cohesión territorial	6.1 Gasto público en I+d+i relacionado con la EC	Pendiente definir nivel de incremento	(1)	No disponible
	6.2 Porcentaje de empresas que innovan por motivos circulares	Pendiente definir nivel de incremento	(5)	(5)
	6.3 Actividad Industrial Producción y distribución de energía eléctrica y gas; actividades de saneamiento y gestión de residuos en Navarra Sectores de reciclaje, reparación y preparación para la reutilización	Pendiente definir nivel de incremento	INE (Encuesta Industrial de Empresas)	Año 2016: a) 541.602 b) 81.966
	a) Valor Añadido Bruto (miles de €) b) Inversión neta en inmovilizado (miles de €)			
6.4 Empleo verde	Pendiente definir nivel de incremento	(6)	No disponible	

(1) Propuesta basada en el Marco de Seguimiento Europeo de la Economía Circular. Es necesario elaborarlo para Navarra (las estadísticas se prevén a nivel nacional)

(2) Indicador para de la Agenda de la ONU para el ODS 12. Es necesario elaborarlo para Navarra.

(3) Porcentajes de valorización total y de reutilización y recauchutado. Los objetivos se establecen sobre este último.

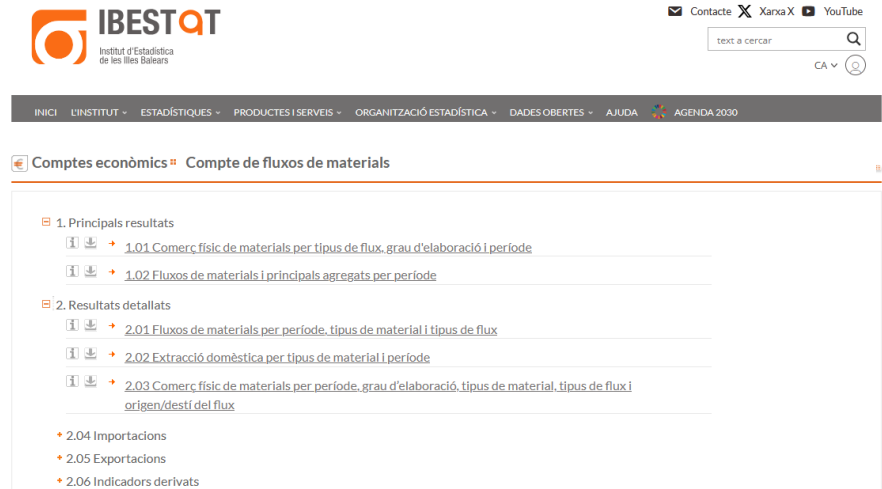
(4) Porcentajes de PB -ácido, Ni-Cd y resto

(5) Es necesario definir una metodología para el cálculo del indicador. Puede estar basada en la encuesta sobre Innovación en las empresas, del INE, que ofrece información de "Objetivos de las innovaciones tecnológicas de las empresas EIN (Empresas tecnológicamente innovadoras en el período 2014-2016 o con innovaciones tecnológicas en curso o no exitosas). Los valores para Navarra en 2016 son:  
% de empresas que consideran de gran importancia los objetivos de la innovación: (B) Los procesos: Menos materiales por unidad producida: 12,09  
% de empresas que consideran de gran importancia los objetivos de la innovación: (B) Los procesos: Menos energía por unidad producida 13,99

(6) No Existe una metodología estandarizada para el cálculo del indicador, si bien la Agenda puede adoptar una metodología propia.

# 9. ¿Y EL RESTO DE CCAA?

- **Baleares (2010-2019)**
- **Madrid (en proceso)**
- **Una CCAA en valoración**



The screenshot shows the website of the Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBESTQT). The page is titled 'Comptes econòmics' and 'Compte de fluxos de materials'. It features a navigation menu with options like 'INICI', 'L'INSTITUT', 'ESTADÍSTIQUES', 'PRODUCTES I SERVEIS', 'ORGANITZACIÓ ESTADÍSTICA', 'DADES OBERTES', 'AJUDA', and 'AGENDA 2030'. There is also a search bar and social media links for Contacte, Xarxa X, and YouTube. The main content area is organized into sections:

- 1. Principals resultats**
  - 1.01 Comerç físic de materials per tipus de flux, grau d'elaboració i període
  - 1.02 Fluxos de materials i principals agregats per període
- 2. Resultats detallats**
  - 2.01 Fluxos de materials per període, tipus de material i tipus de flux
  - 2.02 Extracció domèstica per tipus de material i període
  - 2.03 Comerç físic de materials per període, grau d'elaboració, tipus de material, tipus de flux i origen/destí del flux
  - 2.04 Importacions
  - 2.05 Exportacions
  - 2.06 Indicadors derivats

# 10. ¿UN MARCO ARMONIZADO A ESCALA REGIONAL?

● El marco de indicadores de la UE no es directamente aplicable a EEMM ni a NUTS 2 (Regiones, CCAA en España).

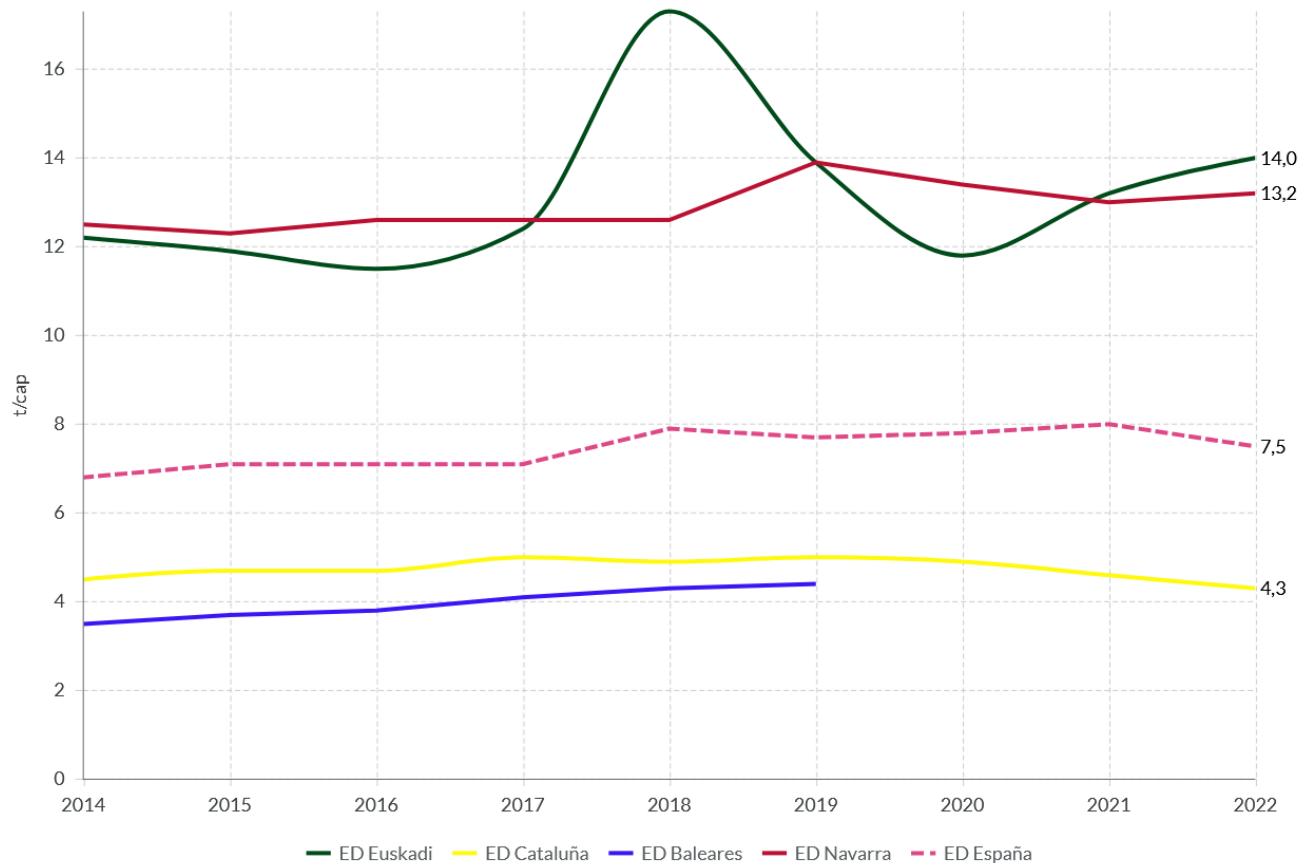
→ A escala regional la CFM incluye un conjunto de indicadores relevantes y comparables:

- Consumo doméstico de materiales (y huella de materiales)
- Productividad material
- Tasa uso de material circular
- Entradas y salidas de materias primas vírgenes y secundarias
- Dependencia/suficiencia de determinados materiales
- Otros (ad hoc)

\* Los datos de gestión de residuos pueden no tener la calidad mínima requerida cuando se utilizan frente a la CFM

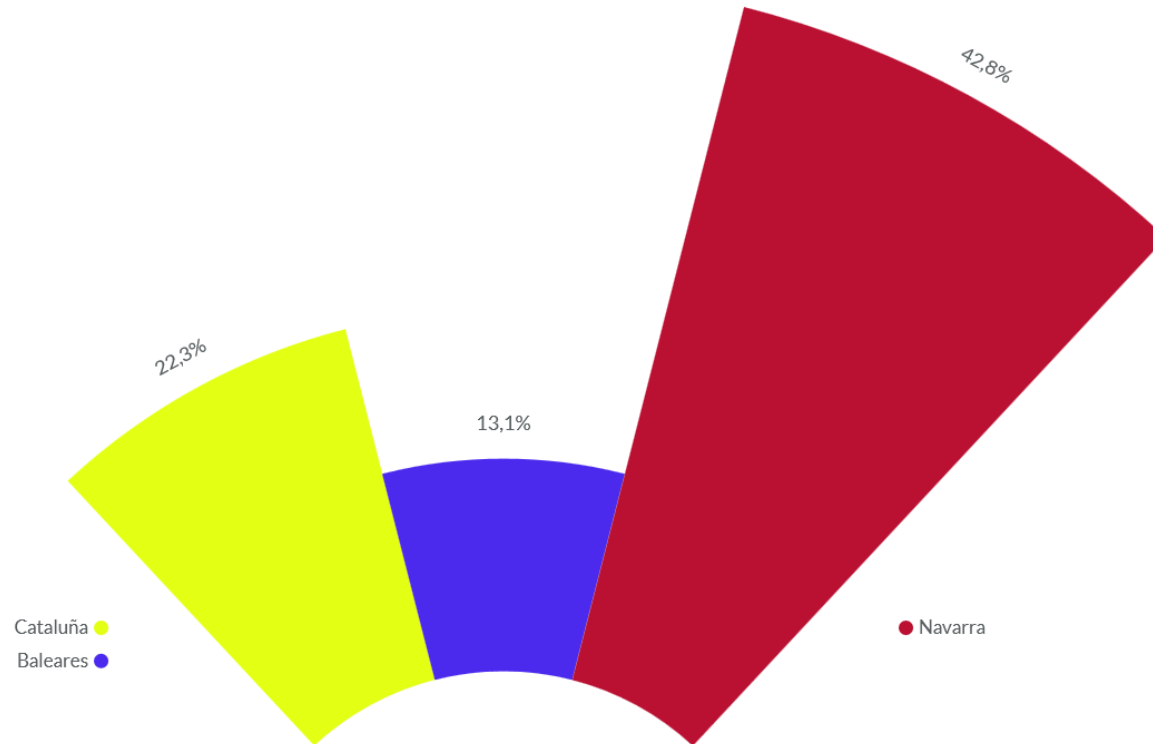
# 10. ¿UN MARCO ARMONIZADO A ESCALA REGIONAL?

## Extracción doméstica



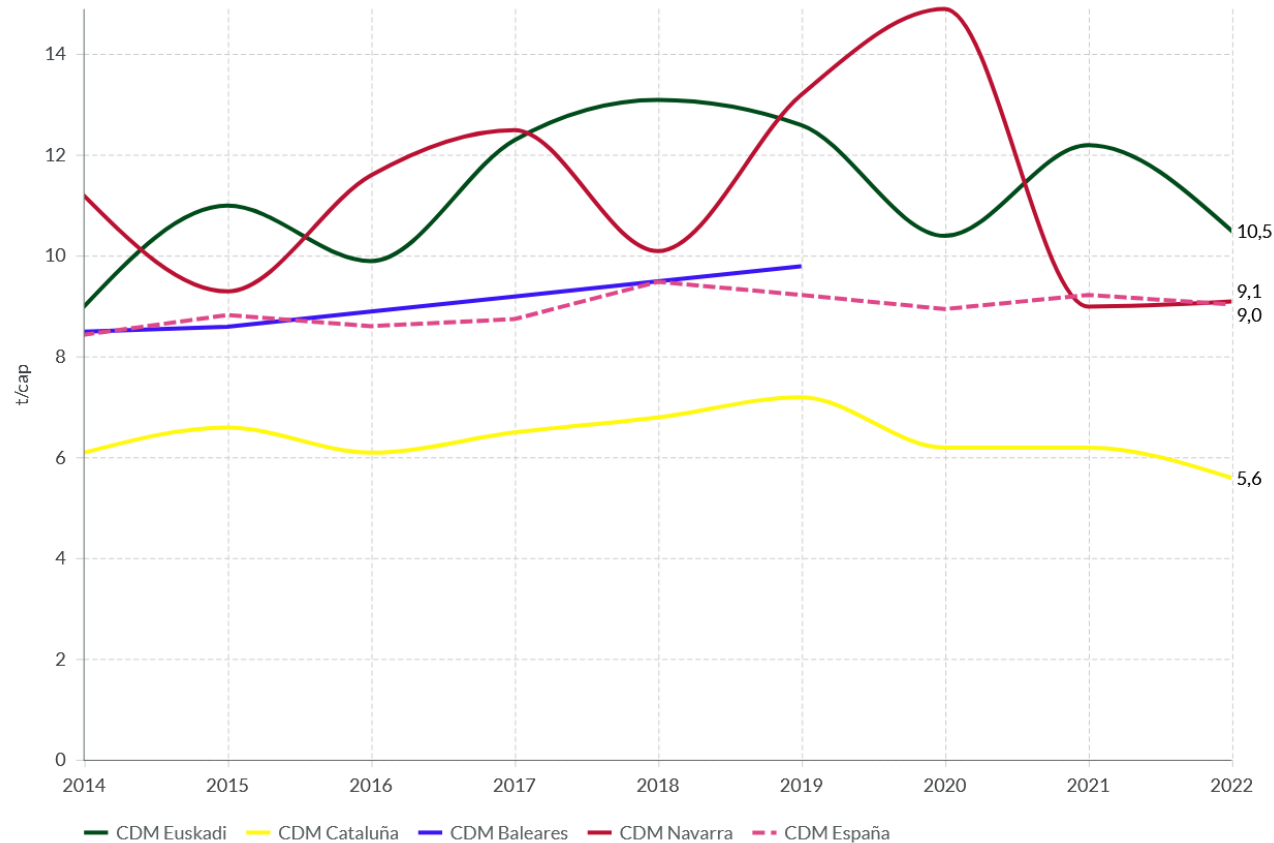
# 10. ¿UN MARCO ARMONIZADO A ESCALA REGIONAL?

% Biomasa (renovable) en extracción doméstica



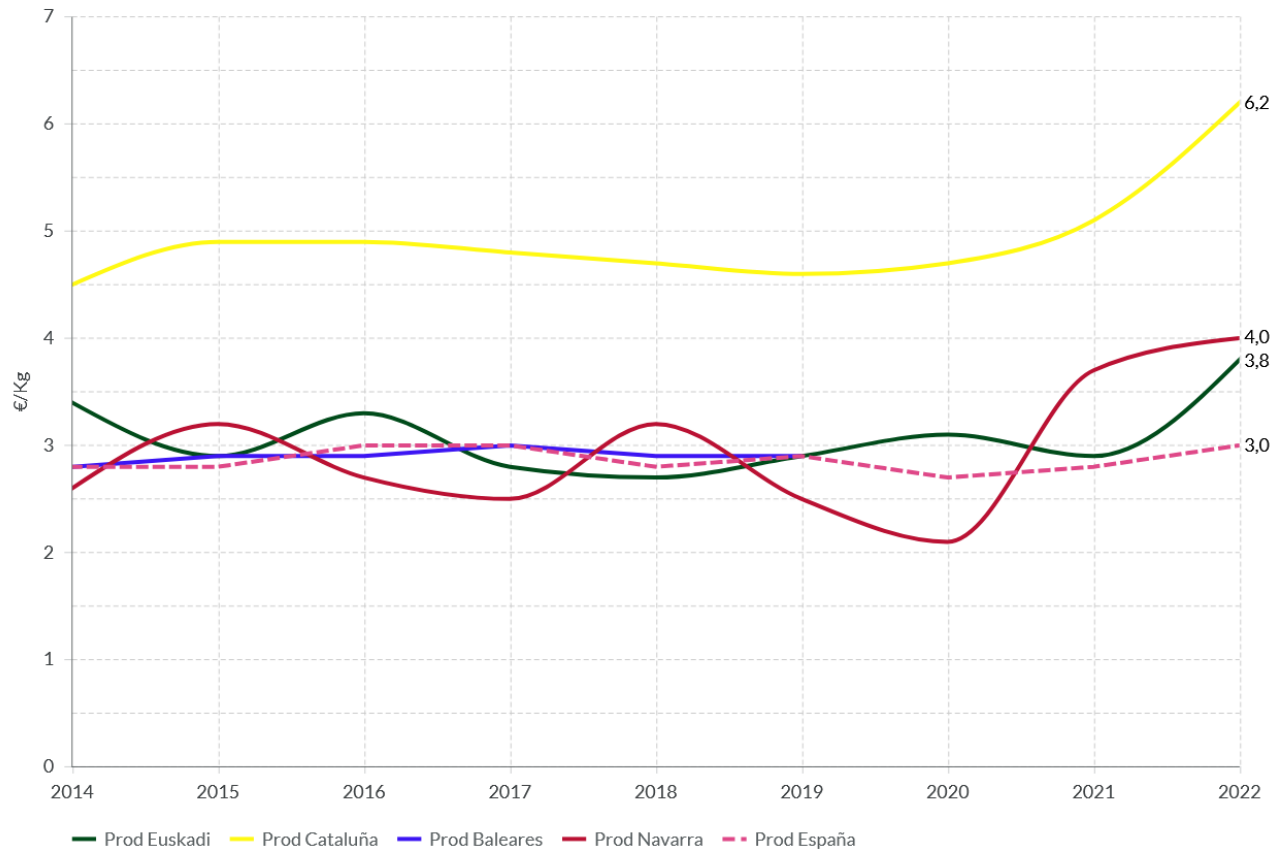
# 10. ¿UN MARCO ARMONIZADO A ESCALA REGIONAL?

## Consumo material doméstico



# 10. ¿UN MARCO ARMONIZADO A ESCALA REGIONAL?

## Productividad material



# 10. ¿UN MARCO ARMONIZADO A ESCALA REGIONAL?

## → Tasa de uso de material circular

- Global (2021): 6,9%
- España (2022): 7,1%
- Navarra (2022): 12,0%
- Euskadi (2018): 7,9%
- Cataluña pendiente
- Baleares pendiente

# 10. ¿UN MARCO ARMONIZADO A ESCALA REGIONAL?

## Aspectos analíticos comunes:

- Dependencia técnica de metales 100%
- Dependencia absoluta de materias primas críticas 100%
- Dependencia de combustibles fósiles 100%
- Extracción domestica principal: áridos de construcción
- Reintroducción de materias primas secundarias muy baja en casi todos los materiales (excepto en metales en Euskadi)

# 10. ¿UN MARCO ARMONIZADO A ESCALA REGIONAL?

**Políticas de gran impacto en consumo y productividad:**

- **Reciclaje de metales y materias primas críticas**
- **Renovables**
- **Áridos reciclados el sector de mayor impacto en métricas a corto plazo**
- **Innovación y simbiosis para subproductos y materias primas secundarias**
- **Necesidad de mejora de datos de residuos y sectoriales**

# RECAPITULACIÓN



- 1. La CFM es aplicable a escala regional en España (autonómica)**
- 2. La CFM provee una parte central de los indicadores europeos de EC**
- 3. La CFM es una herramienta útil para armonizar marcos de indicadores de EC**
- 4. Una parte de los indicadores de EC solo tiene sentido a determinadas escalas**
- 5. Los indicadores de gestión de residuos a nivel regional...**
- 6. La compatibilidad de los indicadores de residuos con la CFM...**
- 7. España es un “líder silencioso” en cuanto a CFM e indicadores de EC**
- 8. Falta coordinación en la generación de marcos de indicadores de EC por debajo del nivel UE (MITERD, INE, CCAA)**

**Dr. Sergio Sastre Sanz | [ssastre@ent.cat](mailto:ssastre@ent.cat)**

**Muchas gracias  
por la atención**

