



# **Análisis de flujo de materiales: conceptos y definiciones**

## CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Los cálculos de flujos de materiales se realizarán de acuerdo a los principios definidos en el Reglamento 223/2009 relativo a la Estadística Europea.

Las cuentas de flujos de materiales muestran las entradas de materiales que entran en el sistema económico de un territorio, bien desde el medio natural, bien desde otras economías, y las salidas, también, a otras economías o al medio natural. Son cuentas en unidades físicas (toneladas) que describen la extracción, transformación, consumo y eliminación final de elementos químicos, materias primas o productos (INE, 2003).

Los cálculos, fundamentados en la primera ley de la termodinámica de conservación de la materia, se basan en sencillos balances de masa, de forma que los materiales que se acumulan en el sistema son la diferencia entre los materiales que entran y los que salen del mismo.

### LÍMITES DEL SISTEMA

De forma previa es necesario definir el alcance del sistema económico. Para ello, se consideran dos límites:

- **Límites geográficos**, que sirven para determinar las importaciones y las exportaciones, así como para identificar la producción doméstica (dentro del territorio). Se considera dentro de los límites geográficos el territorio geográfico y las zonas francas, el espacio aéreo nacional, las aguas territoriales y la plataforma continental situada en las aguas internacionales sobre las que el territorio disfruta de derechos exclusivos, los enclaves territoriales y los yacimientos situados en las aguas internacionales explotados por las unidades residentes. No se incluyen los enclaves extraterritoriales de otros países u organizaciones internacionales situados en el territorio geográfico (INE, 2003).
- **Límites naturales**. En el momento en el que un material es devuelto al medio natural (por ejemplo, las emisiones de gases), se considera que queda fuera del sistema. Se considera que el agua y el aire no abandonan nunca los límites naturales (INE, 2003).

Se tienen en cuenta los materiales que traspasan los límites naturales dentro de los límites geográficos y los materiales que traspasan los límites geográficos dentro del sistema económico. Es decir, no se consideran los materiales que traspasan los límites geográficos pero no traspasan los límites naturales (como podría ser el caso de un animal salvaje que pasa de un territorio a otro, atravesando los límites geográficos, pero sin abandonar los límites naturales)

El cálculo de los flujos de materiales debe seguir el principio de residencia (INE, 2003), los materiales utilizados por las personas residentes fuera del territorio objeto de estudio deben ser considerados como inputs de la economía del territorio y los materiales utilizados por unidades no residentes en el territorio deben excluirse del marco contable. La aplicación de este principio, hace que sea necesario ciertos ajustes a la hora de considerar las importaciones y las exportaciones (Eurostat, 2009).

Quedan fuera del alcance los materiales de tránsito, que entran y salen de los límites de geográficos sin haber sufrido transformaciones en la cadena de valor (INE, 2003).



Figura 1: Esquema de las interacciones del sistema económico.

## ENTRADAS AL SISTEMA

Los materiales que entran al sistema y que se contabilizan en el análisis de flujo de materiales se pueden dividir en dos categorías.

La primera categoría la componen aquellos materiales sólidos, líquidos y gaseosos que entran directamente en la economía para su utilización en el proceso productivo o en el consumo final (INE, 2003). A la suma de todos los materiales pertenecientes a esta categoría, expresada en toneladas métricas, se le conoce como Inputs Materiales Directos (IMD). Los inputs materiales directos tiene dos sumandos: la extracción doméstica (biótica y abiótica) (ED) y las importaciones (Arto, 2009).

La segunda categoría, conocida como flujos ocultos (FO) o mochilas ecológicas, engloba los materiales que han sido desplazados del medio natural, pero que no entran directamente en la economía por no tener un valor económico. Ejemplos de flujos ocultos son la tierra excavada, el suelo agrícola erosionado o el material de dragado. Los flujos ocultos constituyen un impacto ambiental directo de las actividades de producción. Existen flujos ocultos asociados tanto a la ED como a las importaciones (Arto, 2009).

La suma de los inputs materiales directos y los flujos ocultos se conoce como Necesidad Total de Materiales (NTM) (Arto, 2009) y representa la masa acumulada de materiales primarios extraídos del medio natural por las actividades económicas.

Tanto la NTM como el IMD constituyen una medida física de la actividad económica de un territorio, y específicamente la NTM, al incluir los FO, es un indicador de la presión ejercida por una economía sobre el medio ambiente (Arto, 2009).

## SALIDAS DEL SISTEMA

Los materiales que han entrado en el sistema pueden ser consumidos por la propia economía o ser exportados a otras regiones. Además, durante los procesos de transformación se pueden producir flujos de materiales procesados entre el sistema y el medio natural (en forma de emisiones, vertidos o residuos depositados en vertederos no regulados) conocidos como Output Doméstico Procesado (ODP) (Arto, 2009). El ODP describe en unidades físicas la cantidad total de material que es liberado a la naturaleza tras ser utilizados en la economía del territorio (INE, 2003).

La suma de los flujos ocultos domésticos, que a la postre se integran a través de uno u otro proceso en el medio natural, y del ODP se conoce como Output Doméstico Total (ODT) (Arto, 2009).

La suma de todos los flujos que salen del sistema se conoce como Output Material Total, e integra tanto el ODT como las exportaciones (Arto, 2009).

## EL BALANCE

Operando con el input y el output se pueden obtener indicadores que aportan información relevante sobre el consumo de materiales de un territorio.

El consumo de materiales doméstico (CDM) es un indicador que recoge el consumo aparente en una región. Se calcula como la diferencia entre las entradas y salidas directas de materiales (diferencia entre IMD y exportaciones). Este indicador no considera ni flujos ocultos ni el output doméstico procesado (Arto, 2009).

Por otro lado, la balanza comercial física es un indicador que se calcula como la diferencia entre las importaciones y exportaciones de un territorio. Representa el déficit o superávit comercial del territorio en términos físicos, y da una idea de la dependencia de materiales exteriores en una economía (Arto, 2009).

Finalmente, la acumulación neta de stocks (ANS), es una medida de la tasa de crecimiento físico de una economía (Arto, 2009). La ANS recoge la acumulación de materiales en el sistema como bienes de consumo duradero. Se calcula como la diferencia entre IMD y la suma de ODP y exportaciones (no se consideran flujos ocultos).

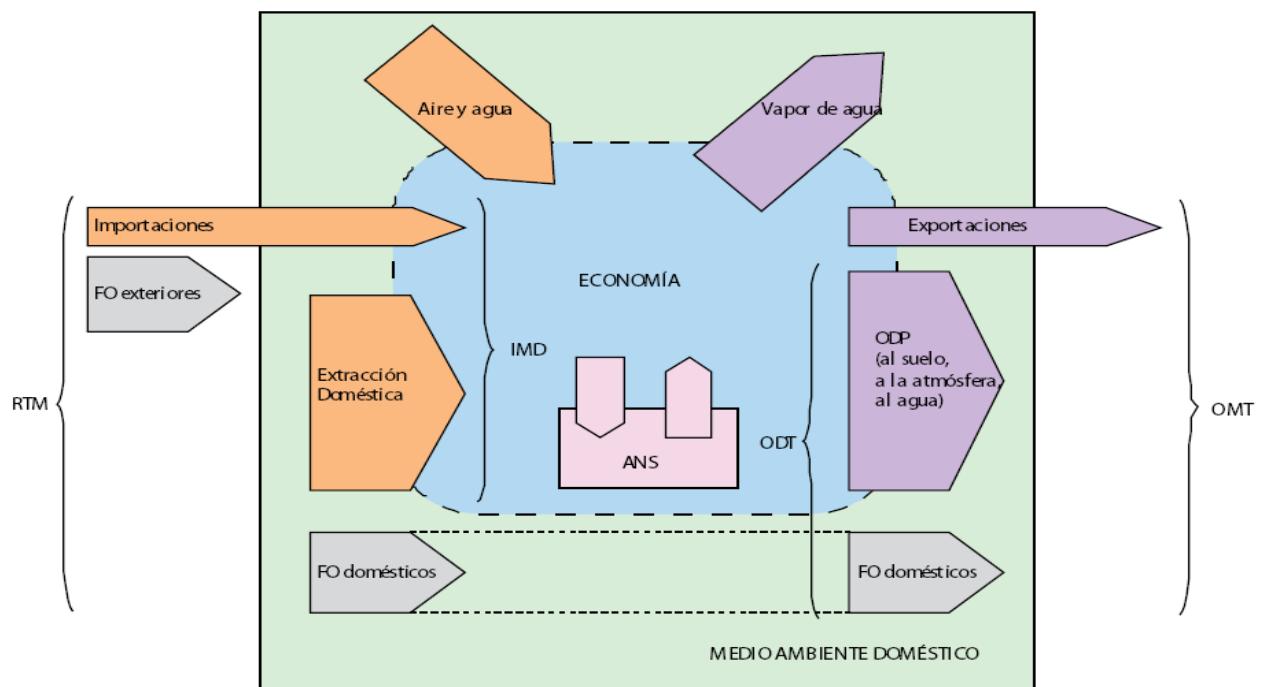


Figura 2: Resumen de conceptos en el balance de materiales de una economía. Fuente: Arto, 2009.

## PRODUCTIVIDAD MATERIAL

Para evaluar el avance del sistema hacia un modelo de producción y consumo sostenible se utilizan indicadores de productividad material de los recursos. Estos indicadores se calculan mediante la relación del PIB y de otro indicador de flujo de materiales como NTM, IMD o CDM.

A continuación se presenta una tabla resumen de los distintos conceptos que se han introducido en los apartados anteriores, indicando su acrónimo y sus interrelaciones.

ACRÓNIMO	CONCEPTO	DEFINICIÓN	RELACIÓN
AFM	Análisis de Flujos de Materiales	Metodología para evaluar los flujos físicos de recursos materiales, desde su extracción hasta su eliminación final, teniendo en cuenta las pérdidas en el camino	
IMD	Inputs Materiales directos	Materiales que entran directamente en la economía	$IMD = ED + \text{importaciones}$
ED	Extracción doméstica	Suma de extracción doméstica biótica y abiótica	
FO	Flujos ocultos	Materiales que constituyen un flujo asociado a los recursos naturales primarios extraídos pero que no entran en la economía. También se les llama mochilas ecológicas.	
	Requerimientos de materiales domésticos	Suma de inputs materiales directos y flujos ocultos generados en el territorio	
	Requerimientos de materiales exteriores	Suma de inputs materiales directos y flujos ocultos importados. Indica el grado de dependencia de la economía	
NTM	Necesidad total de materiales	Suma de materiales domésticos e importados (excepto agua y aire) y sus flujos ocultos asociados. Total de recursos primarios necesarios para el funcionamiento de una economía.	$RTM = IMD + FO$
PM	Productividad material	Relación entre el crecimiento económico (PIB) y el consumo de recursos	
CFM	Contabilidad de Flujos de	Herramienta utilizada para la contabilización de los flujos de materiales para medir el metabolismo físico de la economía	
OMT	Output material total	Conjunto de materiales que salen de una economía y conjunto de materiales depositados en el medio ambiente doméstico (emisiones, residuos, etc). Indicador agregado de las presiones totales que ejerce el sistema socioeconómico sobre la naturaleza en su función de sumidero	$OMT = \text{Exportaciones} + ODT$
ODT	Output doméstico total	Conjunto de materiales depositados en el medio ambiente doméstico (emisiones, residuos, etc)	$ODT = FO_{\text{domésticos}} + ODP$
ODP	Output doméstico procesado	Materiales procesados y devueltos al medio ambiente en forma de emisiones, residuos, etc. Flujos entre economía y medio ambiente que tienen lugar en los procesos de producción y consumo	
CDM	Consumo doméstico de materiales	Consumo aparente de un territorio calculado como la diferencia entre las entradas directas de materiales. Cantidad total de materiales consumidos directamente por una economía	$CDM = IMD - \text{exportaciones}$
BCF	Balanza Comercial Física	Relación entre las importaciones y exportaciones de materiales	$BCF = \text{Flujos de export.} - \text{flujos de import.}$
ANS	Acumulación Neta de Stocks	Tasa de crecimiento físico de una economía. Acumulaciones netas de materiales en edificios, infraestructuras, vehículos, electrodomésticos, maquinaria y otros bienes de consumo duradero	$ANS = IMD - (ODP + \text{exportaciones})$
PM	Productividad material	Relación entre el PIB y un indicador de consumo de materiales (RTM, IMD o CDM), según como se mida	
PM <sub>RTM</sub>	Productividad material (RTM)	Relación entre el PIB y RTM. Anteriormente se le ha llamado productividad material total	$PM_{RTM} = PIB/RTM$
PM <sub>IMD</sub>	Productividad material (IMD)	Relación entre el PIB y IMD	$PM_{IMD} = PIB/IMD$
PM <sub>CDM</sub>	Productividad material (CDM)	Relación entre el PIB y CDM	$PM_{CDM} = PIB/CDM$
PMD	Productividad material directa		
PMT	Productividad material total		
AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente		

Tabla 1: resumen de conceptos.

## REFERENCIAS

1. Arto I, 2003. "Requerimientos totales de materiales en el País Vasco". Economía Industrial, nº 351, 2003.
2. Arto I, 2009. "El Metabolismo Social del País Vasco desde el análisis de flujos de materiales". Economía Crítica, nº 8, 2009.
3. Bringezu S. y Schütz H., 2001 "Total Material Requirement of the European Union. Technical Part". European Environment Agency, 2001
4. Carpintero. O, 2003. "Los requerimientos totales de materiales en la economía española. Una visión a largo plazo: 1955-2000" Economía Industrial, nº 351, 2003.
5. Díaz Lanchas J., Llano C. , 2011. "La apertura exterior de las provincias vascas: una visión amplia desde el comercio intra, interregional e internacional de bienes." Ekonomiaz. Aceptado.
6. Eurostat, 2001. "Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological Guide". European Commission, 2001
7. Eurostat, 2009. "Economy Wide Material Flow Accounts: Compilation Guidelines for reporting to the 2009 Eurostat questionnaire". Version 01-European Commission, June 2009.
8. González-Martínez et al, 2010. "El flujo de materiales y el desarrollo económico en España: un análisis sobre desmaterialización". Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, Vol. 14, 2010.
9. ICONA, 1987: Mapas de estados erosivos: cuenca hidrográfica del Ebro. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
10. ICONA, 1990: Mapas de estados erosivos: cuenca hidrográfica del Norte de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
11. INE., 2003 "Estadística de Medio Ambiente. Cuentas de Flujos de Materiales. Documento de trabajo 3/03". Instituto Nacional de Estadística, 2003
12. Llano, C., Esteban, A., Pulido, A., Pérez, J , 2010. "Opening the Interregional Trade Black Box: The C-interreg Database for the Spanish Economy (1995-2005)". International Regional Science Review. July 2010 33: 302-337.
13. Llano C., Esteban, A; Pérez, J.; Pulido, A. 2008. "Metodología de estimación de la base de datos C-interreg sobre el comercio interregional de bienes en España (1995-05)". Ekonomiaz, Nº 69. Vol.III, pp. 244-270
14. Sendra C., Gabarrell X. y Vicent T., 2006. "Análisis de los flujos de materiales de una región: Cataluña". Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol 4, 2006.