

## **Balance y cuentas de flujos de materiales**

## 1 Introducción

El uso y la eficiencia de los recursos naturales es una de las áreas prioritarias de actuación del Sexto Programa Comunitario en materia de Medio Ambiente 2.001-2.010. Además, en la elaboración de un sistema de indicadores de desarrollo sostenible se debe incluir el uso de recursos naturales y/o consumo de materiales como parámetros básicos de dicho desarrollo. El marco idóneo para el desarrollo de tal sistema de indicadores es el **sistema de contabilidad ambiental y económica integrada**.

El objetivo de un sistema de contabilidad ambiental y económica integrada es proporcionar una descripción detallada de las interrelaciones entre el medio ambiente y la economía. Para describir estas relaciones es imprescindible disponer de datos estadísticos basados en conceptos y normas contables similares sobre el medio ambiente y el sistema económico.

La interpretación y el análisis correcto de los resultados requiere trabajar con datos estadísticos expresados en unidades físicas, puesto que éstos son más adecuados que los datos monetarios. Así, para medir los flujos de materiales desde el medio ambiente a la economía y desde ésta al medio ambiente es imprescindible utilizar datos expresados en toneladas, ya que los flujos de materiales que circulan cambian su forma y composición en cada etapa del proceso productivo y en el consumo.

Este estudio constituye el primer ensayo del Instituto Nacional de Estadística (INE) para la compilación del **balance y de las cuentas de flujos de materiales** que se incorporarán en un futuro próximo en las **cuentas ambientales** del INE.

## 2 Objetivos

Implementar las cuentas de flujos de materiales permitirá cumplir entre otros con los siguientes objetivos:

Proporcionar información sobre la estructura y las variaciones a largo del tiempo del metabolismo físico de la economía.

Obtener un conjunto de indicadores agregados del uso de recursos naturales.

Obtener indicadores sobre la productividad de los recursos y la ecoeficiencia, relacionando los indicadores de uso de recursos con el PIB y otros indicadores económicos y de empleo.

Proporcionar indicadores de intensidad de materiales de los estilos de vida, relacionando estos indicadores con el tamaño de la población y con otros indicadores demográficos.

Integrar la información en las cuentas nacionales.

Facilitar datos estadísticos ante las demandas políticas de este tipo de información.

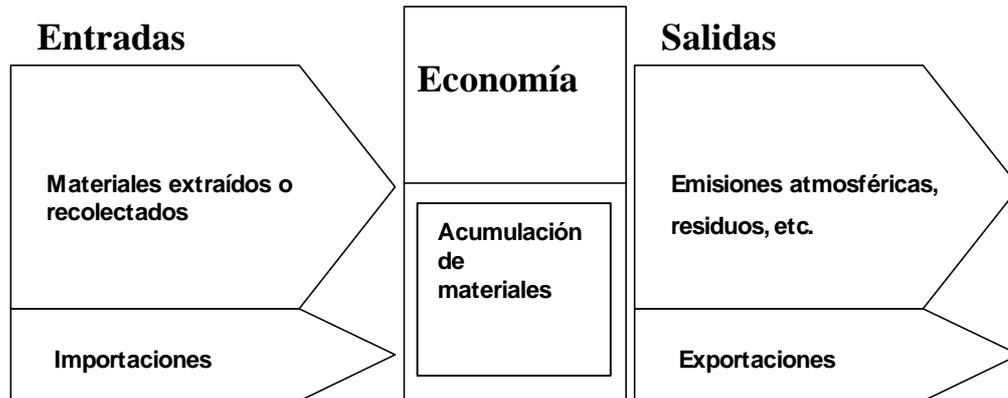
## 3 Definición

Las **cuentas de flujos de materiales** muestran los inputs físicos de materiales que entran en el sistema económico nacional y los outputs 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.

El principio conceptual en el que se basan estas cuentas es la primera ley de la termodinámica sobre la conservación de la materia, según este principio la materia ni se

crea ni se destruye sólo se transforma. Esta técnica puede ser aplicada a materiales y sustancias específicas de gran impacto medioambiental, incluyendo combustibles, materiales estratégicos, madera, pesticidas, cinc, etc. En el siguiente esquema se representan los flujos de entrada, salida y acumulación de materiales en el sistema económico.

**Esquema general de flujos de materiales en la economía**



## 4 Marco de las cuentas

### 4.1 Introducción

El principio básico usado en las cuentas de flujos es la primera ley de la termodinámica. A nivel conceptual, las cuentas de flujos de materiales tienen un estrecho paralelismo con las cuentas económicas. A nivel práctico, esta similitud puede ser más difícil de establecer ya que en las cuentas económicas, al ser la variable de transacción el dinero, se agregan homogéneamente magnitudes y en las cuentas de flujos de materiales no se puede ofrecer agregaciones homogéneas ya que los materiales modifican su forma y composición en cada etapa de la cadena de producción y en el consumo.

El marco contable utilizado en las cuentas de flujos de materiales es el de las tablas input output o el de las tablas origen destino. Este marco proporciona dos identidades básicas:

- Por filas (flujos de productos) y para un producto dado, la producción más las importaciones es igual a la demanda interna más las exportaciones de este producto; la demanda interna es igual a los consumos intermedios, al consumo final y a la formación bruta de capital.
- Por columnas, el input total de materiales es igual al output total de bienes y de residuos (residuos, emisiones atmosféricas o vertidos al agua).

Para el conjunto de la economía, la cantidad total de materiales extraídos o recolectados de la naturaleza e importados es igual a la cantidad total de externalidades residuales emitidas a la naturaleza, a las materias primas exportadas y a la acumulación neta de materiales en la economía.

En la práctica, este marco general se adapta a las características del análisis de materiales y al perfil general de sus usos. Las diferentes aplicaciones a realizar pueden consistir en tablas muy detalladas o en una simple presentación de indicadores relacionados con el

consumo o las necesidades de materiales. Así, para el análisis y el seguimiento de determinadas actuaciones políticas, las cuentas detalladas con información económica monetaria pueden proporcionar medidas sobre las tendencias del consumo o las necesidades de materiales. El uso de materiales peligrosos debería requerir de una información muy pormenorizada por su incidencia en el medio ambiente y en la salud de la población.

## 4.2 Ámbitos de las cuentas

Las cuentas de flujos de materiales deben ser consistentes con las **cuentas económicas nacionales**. Las cuentas nacionales definen la economía nacional como el conjunto de actividades y transacciones de los agentes económicos residentes que tienen un centro de interés en el territorio económico nacional. Algunas transacciones de estas unidades se realizan fuera del territorio económico nacional y otras transacciones, en este territorio, las realizan las unidades no residentes.

Por tanto, en las cuentas de flujos de materiales es necesario, al igual que en las cuentas nacionales, aplicar el **principio de residencia**. De acuerdo con este principio, los materiales utilizados por las unidades residentes fuera del territorio nacional deben ser considerados como inputs de la economía nacional y los materiales utilizados por unidades no residentes en el territorio económico nacional deben excluirse del marco contable.

En las cuentas nacionales, el territorio económico de un país está constituido por el territorio geográfico y por las zonas francas, el espacio aéreo nacional, las aguas territoriales y la plataforma continental situada en las aguas internacionales sobre las que el país disfruta de derechos exclusivos, los enclaves territoriales y los yacimientos situados en las aguas internacionales explotados por las unidades residentes. El territorio económico nacional no incluye los enclaves extraterritoriales de otros países u organizaciones internacionales situados en el territorio geográfico.

Los territorios que se encuentran fuera de los límites del territorio económico nacional constituyen el “resto del mundo”. El objetivo del resto del mundo es proporcionar una visión de conjunto de las interrelaciones entre la economía nacional y otras economías.

Como el objetivo de las **cuentas de flujos de materiales** es establecer y determinar los flujos existentes entre la economía, representada por la función de producción, y el medio ambiente en el que ésta se desarrolla, una primera referencia a considerar sería definir el **espacio ambiental nacional** como el espacio geográfico del territorio económico nacional. Los territorios que se encuentran fuera de los límites del espacio ambiental nacional se denominan medio ambiente del resto del mundo. Por este motivo, las presiones ambientales generadas por la economía nacional pueden diferir de las presiones ambientales generadas en el espacio ambiental nacional ya que los flujos transfronterizos de emisiones y vertidos a través del medio natural no son parte de estas cuentas

## 4.3 Delimitación de los flujos entre los ámbitos económico y natural

Las cuentas de flujos de materiales muestran los inputs físicos de materiales que entran en el sistema económico nacional y los outputs 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.

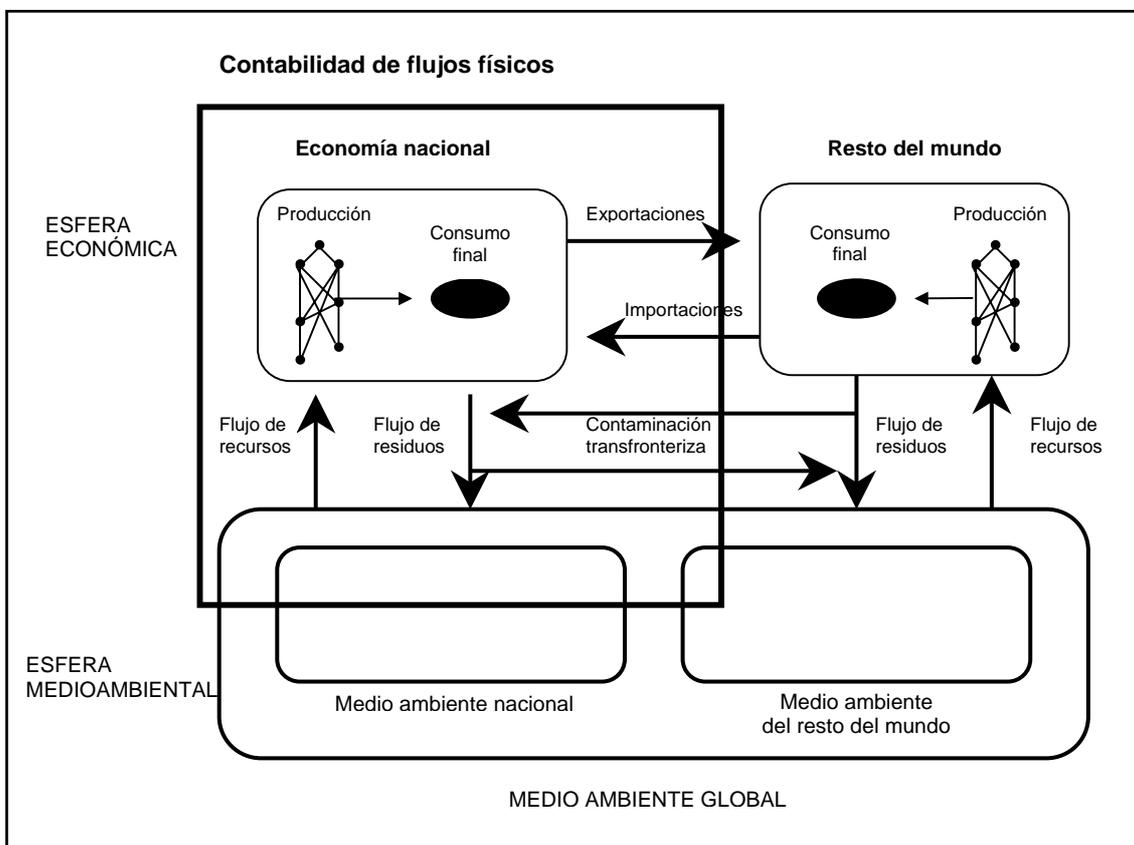
Es difícil conseguir un balance completo de materiales de la economía, ya que no todas las entradas y salidas de materiales tienen un seguimiento sistemático. Los flujos de materiales se clasifican en tres categorías: las materias primas que son insumos de materiales extraídos del medio natural; los productos que son el resultado final del proceso productivo y los residuos que son subproductos no queridos de los procesos de producción y del consumo.

Las cuentas pueden proporcionar un detalle adaptado a las características de los materiales estudiados:

- Extracción/ recolección (agricultura, silvicultura, minería y canteras)
- Transformación/ conversión (refinerías, industrias de metales básicos)
- Usos intermedios (industrias manufactureras)
- Usos finales (hogares)
- Acumulación (formación bruta de capital, bienes de consumo duradero)
- Importaciones/ exportaciones
- Residuos (residuos y emisiones)
- Flujos y acumulación en la naturaleza

En el siguiente esquema se presentan los flujos de las cuentas.

### Flujos físicos y alcance de la contabilidad de flujos físicos



Los únicos flujos que se registran son aquellos que cruzan los límites del sistema económico. Esto es, los flujos que se dirigen desde el espacio ambiental nacional al sistema económico nacional, los flujos entre el sistema económico nacional y el sistema económico del resto del mundo, importaciones y exportaciones de materiales, y los flujos desde la economía el espacio ambiental nacional o el del resto del mundo.

Los flujos dentro de la economía no aparecen representados en las cuentas de flujos de materiales, aunque sí son descritos en las tablas físicas input output, tampoco los flujos naturales que se producen dentro del medio ambiente y aquellos otros que se producen entre el medio ambiente nacional y el medio ambiente del resto del mundo.

#### **4.4. Conceptos, definiciones y clasificaciones**

Los flujos de materiales desde el medio ambiente a la economía se denominan flujos de entrada, entradas al sistema económico, y se refieren a la extracción o al movimiento de materiales naturales realizada de forma intencionada por los agentes económicos. Los cultivos vegetales destinados a la producción de pienso para el ganado, incluyendo la hierba que comen directamente de los prados y los piensos importados, también se clasifican como flujos de entrada.

Los flujos de salida, salidas desde el sistema económico al medio ambiente, implican que los agentes económicos dejan de tener control sobre la localización y composición de los materiales. Así, los fertilizantes empleados en los terrenos agrícolas se consideran como flujos de salida al medio ambiente, ya que los procesos de dispersión y descomposición dentro del suelo y las subsiguientes emisiones son difíciles de medir y no pueden ser consideradas bajo control económico.

##### **4.4.1 Clasificación de los flujos**

Los flujos de materiales pueden agruparse de diferentes modos; atendiendo a su dimensión territorial, para indicar su origen y destino, se clasifican en **flujos nacionales y flujos del resto del mundo**. Si se tiene en cuenta la cadena del producto o su ciclo de vida, los flujos se clasifican en **flujos directos y flujos indirectos**, los primeros corresponden a los flujos que se observan directamente y los segundos se obtienen como cálculo de las necesidades de extracción en el origen de los materiales.

Para indicar si los materiales entran o no en el sistema económico, los flujos se clasifican en **flujos de materiales utilizados en productos y flujos de materiales no utilizados en productos**. Esta clasificación se utiliza exclusivamente para los inputs de materiales. Respecto a los outputs, se utiliza los términos **procesados y no procesados**.

Combinando los diferentes tipos de flujos se llega a las siguientes categorías de flujos de entradas o inputs :

### Categorías de inputs o entradas de materiales

Cadena del producto	Utilizado o no en productos	Nacional o del resto del mundo	Término empleado
Directo	Utilizado	Nacional	Extracción nacional usada
No aplicado	No utilizado	Nacional	Extracción nacional no usada
Directo	Utilizado	Resto del mundo	Importaciones
Indirecto	Utilizado	Resto del mundo	Flujos (input) indirectos asociados a las importaciones
Indirecto	No utilizado	Resto del mundo	

Los materiales que se movilizan de manera intencionada y por medios tecnológicos pero que no se consideran apropiados y no están destinados a ser utilizados en la economía se denominan **flujos ocultos**. Así, la extracción no usada compuesta por materiales extraídos o movilizados en el territorio nacional y no utilizada por los agentes económicos se denomina “extracción nacional no usada”. La tierra excavada durante la construcción, los sedimentos procedentes del dragado de puertos, residuos de la minería, y la biomasa no empleada de cultivos son ejemplos de estos flujos ocultos. El suelo agrícola erosionado, aunque no se moviliza de manera intencionada, puede también incluirse como un flujo oculto.

Los flujos de salida o outputs pueden agruparse en las siguientes categorías:

### Categorías de outputs o salidas de materiales

Cadena del producto	Procesado o no	Nacional o Resto del mundo	Término empleado
Directo	Procesado	Nacional	Salida procesada nacional a la naturaleza.
No aplicado	No procesado	Nacional	Eliminación de extracción nacional no usada
Directo	Procesado	Resto del mundo	Exportaciones
Indirecto	Procesado	Resto del mundo	Flujos (output) indirectos asociados a las exportaciones
Indirecto	No procesado	Resto del mundo	

Los **flujos indirectos** se definen únicamente para la economía en su conjunto y hacen referencia a las importaciones y exportaciones de materiales. Son aquellas materias necesarias para la obtención de los materiales en el origen.

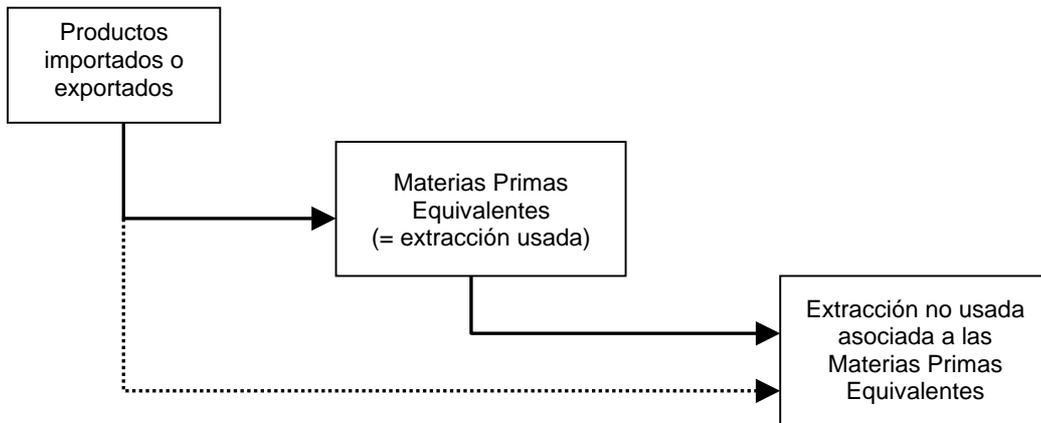
Por el lado de los inputs, los flujos indirectos se definen como los flujos de materiales asociados a las propias importaciones, pero que no se importan físicamente. En el caso de los outputs, son los flujos de materiales asociados a las propias exportaciones, pero que no se exportan. Los flujos indirectos, por tanto, son inputs necesarios para la producción de un producto disponible en la frontera para importar o exportar, excluyendo la masa del producto en sí. Se distinguen diferentes tipos de flujos indirectos: flujos indirectos usados y no usados flujos indirectos procesados y no procesados. Los flujos indirectos sólo pueden calcularse una vez se hayan completado las cuentas de materiales directos usados.

Se distinguen dos componentes de los flujos indirectos:

Flujos indirectos expresados como materias primas equivalentes de los productos importados y exportados; estos flujos miden la extracción usada de materiales necesaria para proporcionar los productos.

Flujos indirectos expresados como la extracción no usada de materiales para proporcionar los productos.

### Cálculo de flujos indirectos



## 5. Cuenta resumen de flujos de materiales en la economía

La cuenta está compuesta por un conjunto de entradas y salidas desde/ al medio natural, a/ desde la economía; esta cuenta permite la obtención de distintos indicadores de materiales. A continuación se presenta la cuenta resumen que ha desarrollado EUROSTAT.

### Cuenta de flujos de materiales en la economía

RECURSOS	EMPLEOS
<b>Extracción nacional</b> Combustibles fósiles (carbón, petróleo...) Minerales (metales, arena...) Biomasa (madera, cereales...)	<b>Emisiones y residuos</b> Emisiones a la atmósfera Residuos en vertederos Vertidos a las aguas
<b>Importaciones</b>	<b>Disipación de productos y pérdidas</b> (Fertilizantes, abonos, semillas; corrosión)
<b>Inputs directos de materiales</b>	<b>Output Nacional Procesado a la naturaleza</b>
<b>Extracción nacional no usada</b> De minería / canteras De biomasa de cultivos Excavación de suelos	<b>Eliminación de extracción nacional no usada</b> De minería / canteras De biomasa de cultivos Excavación de suelos
<b>Input total de materiales</b>	<b>Output Nacional Total a la naturaleza</b>
<b>Flujos indirectos asociados a las importaciones</b>	<b>Exportaciones</b>
<b>Necesidad Total de Materiales</b>	<b>Output total de materiales</b>
	<b>Acumulación neta de stocks</b> Infraestructuras y edificios Otros (maquinaria, otros bienes duraderos, etc.)
	<b>Flujos indirectos asociados a las exportaciones</b>

## 6. Esquema secuencial de las cuentas

En el esquema secuencial de las cuentas, aparecen por un lado los recursos y por el otro los empleos. Por convenio, los recursos aparecen en el lado izquierdo y los empleos en el derecho. En las cuentas económicas, el término recursos se utiliza para aquellas transacciones que aumentan el valor económico del agente o del sector económico. Los empleos relacionan las transacciones que reducen el valor económico. En las cuentas de flujos de materiales, los flujos que añaden cantidad de materiales a la economía se registran en los recursos; en empleos se contabilizan los flujos que reducen la cantidad de materiales.

En la sucesión de cuentas, el stock de materiales se sitúa delante de los balances de flujos directos de materiales porque el stock permite estimar la acumulación neta de materiales en la economía.

### Cuenta 1: cuenta del input directo de materiales

Recursos	Empleos
<b>Extracción nacional</b> Combustibles fósiles (carbón, petróleo...) Minerales (metales, arena...) Biomasa (madera, cereales...)	
<b>Importaciones</b>	
	<b>Input directo de materiales</b>

Esta cuenta registra como recursos la entrada directa de materiales en el sistema económico procedentes del medio natural nacional y del resto del mundo, extracción nacional e importaciones. El saldo de esta cuenta es el **input directo de materiales** que se define como todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que entran en la economía para su utilización en el proceso productivo o en el consumo final. Las principales categorías de entrada directa de materiales son las materias primas extraídas en el territorio nacional y las importaciones.

El nivel de clasificación de los inputs, extracciones nacionales e importaciones, debe permitir la elaboración de subcuentas e indicadores derivados de los principales grupos de materiales.

Los componentes de la extracción nacional se clasifican en los tres grupos siguientes:

Combustibles fósiles

Minerales (minerales metálicos, no metálicos y materiales de construcción)

Biomasa

Las importaciones se clasifican en función de su grado de procesamiento:

Materias primas

Productos semimanufacturados

Productos acabados

Otros productos

### Cuenta 2: cuenta del consumo nacional de materiales

Recursos	Empleos
Input directo de materiales IDM	Exportaciones
	Consumo nacional de materiales

En la cuenta de consumo de materiales figura en recursos el saldo de la cuenta anterior **input directo de materiales** y en empleos las exportaciones directas de materiales. El saldo de la cuenta es el **consumo nacional de materiales** que mide la cantidad total de materiales usados directamente en la economía.

### Cuenta 3: cuenta de comercio exterior de materiales

Recursos	Empleos
Importaciones	Exportaciones
	Saldo comercial exterior de materiales

En esta cuenta, cuenta de comercio exterior de materiales figuran en recursos las importaciones de materiales y en los empleos las exportaciones de materiales. El saldo de la cuenta es el **saldo comercial exterior de materiales** que mide el excedente o déficit del comercio físico de la economía, es decir, las importaciones menos las exportaciones. El saldo de comercio físico también se define para los flujos indirectos asociados a las importaciones y exportaciones.

### Cuenta 4: cuenta del output nacional procesado

Recursos	Empleos
<b>Emisiones, residuos y vertidos</b> Emisiones atmosféricas Residuos Vertidos al agua	
<b>Disipación de productos y pérdidas</b>	
	Output nacional procesado

Esta cuenta describe en unidades físicas ( toneladas) la cantidad total de materiales que son liberados a la naturaleza tras ser utilizados en la economía nacional. En los recursos figuran los materiales introducidos en el medio ambiente nacional, tanto durante como después del proceso productivo y del consumo. Los outputs al medio natural se pueden clasificar en outputs procesados y no procesados. Los outputs procesados son el resultado de los procesos de producción y de consumo y son los únicos que se recogen en esta cuenta.

Los outputs procesados se clasifican en:

1. Emisiones, residuos y vertidos:

Emisiones a la atmósfera.

Residuos depositados en vertederos.

Vertidos a las aguas.

2. Disipación de productos y pérdidas de materiales.

La disipación de productos y las pérdidas de materiales corresponden a la cantidad de materiales dispersados en el medio ambiente como consecuencia, deliberada o no, del uso de productos. Estos flujos tienen dos componentes: la disipación por el uso (fertilizantes y abonos dispersados en los campos de cultivo, sal empleada para deshelar carreteras, etc.), y las pérdidas disipadas (desgaste de las gomas de los neumáticos, partículas desprendidas por la fricción de productos como los frenos de los vehículos, abrasión de carreteras, pérdidas debido a la evaporación de agua u otros disolventes que contienen las pinturas u otros materiales, etc.). Estos flujos se clasifican, básicamente en:

Usos en terrenos agrícolas (fertilizantes, abonos, etc.).

Usos en carreteras (arena, sal, etc.).

Pérdidas (corrosión y abrasión de productos e infraestructuras, filtraciones, etc.).

El saldo de la cuenta es el **output nacional procesado** que se define como la cantidad total de materiales introducidos en el medio ambiente nacional, tanto durante como después, desde el proceso productivo y el consumo.

**Cuenta 5a: cuenta de la acumulación neta de stocks**

<b>Recursos</b>	<b>Empleos</b>
<p><b>Consumo nacional de materiales</b></p>   <p>Memorandum para el balance</p>	<p><b>Emisiones, residuos y vertidos</b></p> <p>Emisiones atmosféricas</p> <p>Residuos</p> <p>Vertidos al agua</p> <p><b>Disipación de productos y pérdidas</b> (fertilizantes, compost, corrosión...)</p> <p>Memorandum para el balance</p>
	<b>Acumulación neta de stocks</b>

En esta cuenta se describe en unidades físicas ( toneladas) la cantidad total de materiales que se acumulan en el sistema económico. Como recursos figura el consumo nacional de materiales y en empleos el output nacional procesado, esto es, las emisiones atmosféricas, los residuos y vertidos al medio ambiente y la disipación de productos y las pérdidas. El saldo de la cuenta es la **acumulación neta de stocks en la economía** que mide el crecimiento físico de la economía, es decir, la cantidad de materiales empleados en edificios y otras infraestructuras, y materiales incorporados a nuevos bienes duraderos, tales como vehículos, maquinaria industrial o electrodomésticos.

### Cuenta 5b: cuenta de acumulación neta

	Infraestructura del transporte	Construcción	Maquinaria	Otros bienes duraderos	Total
<b>Adicciones brutas</b>					
Demoliciones y retiradas de residuos					
Pérdidas debido a la corrosión y abrasión					
<b>Adicciones netas</b>					

En esta cuenta (recopilada directamente) se describe la cantidad total de materiales que se acumulan en el sistema económico por tipo de activo producido. Los stocks se clasifican en dos categorías principales: infraestructuras de transporte y edificios, y otros stocks (maquinaria, vehículos, otros bienes duraderos, etc.). En la clasificación que aparece en el Anexo, no se incluyen los stocks relativos a los cultivos forestales ni a vertederos de residuos controlados.

### Cuenta 6: cuenta de stocks físicos

	Infraestructuras del transporte	Construcción	Maquinaria	Otros bienes duraderos	Total
<b>Stock inicial</b>					
Adicciones brutas					
Eliminación					
Pérdidas					
Otros cambios de clasificación					
<b>Adicciones netas</b>					
Discrepancias estadísticas					
<b>Stock final</b>					

Los cambios en los stocks derivan de los flujos de materiales de y hacia los stocks (aumentos y reducciones) durante el período contabilizado. Los aumentos en las infraestructuras y edificios serían los materiales empleados por las nuevas construcciones o por las reformas, y las reducciones serían los residuos de construcción y demolición, así como la disipación por corrosión y abrasión de edificios e infraestructuras. En el caso de la maquinaria, vehículos y otros bienes duraderos, los aumentos corresponderían a maquinaria o piezas nuevas; y las reducciones a los residuos precedentes de la retirada y eliminación de estos bienes. Los residuos de demolición reciclados y usados para nuevas construcciones se incluirían en los aumentos y reducciones, no incluyéndose en las

adiciones netas. Las reducciones se pueden deber también a la exportación de bienes duraderos de segunda mano o al abandono de edificios.

### Cuenta 7: Balance de flujos directos de materiales

Recursos	Empleos
<b>Extracción nacional</b> Combustibles fósiles (carbón, petróleo...) Minerales (metales, arena...) Biomasa (madera, cereales...)	<b>Emisiones, residuos y vertidos</b> Emisiones atmosféricas Residuos Vertidos al agua
<b>Importaciones</b>	<b>Uso disipado de productos y pérdidas</b> Disipación de productos y pérdidas (fertilizantes, compost, corrosión...)
Memorandum de los balances	<b>Exportaciones</b> <b>Acumulación neta de stocks</b> Memorandum de los balances Discrepancia estadística
<b>Total</b>	<b>Total</b>

Esta cuenta constituye el balance total de materiales. Describe en unidades físicas la cantidad total de materiales que entran en el sistema económico, los que se liberan a la naturaleza tras ser utilizados en la economía nacional y los que se acumulan en el sistema económico nacional como stocks. Por definición los recursos y los empleos se equilibran.

### Cuenta 8: cuenta de la extracción no usada

Recursos	Empleos
<b>Extracción nacional no usada</b> De la minería De la biomasa recolectada Excavación del subsuelo	<b>Eliminación de la extracción nacional no usada</b> De la minería De la biomasa recolectada Excavación del subsuelo

Esta cuenta describe los flujos de materiales que se movilizan de manera intencionada y por medios tecnológicos pero que no se consideran apropiados y ni destinados a ser utilizados en la economía.

En recursos figura la extracción nacional no usada y en empleos la eliminación de la extracción nacional no usada, flujos de salida. En esta cuenta los flujos de entrada y salida quedan consolidados.

### Cuenta 9: cuenta de comercio exterior de los flujos indirectos

Recursos	Empleos
<b>Flujos indirectos asociados a las importaciones</b> Usados Asociados a la extracción no usada	<b>Flujos indirectos asociados a las exportaciones</b> Usados Asociados a la extracción no usada
	<b>Saldo de los flujos indirectos</b>

Esta cuenta describe los flujos indirectos asociados a las importaciones y a las exportaciones, que representan las materias necesarias para la obtención de los materiales en el origen. En recursos figuran los flujos de materiales asociados a las propias importaciones, pero que no se importan físicamente. En empleos, los flujos de materiales asociados a las propias exportaciones, pero que no se exportan. El saldo de la cuenta es el **saldo de los flujos indirectos** asociados a las importaciones y a las exportaciones.

### Cuenta 10: cuenta de la necesidad total de materiales

Recursos	Empleos
<b>Extracción nacional</b> Combustibles fósiles (carbón, petróleo...) Minerales (metales, arena...) Biomasa (madera, cereales...)	
<b>Importaciones</b>	
<b>Extracción nacional no usada</b> De la minería De la biomasa recolectada Excavación del subsuelo	
<b>Flujos indirectos asociados a las importaciones</b> Usados Asociados a la extracción no usada	
	<b>Necesidad total de materiales</b>

La cuenta 10 es la cuenta sobre la necesidad de materiales de la economía. En los recursos aparecen todos los inputs de materiales que entran en el sistema económico desde el medio ambiente nacional y los procedentes del resto del mundo, importaciones, flujos directos e indirectos. El saldo de esta cuenta es la **necesidad total de materiales** que mide la base material total de una economía.

## Cuenta 11: cuenta de consumo de materiales

Recursos	Empleos
Necesidad total de materiales	Exportaciones
	Flujos indirectos asociados a las exportaciones Usados Asociados a la extracción no usada
	Consumo total de materiales

Esta cuenta describe el consumo total de materiales. En recursos figura la necesidad total de materiales obtenido como saldo en la cuenta anterior, en empleos las exportaciones de materiales así como los flujos indirectos asociados a las propias exportaciones. El saldo de esta cuenta es el **consumo total de materiales** que mide el uso total de materiales asociados a las actividades de producción y de consumo, incluyendo los flujos indirectos asociados a las importaciones y excluyendo las exportaciones y sus flujos indirectos asociados.

### 7 Principales saldos contables e indicadores derivados de las cuentas.

#### 7.1 Principales saldos contables

El **input directo de materiales** se define como todos los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que entran en la economía para su utilización en el proceso productivo o en el consumo final. Si al input directo de materiales se le restan las exportaciones se obtiene el **consumo nacional de materiales** que mide la cantidad total de materiales usados directamente en la economía.

Si al input directo de materiales se le añaden los flujos ocultos de la extracción nacional y flujos indirectos asociados a las importaciones se obtiene la **necesidad total de materiales** que mide la base material total de una economía. Si a la necesidad total de materiales se restan las exportaciones y los flujos indirectos asociados a estas se obtiene el **consumo total de materiales** que mide el uso total de materiales asociados a las actividades de producción y de consumo.

El **output nacional procesado** se define como la totalidad de los flujos de materiales introducidos en el medio ambiente nacional, tanto durante como después, desde el proceso productivo y el consumo.

#### 7.2 Indicadores derivados de las cuentas

Del balance de materiales se pueden derivar una serie de indicadores que muestran un cuadro del "metabolismo industrial". Estos indicadores se pueden agrupar, inicialmente, en indicadores de entradas, de consumo e indicadores de salidas. Además se pueden derivar otros indicadores, como los resultantes de variar los límites establecidos en las cuentas, o recopilando los indicadores en función de grupos de materiales.

Todavía no está claro qué indicadores serán los más relevantes y útiles a largo plazo, hasta que no haya una experiencia suficiente en su uso y análisis. La elección de los indicadores

más significativos dependerá del enfoque político y de la utilidad y aplicabilidad probada de cada indicador para el análisis político. De momento sólo es posible establecer una serie de criterios para la selección de indicadores:

Facilidad de comprensión del significado del indicador.

Facilidad de recopilación.

Disponibilidad de datos.

Compatibilidad con las Cuentas Nacionales.

Potencial para usos políticos.

Complejidad del indicador.

El uso y la eficiencia de los recursos ha resultado ser el aspecto más importante a tener en cuenta en las políticas medioambientales y de sostenibilidad a largo plazo en el ámbito de la Unión Europea. Entre los objetivos fijados destaca la necesidad de incrementar sustancialmente la eficiencia del sistema económico, reduciendo así el uso de recursos naturales y los impactos negativos resultantes para el medio ambiente. Se han identificado dos aspectos principales como políticamente relevantes: la cantidad total de materia usada y la eficiencia en el uso. El consumo nacional de materiales y la necesidad total de materiales son los indicadores más adecuados para estudiar dichos aspectos. En general, parecen buenos candidatos como indicadores centrales los siguientes: input directo de materiales, necesidad total de materiales, consumo nacional de materiales y consumo total de materiales.

## **8 Relaciones entre las cuentas de flujos de materiales y las cuentas nacionales**

En las cuentas nacionales el uso del medio natural no se tiene en consideración en el cálculo de algunos costes y, por tanto, no se refleja en cifras tan significativas como el producto interior bruto (PIB). Los usos del medio natural se registran como otras variaciones de activos y su valoración incluye exclusivamente los gastos de explotación del recurso natural. Por consiguiente, si en el PIB se registrara la valoración total de los usos de los recursos naturales, que forman parte de los procesos de producción y consumo, se podría relacionar los saldos contables e indicadores de las cuentas de los flujos de materiales, tales como la extracción nacional o las importaciones, con el producto interior bruto (PIB) a precios constantes para mostrar las tendencias en la productividad de los recursos.

En la economía, a medida que los materiales son procesados, los bienes y servicios producidos van añadiendo valor a lo largo del proceso productivo. El valor monetario, generalmente, aumenta al pasar de materias primas a productos semimanufacturados y a productos acabados. Tras el uso final del producto, el valor de los materiales pasa a ser despreciable (residuos reciclables y chatarra) o incluso negativo (residuos y emisiones).

Al mismo tiempo, la cantidad de material útil se ve reducida a medida que se avanza en el proceso productivo y en el consumo, debido a las pérdidas (residuos y emisiones) ocasionadas en cada una de las etapas de transformación.

En general, a medida que se va incrementando el valor añadido, el material contenido en los productos se reduce. Por consiguiente, en el modelo circular de la economía, los flujos económicos, dinero, y los flujos físicos, bienes físicos, fluyen en sentido opuesto. En este

sentido, las interrelaciones entre las cuentas de flujos de materiales y las cuentas económicas nacionales, representadas por el producto interior bruto, se hacen evidentes a través de los indicadores de consumo de materiales, consumo nacional y consumo total. Esta manera de relacionar los indicadores físicos con los monetarios permitirá calcular indicadores de eficiencia o de productividad de los recursos naturales.

Las diferencias entre indicadores de inputs directos de materiales y de consumo nacional de materiales pueden ser de cierta importancia, especialmente en las economías con gran dependencia del exterior, en cuanto a las exportaciones de materiales. En este caso, se podrían elaborar ambos tipos de indicadores, PIB a precios constantes generado por tonelada de material consumido y PIB por tonelada de input material, para analizar las tendencias de la productividad de los recursos naturales y estudiar directamente cómo evoluciona a lo largo del tiempo la distancia entre el input y el consumo nacional de materiales.

Existen otros factores a tener en cuenta a la hora de analizar ambos tipos de cuentas, materiales y económicas, e interpretar otros indicadores, como el saldo comercial exterior de materiales, que muestra el grado de dependencia material con el exterior, y la acumulación neta de stock de materiales.

## **9. Relaciones entre las cuentas de flujos de materiales y las tablas físicas input output**

Las tablas físicas input output (TFIO) describen los flujos de materiales dentro del sistema económico, así como entre el sistema económico y el medio ambiente. También describen la acumulación de materiales en la economía, pero no los stocks de capital natural ni los stocks de capital producido.

En las tablas se presentan los cambios ambientales causados por las actividades humanas tales como el uso de los activos naturales tanto como fuente de materia prima como sumidero de residuos.

En los activos naturales se hace la siguiente distinción, los activos producidos, activos económicos, que incluyen las plantas cultivadas y animales vinculados a la agricultura y la ganadería, y los activos no producidos. Los activos naturales no producidos están destinados a describir el uso que hace la economía del medio natural.

El metabolismo biológico ha de ser considerado para mantener la identidad entre los input y los output. Como en las cuentas de flujos de materiales, las TFIO pueden mostrar la evolución de la intensidad y eficiencia de materiales de una economía a lo largo del tiempo.

Gracias a la presentación de los flujos de materiales, detallados por ramas de actividad, las TFIO proporcionan una mayor comprensión de las razones que subyacen en estos cambios. Además, muestran la eficiencia de los materiales por ramas de actividad, ya que pueden ser usadas para analizar los flujos de materiales, mostrando no sólo los input directos de materiales y los output de las actividades económicas, sino los flujos indirectos de la producción y del consumo. El análisis de los input directos, indirectos y la acumulación de materiales (o de emisiones) puede aplicarse en el análisis político.

Al mismo tiempo, la posibilidad de integrar las TFIO con las tablas input – output monetarias permite analizar los efectos de medidas políticas (impuestos, subvenciones, normativa medioambiental) diseñadas para reducir el consumo de materiales y energía, o la

generación de residuos. También se pueden modelizar y analizar en detalle los efectos de la variación de precios sobre los flujos de materiales y energía. El sistema desagrega la información, además, en subsistemas que corresponden a las distintas ramas de producción y categorías de uso final, estimándose los flujos indirectos de materiales dentro de la economía y los flujos asociados a los productos por ramas de actividad económica y por diferentes categorías de uso final.

## **10. Estimación de las cuentas de flujos de materiales en España. Fuentes estadísticas utilizadas**

La Estadística Minera en España publicada por la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Economía es la fuente estadística para estimar la mayor parte de los flujos directos relativos a la extracción nacional de combustibles fósiles, minerales metálicos, no metálicos y productos de las canteras.

Respecto a la biomasa, la Estadística Agroalimentaria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación permite estimar la biomasa de la agricultura, silvicultura, caza y pesca continental. Los datos correspondientes a pesca marítima, proceden de estadísticas de la FAO.

En cuanto a las importaciones y exportaciones, la Estadística del Comercio Exterior de la Agencia Tributaria ofrece la información precisa para estimar por tipos de materias primas, minerales, vegetales y ganaderos la cantidad de productos importados y exportados en unidades físicas. La Clasificación normalizada de EUROSTAT es la clasificación utilizada para relacionar la producción interior con el comercio exterior.

En lo referente a los output, salidas desde la economía al medio ambiente, la encuesta sobre la generación de residuos por actividades económicas ( industria y servicios) y la encuesta sobre la recogida y el tratamiento de residuos sólidos urbanos del Instituto Nacional de Estadística son las estadísticas utilizadas tanto para los residuos como para los vertidos al agua. En cuanto a las emisiones atmosféricas, los resultados de las cuentas sobre emisiones atmosféricas y usos energéticos de NAMEA se utilizan en las cuentas de flujos de materiales ya que son consistentes con el principio de residencia. Las cuentas sobre emisiones atmosféricas publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas se utiliza en este apartado.

La estimación de los flujos ocultos y los flujos indirectos asociados a las importaciones y exportaciones, se ha realizado según figura en estas notas metodológicas, a través de las materias primas equivalentes (extracción usada) y la extracción no usada asociada a las materias primas. El Wuppertal Institute ofrece una serie de coeficientes técnicos para cada uno de los materiales, tanto importados como extraídos directamente, que corresponden a materias primas equivalentes y a la extracción no usada, clasificadas por países exportadores de tales materias primas. Esto permite disponer de una matriz que calcula ambos tipos de flujos, que en el caso de la extracción nacional no usada, ha sido completada con los datos procedentes de la Estadística Minera de España.

Estas estimaciones han sido contrastadas, además, con la información procedente de las estadísticas de residuos con el fin de valorar su fiabilidad. Este test ha permitido comprobar un alto índice de fiabilidad de las estimaciones realizadas.

En el caso de la extracción de biomasa no usada, se han considerado tres aspectos: los descartes de la pesca marítima, que según un estudio de Greenpeace representan el 25%

de las capturas; las pérdidas de madera en silvicultura, según datos del Wuppertal Institute; y las pérdidas de suelo por erosión de las áreas de cultivo, que han sido calculadas a partir de las Estadísticas Agroalimentarias del MAPA, y de las estimaciones del Plan Forestal Español.

En algunos casos, las exportaciones de determinadas materias son superiores a la producción nacional, debido a que una parte de éstas procede de importaciones. Por tanto, no se han contabilizado los flujos indirectos asociados a estas exportaciones, ya que en términos físicos son ficticios.

## **11. Cambio de base. Serie 2000-2006 (base 2000)**

Las cuentas de flujos de materiales, serie 2000-2006 (base 2000), incluyen algunas modificaciones con respecto a las Cuentas de flujos de materiales anteriores, realizadas con el objetivo de incorporar los cambios introducidos en la metodología europea que se utiliza para la estimación. Entre estas modificaciones se puede mencionar el cambio en la presentación de la desagregación de los minerales, sustituyendo los minerales no metálicos y de cantera, por los minerales industriales y minerales de construcción, así como la nueva desagregación de los tipos de residuos, adaptada a las modificaciones de las Estadísticas de Residuos.

En esta nueva serie de las Cuentas de flujos de materiales se han podido utilizar datos actualizados de las fuentes de información de base, que modifican algunos resultados correspondientes al año 2000 de la serie anterior. Asimismo, la incorporación de los resultados de la nueva Base 2000 de las Cuentas NAMEA de Emisiones a la atmósfera para la elaboración de la información de emisiones ha permitido incorporar datos sobre partículas emitidas.