

# Un marco experimental para la contabilidad del capital ecosistémico en Europa



# Un marco experimental para la contabilidad del capital ecosistémico en Europa



### **Aviso legal**

El contenido de la presente publicación no refleja necesariamente la opinión oficial de la Comisión Europea ni de otras instituciones de la Unión Europea. Ni la Agencia Europea de Medio Ambiente ni ninguna persona o empresa que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en este informe.

### **Aviso de propiedad intelectual**

© AEMA, Copenhague, 2011

Reproducción autorizada con indicación de la fuente bibliográfica, salvo que se especifique lo contrario. Existe gran cantidad de información sobre la Unión Europea en Internet, a la que se puede acceder a través del servidor de Europea ([www.europa.eu](http://www.europa.eu))

Por Jean-Louis Weber

Consejero Especial sobre Contabilidad Económica-Ambiental  
Agencia Europea de Medio Ambiente.

### **Revisión científica de la edición en español:**

Este trabajo ha sido realizado por TAU Consultora Ambiental por encargo de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

### **Supervisión, coordinación y control (MAGRAMA):**

Elisa Rivera Mendoza

### **Coordinación (TAU Consultora Ambiental):**

Laura Romero Vaquero

### **Título original en Inglés:**

*An experimental framework for ecosystem capital accounting in Europe*

### **Equipo de revisión:**

Manuel Álvarez-Arenas Bayo, TAU Consultora Ambiental

Rodrigo Jiliberto Herrera, TAU Consultora Ambiental



## **MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE**

### **Edita:**

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

### **Distribución y venta**

Paseo de la Infanta Isabel, 1  
Teléfono: 91 347 55 51 - 91 347 55 41  
Fax: 91 347 57 22

### **Portada de la edición española:** TAU Consultora Ambiental

Fotografías de portada: Luis Yngüanzo

Tienda virtual: [www.magrama.es](http://www.magrama.es)

e-mail: [centropublicaciones@magrama.es](mailto:centropublicaciones@magrama.es)

### **Maquetación:** AEMA/Henriette Nilsson

### **Impresión y Encuadernación:**

Solana e Hijos Artes Gráficas, S.A.U.

NIPO (edición papel): 280-13-186-X

NIPO (edición Cd): 280-13-187-5

NIPO (edición línea): 280-13-246-0

ISBN (edición papel): 978-84-491-1340-6

ISBN (edición Cd): 978-84-491-1343-7

Depósito Legal (edición papel): M-35578-2013

Depósito Legal (edición Cd): M-35579-2013

Catálogo General de publicaciones oficiales de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

**Datos técnicos:** Formato 21 x 29,7 cm. Caja de texto: 17,5 x 25 cm. Composición: dos columnas. Tipografía: Palatino Linotype, Verdana a cuerpos 7, 9, 8,5, 10 y 20. Encuadernación: rústica. Papel: Interior en couché reciclado 100% de 115 grs. Cubierta en cartulina gráfica de 300 grs. Tintas: 4/4. Impreso en papel reciclado al 100% totalmente libre de cloro.



Impreso sobre papel 100% reciclado

# Índice

---

<b>Prólogo</b> .....	<b>4</b>
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>5</b>
<b>1 La finalidad de la contabilidad ambiental y económica</b> .....	<b>6</b>
1.1 Cuentas ambientales y económicas y Cuentas Nacionales .....	6
1.2 Cuentas simplificadas del capital ecosistémico .....	7
<b>2 El marco simplificado de las cuentas de capital de los ecosistemas</b> .....	<b>10</b>
2.1 Unidades estadísticas y clasificaciones.....	10
2.2 La estructura contable de las cuentas simplificadas del capital ecosistémico .....	15
2.3 Las tablas de contabilidad física.....	15
2.4 Las tablas de contabilidad monetaria.....	20
<b>Bibliografía</b> .....	<b>24</b>
<b>Anexo 1 Lista de tablas y elementos contables</b> .....	<b>28</b>
<b>Anexo 2 Cuentas modelo</b> .....	<b>41</b>

# Prólogo

---

La necesidad de dar cuenta de los recursos naturales como capital, en la misma forma en que podemos dar cuenta de los recursos económicos y financieros, está recibiendo cada vez más atención. El Plan de trabajo de la UE para una Europa que utilice eficazmente los recursos, recientemente publicado, establece el marco normativo para la acción en los próximos años y décadas, para lo cual se requieren datos sólidos e indicadores.

En este sentido, hay un contraste entre los recursos naturales que se registran en el Sistema de Cuentas Nacionales 2008, la base para el PIB y otros recursos naturales que son ignorados porque no se consideran como activos económicos en el mercado. Este último es el caso típico de muchas de las funciones importantes de los ecosistemas y los servicios que contribuyen al bienestar de las personas, pero se consideran como externos de la economía.

Para salvar estas diferencias, el Comité de Expertos sobre contabilidad ambiental y económica de Naciones Unidas decidió, en su reunión de junio de 2011, incluir las cuentas experimentales de los ecosistemas en el ámbito de la revisión del Sistema de contabilidad ambiental y económica para el año 2013. En Europa, la AEMA puso en funcionamiento en 2010 un proyecto para probar la viabilidad de las cuentas del capital de los ecosistemas, anticipándose así a las demandas de los interesados.

El marco experimental de las cuentas de este informe se basa en la experiencia obtenida en este estudio de viabilidad. También se ha beneficiado de las reflexiones que se han producido en el proceso de revisión del SCAEI de Naciones Unidas, así como del proceso de la iniciativa "Más allá del PIB" de la Unión Europea y del estudio TEEB, La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad. La AEMA ha estado participando activamente en estas actividades y, entre otras cosas, ha elaborado un informe sobre la contabilidad de los ecosistemas costeros de humedales mediterráneos, además de contribuir al informe D1 de TEEB sobre Formulación de Políticas Nacionales e Internacionales.

El marco de la contabilidad de los ecosistemas que aquí se presenta se está probando en el contexto de una Europa abierta que hace balance de sus relaciones con el resto del mundo. Como las cuentas de los ecosistemas están vinculadas a bases de datos de seguimiento, su ejecución actualmente se centra en las cuentas físicas. Las valoraciones monetarias, el ajuste de las cuentas nacionales agregadas de ingresos y consumo final, y el cálculo de las deudas ecológicas, están previstas en etapas posteriores en el mismo marco lógico. Aunque están diseñadas para las necesidades europeas, la mayoría de las características que aquí se proponen tienen un alcance global, y así pueden experimentarse en otras regiones del mundo.

El progreso realizado hasta el momento ha sido posible gracias al apoyo de los socios de la AEMA y de las redes y de la evolución de los sistemas de información ambiental en los últimos años. La contabilidad de los ecosistemas es un módulo de la Estrategia Europea para la contabilidad ambiental gestionada por Eurostat. La base de las cuentas físicas para Europa es el inventario Corine Land Cover 1990-2006 producido en colaboración con Eionet, la Agencia Espacial Europea y el Centro Común de Investigación. Se han extraído las propias bases de datos de la AEMA para el cálculo de las cuentas de prueba, junto con las bases de datos de Eurostat y el Centro Común de Investigación.

El Consejo de Administración de la AEMA, Eionet y el Comité Científico han sido consultados con regularidad y proporcionaron orientación. Por último, pero no menos importante, el marco político de la AEMA ha afrontado constantemente las peticiones políticas establecidas con respecto a las Cuentas Nacionales, el uso eficiente de los recursos o la conservación de la naturaleza y las propuestas metodológicas. Me gustaría dar las gracias a todos por sus aportaciones y esperamos continuar la cooperación en los próximos años.

*Prof. Jacqueline McGlade*

Directora Ejecutiva  
Agencia Europea de Medio Ambiente

# Resumen ejecutivo

---

Las cuentas de los ecosistemas se están desarrollando como parte del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica que tiene por objeto complementar el Sistema de Cuentas Nacionales de Naciones Unidas con información sobre el medio ambiente y el capital natural. El propósito es ampliar el alcance de las variables tenidas en cuenta en la formulación de políticas, con el fin de mejorar la comprensión de la interdependencia y las interacciones entre la economía y el medio ambiente. En última instancia, estas cuentas de los ecosistemas producirán nuevos indicadores y agregados expresados en unidades físicas y monetarias, que se pondrán a disposición de los responsables políticos y analistas para evaluar la eficiencia del uso de los recursos naturales, el patrón de crecimiento económico, la contribución de la naturaleza y su uso dentro y fuera del mercado, las limitaciones a corto y largo plazo como resultado de la necesidad de mantener el capital vivo y renovable, y los beneficios y costes relacionados.

A finales de 2009, la Agencia Europea de Medio Ambiente puso en marcha un proyecto experimental para poner en práctica las cuentas simplificadas del capital de los ecosistemas para Europa como una iniciativa de 'vía rápida', basada en el uso de los datos y estadísticas existentes. Además de un estudio de viabilidad, el proyecto tiene como objetivo enmarcar la contabilidad de los ecosistemas e identificar qué indicadores y agregados se pudieran generar e integrar en las Cuentas Nacionales ampliadas. De acuerdo con los resultados del proyecto, se ha diseñado un marco general para la contabilidad del capital de los ecosistemas. En él se destacan los balances contables y las relaciones entre las tablas y sistemas de contabilidad, así como los principales indicadores y agregados que describen las interacciones entre los ecosistemas y la economía.

Los indicadores y agregados son: el superávit de los recursos accesibles de los ecosistemas (que muestra el nivel de recursos que pueden utilizarse sin poner en peligro las funciones de reproducción del ecosistema), la demanda de servicios (accesibles) de los ecosistemas per cápita, que es una medida de la contribución de los ecosistemas al bienestar; el potencial total de capital del ecosistema, definida como la biomasa accesible bajo las restricciones de mantener la accesibilidad al agua, la infraestructura verde del paisaje y la biodiversidad (y se mide en una "unidad de cuenta" denominada Unidad equivalente del potencial del ecosistema); la Degradación del Capital del Ecosistema (ECD), que describe el uso excesivo del ecosistema nacional; el Consumo de Capital del Ecosistema (CEC, la depreciación del capital del ecosistema en terminología SNA), calculado como ECD (físico) valorado por los costes de recuperación; y el ECD equivalente incluido en las importaciones y exportaciones de las mercancías producidas en condiciones insostenibles. Como siguiente paso, se propone utilizar la CCA para ajustar los Agregados de la Contabilidad Nacional: CEC Producto Interno Neto Ajustado o CEC Ingresos Nacionales Netos ajustados, Consumo Final a Costes Totales (incluidos los CEC no remunerados), Importaciones y Exportaciones a Costes Totales. En última instancia, con este enfoque se establecen dos hojas de balance de los activos y pasivos, una en unidades físicas, y la otra en términos monetarios. Los balances de los pasivos financieros permiten, entre otras cosas, mantener un registro del importe de la deuda ecológica, primero en unidades físicas con respecto a la degradación física y en segundo lugar en unidades monetarias para equilibrar el consumo sin pago del capital del ecosistema. Por último, pero no menos importante, registrar la deuda ecológica posibilita mantener el PIB convencional sin cambios, mientras se completa con los correspondientes agregados ajustados.

# 1 La finalidad de la contabilidad ambiental y económica

## 1.1 Cuentas ambientales y económicas y Cuentas Nacionales

La finalidad de la contabilidad ambiental y económica es complementar las Cuentas Nacionales convencionales (SCN Naciones Unidas 2008) con las tablas que informan a los responsables políticos de la disponibilidad, uso, agotamiento y degradación de los recursos ambientales y naturales. A través de estas cuentas, el rendimiento económico medido por medio de agregados como el Producto Interior Bruto, la Renta Nacional Neta, el Consumo Final, el Ahorro Neto, las Importaciones y Exportaciones, los Activos y Pasivos o el Empleo, puede cuadrarse mediante indicadores de capital natural que describen las oportunidades y limitaciones, beneficios y costes, la eficiencia del uso de recursos, y las externalidades que surgen en relación a las interacciones con el medio ambiente. La implementación de cuentas ambientales y económicas se ha reconocido como un importante paso hacia: el desarrollo sostenible (véase la Agenda 21 de 1992); la medición del progreso económico (véase Más allá del PIB y la llamada Comisión Stiglitz-Sen-Fitoussi); el apoyo a las estrategias de economía verde (PNUMA) y el crecimiento verde (OCDE); el diseño de estrategias políticas de eficiencia de recursos (véase el PNUMA y la Iniciativa insignia de la CE para una Europa eficiente en el uso de los recursos); y para la conservación de la biodiversidad (véase la estrategia de la CDB de Aichi-Nagoya de 2010). En 2007, la División de Estadística de Naciones Unidas encargó al Comité de Expertos sobre contabilidad ambiental y económica (UNCEEAA) elevar el "Sistema de contabilidad ambiental y económica integrada" (SCAEI 2003) al nivel de una norma internacional para 2012.

Aunque la contabilidad ambiental y económica se recaba utilizando tanto unidades físicas como monetarias, las primeras se consideran la base del marco de la iniciativa de la AEMA.

La contabilidad en unidades físicas tiene como objetivo principal complementar las Cuentas Nacionales convencionales con datos sobre el uso y la disponibilidad de recursos naturales. El objetivo es medir la eficiencia global de la economía, primero en términos de la entrada de recursos materiales o energéticos (y la generación de residuos) necesaria para

producir una unidad de PIB, y, en segundo lugar, para evaluar el agotamiento de recursos. Con este enfoque, se pueden integrar las limitaciones físicas en el análisis macroeconómico y las medidas de apoyo al crecimiento más verde, el desarrollo y las acciones, tanto públicas (por ejemplo, a través de los impuestos, la regulación y la planificación) como privadas (por ejemplo, a través de aumentos de la productividad, la tecnología, los contenidos del consumo final).

Las unidades físicas pueden ser específicas de acuerdo al tipo de recurso registrado (en toneladas, metros cúbicos, hectáreas, número de unidades) o común a una serie de recursos. En este caso, es necesario encontrar una unidad equivalente. Por ejemplo, las cuentas del flujo de materiales que actualmente son la base principal para el análisis de la eficiencia de recursos, registran "todo" en toneladas. Otra solución es utilizar unidades equivalentes de carbono o energía, como en los informes del CMNUCC. Las Cuentas de la Huella Ecológica proponen la superficie como unidad equivalente general. Estas soluciones son obviamente incompletas (por ejemplo, en toda la contabilidad económica del flujo de materiales normalmente se dejan de lado el agua, considerada como "tan grande que dominaría todos los demás materiales"<sup>(1)</sup>, y la tierra, que no tiene masa en sí misma) y de alcance limitado debido a las funciones específicas de equivalencia utilizadas. Por otra parte, los aspectos cualitativos de los recursos naturales vivos están ampliamente ignorados, considerándose la naturaleza sólo como una "mina" de recursos, y por lo tanto, sujeta al agotamiento en lugar de la degradación de su capacidad de auto-renovación.

Los valores monetarios no ignoran las cualidades de los activos y productos. Sin embargo, no se consideran todas las cualidades, sólo aquellas que importan a los agentes económicos en la búsqueda del beneficio y la riqueza. En el caso de los activos del subsuelo, la cuestión puede dejarse de lado, siempre que existan sólo como un recurso económico. Considerando los activos con múltiples funciones como sistemas biofísicos dinámicos, que pueden considerarse como un recurso económico y un valor público, la valoración del mercado no engloba todos los elementos de la escasez actual y futura necesarios para evaluar las opciones de crecimiento verde y así encuadrar los

(1) Véase [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Material\\_flow\\_accounts](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Material_flow_accounts)

escenarios de la economía verde. En general, se considera que una función "principal" es productiva y se utiliza para capturar la mayor parte (si no todo) del valor económico; otras funciones se consideran como externalidades libres o se ignoran. Ante la falta de una obligada consideración externa de estos valores (por ejemplo, a través de impuestos o normas ambientales) los precios de mercado son incompletos y no se incorporan a los valores de mercado, a pesar de que son parte del bienestar humano y deben incluirse en cualquier evaluación del desarrollo sostenible.

La ampliación de las Cuentas Nacionales para cubrir los activos económicos naturales y sus servicios (integrados en los productos) es importante, pero no puede ofrecer una visión lo suficientemente completa de la interacción de las personas y la naturaleza. Por ejemplo, una empresa propietaria y gestora de un bosque conocerá y se preocupará por los árboles y la madera, pero se preocupará mucho menos por los "valores forestales no madereros", o las funciones del agua en los bosques que regulan las funciones y los efectos del microclima, que pueden ser de gran importancia para otros sectores de la sociedad y la biodiversidad. Una de las razones es que el bosque se gestiona de forma privada para obtener beneficios privados, mientras que los servicios de los ecosistemas son en su mayoría bienes públicos. Otra razón es que gran parte de la naturaleza está fuera del alcance de aquello "en propiedad y gestionado con fines de lucro", que es la categoría de bienes naturales registrada en el SCN. Por estas razones, el UNCEEA decidió en junio de 2011 dedicar el volumen 2 del nuevo SCAEI a las cuentas de los ecosistemas. El volumen incluirá las cuentas de flujos y reservas en unidades físicas, y evaluaciones donde sea relevante y coherente con los principios del SCN. Se ha pedido apoyo a la AEMA, Eurostat y el Banco Mundial en la preparación del volumen 2 de SCAEI. En este trabajo se informa del progreso en Europa en las cuentas del capital de los ecosistemas, que expresan la capacidad de los ecosistemas para contribuir junto con otras formas de capital y prestar servicios, y la responsabilidad de la economía en cuanto a su buen mantenimiento.

## 1.2 Cuentas simplificadas del capital ecosistémico

El objetivo de desarrollar las cuentas del capital ecosistémico es evaluar la sostenibilidad de la interacción economía-ecosistema desde el punto de vista de la naturaleza, para medir el estado de los ecosistemas, y, cuando se observa degradación, para calcular los costes de evitar daños o de reparación y compensación. Todo esto puede considerarse como medidas de depreciación o de "consumo" (en el sentido SCN) del capital ecosistémico. En este entorno, las cuentas físicas proporcionan una medida de las

limitaciones físicas que la economía no puede superar sin causar daños a las comunidades humanas y a la propia economía.

A finales de 2009, la AEMA lanzó un proyecto experimental de "rápida implementación de las cuentas simplificadas del capital ecosistémico" para Europa – "rápida" debido a las demandas urgentes y recurrentes de la política y "simplificada" porque los detalles no son necesarios en el nivel macro. El enfoque adoptado es de arriba hacia abajo, basándose en las bases de datos y estadísticas a escala europea, pero, en la medida de lo posible, los datos y las estadísticas se recopilan en el nivel de la cuadrícula estándar europea de 1km<sup>2</sup>. El uso de la cuadrícula está justificado por razones de detección de cambios, y la flexibilidad necesaria para informar en términos de diferentes unidades geográficas (por ejemplo, regiones, cuencas hidrográficas, zonas costeras). El enfoque también anticipa las futuras conexiones previstas con aplicaciones de contabilidad a nivel nacional. La prueba se lleva a cabo con los datos y estadísticas existentes, con el objetivo de suministrar actualizaciones anuales (para cumplir con la agenda política) y series temporales retrospectivas. Primero se están desarrollando y calculando las cuentas físicas; la valoración de los costes y los beneficios se encuentra aún en una fase exploratoria. El marco desarrollado para las cuentas simplificadas del capital ecosistémico (Simplified ecosystem capital accounts, SECA) en Europa es una aportación para la preparación actual de volumen 2 del SCAEI.

**Narrativa detrás de las Cuentas Simplificadas del capital ecosistémico (SECA):** Los ecosistemas pueden describirse como capital que ofrece una serie de servicios a las personas, algunos de los cuales son apropiados y se integran en los productos, acumulados y/o consumidos. Otros servicios son bienes públicos de beneficio común para la economía y el bienestar humano. En conjunto, estos servicios ecosistémicos dependen de la regeneración del capital del ecosistema, que a su vez está influenciado por el consumo de los servicios ecosistémicos.

En las cuentas rápidas se han considerado tres grupos de servicios ecosistémicos: biomasa/carbono accesible, agua accesible y servicios accesibles de regulación y culturales. Accesible se refiere a la proporción de los recursos "totales" o "disponibles" que se puede utilizar sin dañar la capacidad del capital del ecosistema. En general, todos los ecosistemas producen los tres grupos de servicios (en proporciones variables). La biomasa/carbono accesible y el agua accesible constituyen el 99 por ciento de todos los "servicios de abastecimiento", como se describen en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) o la Clasificación de los servicios de los ecosistemas de acuerdo con la



Clasificación Internacional Común de los Servicios de los Ecosistemas (CICES). La biomasa/carbono y agua se registran en los balances oficiales, mientras que los servicios de regulación y culturales se miden indirectamente sobre la base de la capacidad de los ecosistemas para proporcionarlos (estado de la infraestructura verde del paisaje y la biodiversidad). Para cada uno de estos grupos, la cantidad de servicios que se pueden utilizar debe ser menor que el excedente accesible, lo que, en términos de desarrollo sostenible, significa que no debería haber importantes compensaciones entre estos servicios.

**El servicio ecosistémico principal es la producción de biomasa** que puede generarse y extraerse (por la agricultura, la silvicultura, la pesca, etc.), hasta un excedente que tiene en cuenta las propias necesidades reproductivas de la naturaleza. El excedente corresponde al actual “alimento de la biodiversidad” y a la conservación de las reservas de bio-carbono en el suelo y los cultivos perennes, y que es necesario si el ecosistema ha de ser autosuficiente. La producción de biomasa también debe ser compatible con el mantenimiento de los recursos hídricos accesibles (por ejemplo, límites a la irrigación) y con el paquete de servicios prestados por la infraestructura verde del paisaje. Del mismo modo, el agua se puede extraer sólo hasta un excedente accesible para garantizar el buen funcionamiento del ciclo del agua, así como la producción de biomasa, y las necesidades de los paisajes y la biodiversidad; por ejemplo, un nuevo embalse destruye funciones ecológicas anteriores, las infraestructuras sobre- dimensionadas de riego crean riesgos de escasez agrícola en años con déficit de lluvias. El desarrollo de los servicios del paisaje puede resultar en la reducción, por ejemplo, de la producción de biomasa, debido a la caída posterior de los rendimientos - que se registrarán en la cuenta de carbono/biomasa.

“**Accesible**” significa que no todos los recursos disponibles se pueden utilizar debido a las limitaciones físicas (una gran parte de los acuíferos, el agua de inundación superior a la necesaria para la reposición de los embalses), la ubicación o rapidez de respuesta inadecuada, la calidad inadecuada, y porque parte del flujo de servicios anual debe dejarse en manos del ecosistema para sus propias necesidades. En el caso de los servicios prestados por la infraestructura verde del paisaje, la accesibilidad depende de la población que puede acceder a ella y la inversa de la artificialidad del paisaje (incluyendo las áreas urbanas donde vive la mayoría de la población en Europa). El concepto de accesibilidad de recursos es especialmente importante en la demanda de servicios ecosistémicos y la definición

de indicadores sólidos, con una definición clara de los límites del uso sostenible. Estos indicadores aplicados a la escala adecuada, pueden asociarse con los datos de población, aumentando considerablemente su utilidad para la formulación de políticas.

El cálculo del **Potencial total del ecosistema** (*Total ecosystem potential*, TEP), el **Cambio neto del TEP** y la **Degradación de capital ecosistémico** resume el estado del capital del ecosistema. El Potencial total de los ecosistemas continentales, marítimos y atmosféricos medido en la balanza básica en toneladas de carbono se pondera por un conjunto de índices compuestos que reflejan los factores externos que limitan la accesibilidad del carbono: Excedente aprovechable de agua del ecosistema (*Ecosystem accessible water surplus*, EAWS), Potencial ecológico del paisaje (*Landscape ecosystem potential*, LEP), Potencial del ecosistema fluvial<sup>(2)</sup> (*River ecosystem potential*, REP) y Valoración de la biodiversidad de los ecosistemas (*Ecosystem biodiversity rating*, EBR) (que combina medidas de infraestructura verde y de diversidad de especies). El resultado es una nueva unidad llamada **EPUE, Unidad equivalente del potencial ecosistémico**. Aumentar la EPUE supone efectos positivos de los programas de recuperación y/o mejora natural; su pérdida supone la degradación por actividades y/o perturbación natural. Se presta atención especial al cálculo de la **Degradación del capital ecosistémico** (*Ecosystem capital degradation*, ECD), que es el resultado de la actividad económica y se utilizará en el siguiente paso para calcular la depreciación del capital ecosistémico. Para este propósito, la degradación del capital del ecosistema se analiza en una tabla especial de acuerdo con los factores de estrés que la hubieran motivado: el cambio en la cobertura del suelo, la reestructuración/desestructuración de los paisajes y ríos, la sobreexplotación de los recursos biológicos, la eliminación de residuos y la contaminación. Es posible entonces calcular, factor por factor, el coste de restaurar una unidad de EPUE. En función de los ecosistemas y cuestiones examinadas, los costes reflejarán las reducciones en los rendimientos, la reducción de la contaminación (incluyendo GEI), y programas como la replantación de setos y reforestación. En las cuentas, los cálculos de los costes se basan en las prácticas observadas y no sobre las preferencias individuales.

### Vuelta al PIB

El Consumo del capital ecosistémico (*Consumption of ecosystem capital*, CEC) es similar al Consumo de capital fijo (*Consumption of fixed capital*, CFC) y deben ser tratados de una manera similar a una deducción

(2) En el caso de los ríos, el potencial es equivalente a exergía (o energía accesible con respecto a la posición o potencial del agua, su concentración en diversas sustancias y otros elementos como la temperatura o la velocidad - véase Valero, 2006), medido en unidades de energía.

cuando se pasa de Producto Interior Bruto a Producto Interior Neto o Renta Nacional Neta. Otro enfoque consiste en considerar que, a diferencia de CFC, que se incluye en el valor de los activos económicos y por lo tanto es transferido al valor de las mercancías, el *CEC no se paga*. Esto significa que el CEC no está incluido en el precio de adquisición del Consumo Final, ni en las Importaciones y Exportaciones. Esta distorsión de precios importante puede ser corregida mediante la suma de CEC no remunerados para calcular el Consumo Final, Importaciones y Exportaciones a costes totales. Para ello no sería necesario cambiar el cálculo convencional del PIB, ajustándose el precio de CEC con un registro adecuado de las deudas ecológicas.

La forma propuesta para el cálculo de la degradación del capital ecosistémico (CEC) se aparta de la teoría

económica dominante, que define la depreciación como una pérdida de valor de activos, lo que equivale (en ausencia de precios de mercado fiables para los activos, que es generalmente el caso para el capital natural) al descuento neto de los beneficios futuros esperados (valor neto actual). La dificultad de este último método en la escala macro es que implica la evaluación y valoración de todos los servicios individuales proporcionados por las múltiples funciones de los ecosistemas y su agregación sin doble contabilidad. No hay evidencia hasta ahora de que este método convencional, aplicado con éxito en muchos estudios de casos, se puede utilizar para la contabilidad nacional. El enfoque propuesto, que combina los costes de degradación física y restauración, es probablemente sólo un sustituto para el prescrito por la teoría económica, pero su aplicación parece factible.

## 2 El marco simplificado de las cuentas de capital de los ecosistemas

La aplicación experimental del SECA en Europa y los debates preliminares sobre la contabilidad de los ecosistemas a nivel internacional han aclarado el diseño de un marco simplificado de las cuentas de capital ecosistémico. Ha implicado la definición de unidades de medición y estadísticas<sup>(3)</sup>, clasificaciones y una estructura contable.

### 2.1 Unidades estadísticas y clasificaciones

A diferencia de la investigación analítica y los modelos, la contabilidad requiere unidades nítidas con fronteras claras y clasificaciones estables para la recopilación de datos y estadísticas, así como resistir comparaciones en el espacio y el tiempo (series temporales). La definición de estas unidades y su clasificación es un primer paso fundamental en la definición de un marco contable.

#### 2.1.1 Unidades estadísticas

El SCN define las unidades básicas como entidades jurídicas con plena capacidad para tomar cualquier decisión económica sobre la producción, el consumo, la inversión, la adquisición de activos o pasivos financieros, etc. Estas “unidades institucionales” son, por lo general, empresas, instituciones gubernamentales centrales o locales u hogares. En cuanto al análisis de la producción, el SCN elige unidades más pequeñas que están mejor correlacionadas con determinados productos o grupos de productos o son más homogéneos. Se les llama “establecimientos”. Un establecimiento es una parte de una empresa que se encuentra en un solo emplazamiento y que se dedica principalmente a un tipo de actividad económica.

Las unidades equivalentes deben definirse para los ecosistemas. Usar unidades estadísticas específicas para los ecosistemas en lugar de utilizar unidades económicas o administrativas es un gran paso adelante. En principio, los ecosistemas van desde el nivel microscópico hasta el global. Sin embargo, como las cuentas de los ecosistemas son parte de las cuentas ambientales y económicas, y tienen por objeto ser utilizadas conjuntamente con el SCN, se debe

dar prioridad a niveles equivalentes para definir las unidades estadísticas para los ecosistemas.

La literatura científica sugiere que la mejor unidad para valorar los ecosistemas es el “sistema socio-ecológico” (SES) (Gallopín, 1991, Glaser, 2008). SES integra las funciones del ecosistema y su dinámica, así como las actividades humanas y las interacciones de todos ellos. El SES es equivalente a la unidad institucional del SCN. Teniendo en cuenta la producción de servicios de los ecosistemas, y en particular los servicios de aprovisionamiento, los SES son más o menos homogéneos. Un bosque grande es al mismo tiempo un sistema socio-ecológico con su propio comportamiento y una unidad de producción de madera y otros tantos servicios del ecosistema. Un pequeño bosque que forma parte de un paisaje en mosaico con la agricultura, aldeas y áreas naturales es ciertamente una unidad de producción de madera, pero ofrece otros servicios, sólo en conjunto con las unidades vecinas; está influenciado por su entorno y tiene menos autonomía. Estas unidades pueden considerarse como equivalentes a los establecimientos definidos en el SCN.

Una vez que se acepta esta equivalencia entre las entidades del SCN y SES, la tarea es definir dichas entidades en la práctica. Las unidades de SES y de producción de ecosistemas se definen por su capacidad para generar servicios en un rango de escalas espaciales. Para la producción de las estadísticas, las unidades deben tener límites claros. Es posible que haya coincidencias entre la competencia de las unidades institucionales y las entidades biofísicas que corresponden a uno u otro tipo previsto. Por ejemplo, una reserva natural a menudo engloba un ecosistema, o un bosque puede pertenecer a un solo dueño. Pero este no es el caso general, ha de encontrarse otra solución.

Para los ecosistemas continentales, la solución ha sido analizar las características biofísicas de los paisajes. El nivel de producción puede abordarse mediante la cartografía de las unidades de cobertura del suelo. Éstas se definen por su composición en términos de objetos o parcelas bio-físicas básicas (por ejemplo, hierba, arbusto, árbol, piedra y otros minerales, arena, hielo, nieve y agua), por el tipo de uso (artificial, cultivado, no

(3) Normalmente, las unidades de medida son hectáreas, julios, metros cúbicos, "ppm" o euros o \$. Las unidades estadísticas son las entidades para las que se recopilan las estadísticas - o se calculan las cuentas. Por lo general son empresas y sus establecimientos, servicios gubernamentales u hogares.

cultivado) y por los patrones del paisaje (fragmentado, conectado, etc.). La metodología ha sido desarrollada por la FAO en el marco del Sistema de Clasificación de la Cobertura del Suelo (LCCS). En Europa, la clasificación de Corine Land Cover tiene principios similares y se está traduciendo al meta-lenguaje LCCS3. Un punto importante es que LCCS y Corine se pueden ejecutar utilizando imágenes de satélite. Las unidades de contabilidad de los ecosistemas se denominan Unidades Funcionales de Cobertura del Suelo (Land cover functional units, LCFU).

Las Unidades Socio-Ecológicas de Paisaje (*Socio-ecological landscape units*, SELU) se producen a su vez de LCFU y otras dimensiones geográficas como el relieve, perteneciente a una cuenca fluvial, o la proximidad al mar. Las LCFU se aglomeran con una metodología que asigna tipos dominantes de cobertura del suelo. Grandes bosques o áreas agrícolas constituyen una SELU por sí mismos, mientras que unidades más pequeñas serán parte de una zona más grande caracterizada por su cobertura del suelo dominante. Los tipos dominantes de cobertura del suelo se clasifican de acuerdo a las clases de cuencas hidrográficas y de relieve (por ejemplo costero, de tierras bajas, tierras altas, montaña). La intersección final genera el mapa de las SELU terrestres.

Los ríos se procesan por separado para fines contables. Los ríos son unidades de cobertura del suelo de un tipo particular donde la dinámica del flujo de agua es la esencia. En el caso de los ríos, la SELU será el sistema fluvial de la subcuenca. Las SELU se descompondrán en el drenajes (principal, secundario) y segmentos (alcance) de la descarga homogénea de agua.

En el caso de los mares, se hace una distinción entre la zona costera, que se describe como un "paisaje marino" que incluye características del fondo marino (en la medida de lo posible, en conjunto con el paisaje costero). El "mar abierto" se asigna de acuerdo con diferentes zonificaciones, comenzando con las áreas de gestión de pesca<sup>(4)</sup>.

El concepto de **servicios ecosistémicos** se puede encontrar en la literatura ya en 1972 (Long, 1972). Fue renovado en los años 1990 (Costanza, DeGroot, Daily ...) y ampliamente utilizado en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de 2006. Los servicios ecosistémicos se definen como "las contribuciones que la naturaleza hace al bienestar humano" (EM, 2006). En el caso de los servicios de aprovisionamiento, los productos de la biomasa normalmente se miden en

toneladas de carbono y el agua en metros cúbicos. Los servicios funcionales, que son muy heterogéneos, se miden como atributos de unidades espaciales y ponderadas, cuando sea pertinente, por los datos de población. Una vez más, el concepto de accesibilidad ayuda a cambiar el enfoque de las funciones de los ecosistemas al bienestar humano. Así pues, se propone la siguiente definición para la contabilidad: **los servicios ecosistémicos son el resultado de las funciones de los ecosistemas accesibles para la gente.**

### 2.1.2 Clasificaciones

Se han establecido unas **clasificaciones preliminares**, discutidas en las reuniones internacionales y serán presentadas por el UNCEEA a una consulta global. La aplicación de SECA se basa en esta etapa en las clasificaciones que se utilizan en Europa.

- **La clasificación de las Unidades funcionales de la cobertura del suelo (LCFU)** se está preparando conjuntamente por la FAO y la AEMA. Se basa en la clasificación de los usos múltiples de tipos homogéneos de cobertura del suelo adoptados al volumen 1 de SCAE, y consiste en el desarrollo de una aplicación para la clasificación de unidades reales de paisaje que son más o menos heterogéneas o mixtas en aplicación de la SECA. La documentación de las LCFU usará la versión 3 del Sistema de clasificación de cobertura del

**Tabla 2.1 Tipos de cobertura del suelo (primer nivel) en el volumen 1 del SCAEI**

01	Superficies artificiales (incluidas zonas urbanas y asociadas)
02	Cultivos herbáceos
03	Cultivos leñosos
04	Cultivos múltiples o en capas
05	Pastizales
06	Superficie arbolada
07	Manglares
08	Zona cubierta de arbustos
09	Arbustos acuáticos o inundados regularmente y/o cultivos herbáceos
10	Zonas naturales con escasa vegetación
11	Terrenos baldíos
12	Nieve permanente y glaciares
13	Masas de agua continentales
14	Masas de agua costeras y zonas intermareales

**Fuente:** FAO, 2011.

(4) Se puede encontrar más información sobre unidades estadísticas de la contabilidad de los ecosistemas en: Note on statistical units for ecosystems, Alessandra Alfieri, Clarke y Daniel Havinga Ivo, División de Estadística de Naciones Unidas y Jean-Louis Weber, Agencia Europea del Medio Ambiente, Reunión de Expertos en Contabilidad de los Ecosistemas, 11-13 mayo de 2011, Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague, Dinamarca <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/meetingMay2011/lod.htm>.



**Tabla 2.2 Cobertura del suelo agregada de Corine utilizada en Europa para LEAC y SECA**

1	Superficies artificiales
2 <sup>a</sup>	Tierras de labor y cultivos permanentes
2B	Pastos y mosaico de cultivos
3A	Bosques y bosques de transición
3B	Pastizales naturales y matorrales esclerófilos (a)
3C	Espacios abiertos con poca o sin vegetación
4	Humedales
5	Superficies de agua

**Nota:** (a) La vegetación que crece en zonas cálidas secas.

**Fuente:** AEMA, 2006.

**Tabla 2.3 Clasificación provisional del flujo de la cobertura del suelo utilizada en Europa para SECA**

<b>IF1 Procesos de desarrollo del suelo, crecimiento urbano, expansión del uso intensivo del suelo</b>	
If11	Desarrollo artificial sobre agricultura
If12	Desarrollo artificial sobre bosques
If13	Desarrollo artificial sobre otra cobertura de suelo natural
If14	Transformación de agricultura de pequeños prados y pastizales en mosaicos de cultivos extensivos
If15	Transformación de bosque en agricultura
If16	Transformación de tierras marginales en agricultura
If17	Creación y gestión de superficies de agua
<b>If2 Procesos de restauración del suelo</b>	
If21	Transformación de cultivos en retirada de tierras, tierras en barbecho y pastos y praderas
If22	Abandono de explotaciones agrarias
If23	Creación de bosques, forestación de tierras agrícolas
<b>If3 Rotaciones, procesos naturales y estado estacionario</b>	
If31	Transformaciones de superficies artificiales
If32	Conversión entre tipos de cultivos agrícolas
If33	Tala de árboles reciente y transición forestal
If34	Transformación y reclutamientos de bosques
If35	Cambios de la cobertura del suelo debido a causas naturales y múltiples
<b>If4 Sin cambios en la cobertura del suelo</b>	

suelo de la FAO, que ha sido reconocido como un estándar en la revisión del SCAEI. Definirá los umbrales aceptables de heterogeneidad y, en el caso de paisajes mixtos, las reglas mediante las cuales los tipos de cobertura del suelo se combinan para producir una nueva clase LCFU (por ejemplo, mosaicos agrícolas-naturales o mosaicos naturales de arbustos y pastizales). El próximo estándar LCFU se conectará fácilmente con la clasificación europea de la cobertura del suelo de Corine que se utiliza actualmente para SECA. La referencia común a LCCS3 también permitirá el desarrollo de variantes de la LCFU principal a diferentes escalas y/o en determinados contextos geográficos que requieren más detalle, manteniendo la consistencia de la clasificación general.

- **La clasificación de ecotonos** (las zonas entre las principales comunidades ecológicas) se deriva de LCFU.

**Tabla 2.4 Clasificación provisional de las Unidades de Paisaje Socio-Ecológico (SELU)**

<b>1. Paisajes de ecosistemas de montaña</b>	
1.1	Zonas urbanas y asociadas desarrolladas
1.2	Superficie agrícola uniforme
1.3	Asociaciones y mosaicos agrícolas
1.4	Pastos y pastizales naturales
1.5	Cobertura forestal
1.6	Otras coberturas naturales dominantes
1.7	Cobertura mixta del suelo (sin cobertura dominante)
<b>2. Paisajes de ecosistema de tierras altas</b>	
2.1	Zonas urbanas y asociadas desarrolladas
2.2	Agricultura de patrón extensiva
2.3	Asociaciones y mosaicos agrícolas
2.4	Pastos y pastizales naturales
2.5	Cobertura forestal
2.6	Otras coberturas naturales dominantes
2.7	Cobertura mixta del suelo (sin cobertura dominante)
<b>3. Paisajes de ecosistemas de tierras bajas (interior)</b>	
3.1	Zonas urbanas y asociadas desarrolladas
3.2	Superficie agrícola uniforme
3.3	Asociaciones y mosaicos agrícolas
3.4	Pastos y pastizales naturales
3.5	Cobertura forestal
3.6	Otra cobertura del suelo natural dominante
3.7	Cobertura del suelo compuesta (sin cobertura del suelo dominante)
<b>4. Paisajes costeros</b>	
4.1	Zonas urbanas y asociadas desarrolladas
4.2	Superficie agrícola uniforme
4.3	Asociaciones y mosaicos agrícolas
4.4	Pastos y pastizales naturales
4.5	Cobertura forestal
4.6	Otras coberturas naturales dominantes
4.7	Cobertura mixta del suelo (sin cobertura dominante)
<b>5. Sistemas fluviales</b>	

- **La Clasificación preliminar de los Flujos de Cobertura del Suelo** (*Land Cover Flows*, LF) que se utiliza en SECA se deriva directamente de la clasificación definida y utilizada en el informe de 2006 de las Cuentas del suelo y los ecosistemas (*Land and Ecosystem Accounts*, LEAC) cuyos datos se han actualizado en 2011.
- Se ha establecido **una clasificación provisional de Unidades de Paisaje Socio-Ecológico** (*Socio-Ecological Landscape Units*, SELU) para su prueba y discusión. La versión a continuación (Tabla 2.4) se basa en la cobertura del suelo de Corine y en metodologías LEAC para la definición de los tipos dominantes de cobertura del suelo y de clases de relieve. La clasificación de los ríos y las cuencas de los ríos se ha tomado de la base de datos ECRINS de la AEMA.
- **Clasificación Común Internacional provisional de los Servicios de los Ecosistemas (CICES)**

En diciembre de 2008, la AEMA, junto con el PNUMA y el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, convocó una reunión internacional de expertos sobre el proyecto de la Clasificación Común Internacional de los Servicios de los Ecosistemas (CICES). La necesidad de esta normalización resulta de las múltiples iniciativas

globales relacionadas con la evaluación y la contabilidad de los servicios de los ecosistemas, como IPBES (Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de Ecosistemas), TEEB, seguimiento de EM, la Evaluación de los ecosistemas Europea (Eureca!2012), muchas evaluaciones nacionales, Economía Verde, PES e IPES (Pagos y Pagos Internacionales por Servicios Ambientales), SEBI2010, la revisión SEEA2003 y la Estrategia Europea sobre contabilidad ambiental. Se espera que CICES favorezca las sinergias y unifique los diversos enfoques adoptados para cuantificar y valorar los servicios ecosistémicos.

Los debates tuvieron lugar en dos talleres internacionales sobre CICES organizados por la AEMA en Copenhague en diciembre de 2008 y 2009 y en un foro electrónico desde noviembre 2009 a enero de 2010, diseñado para permitir a un público internacional más amplio formular observaciones sobre las cuestiones relacionadas con el concepto CICES. CICES se presentó como información a la reunión UNCEEA de junio de 2010. La consulta continúa.

Se ha realizado una referencia cruzada de CICES con el CPC, la Clasificación de Productos Comunes de Naciones Unidas.

**Tabla 2.5 Clasificación Común Internacional provisional de los Servicios de los Ecosistemas**

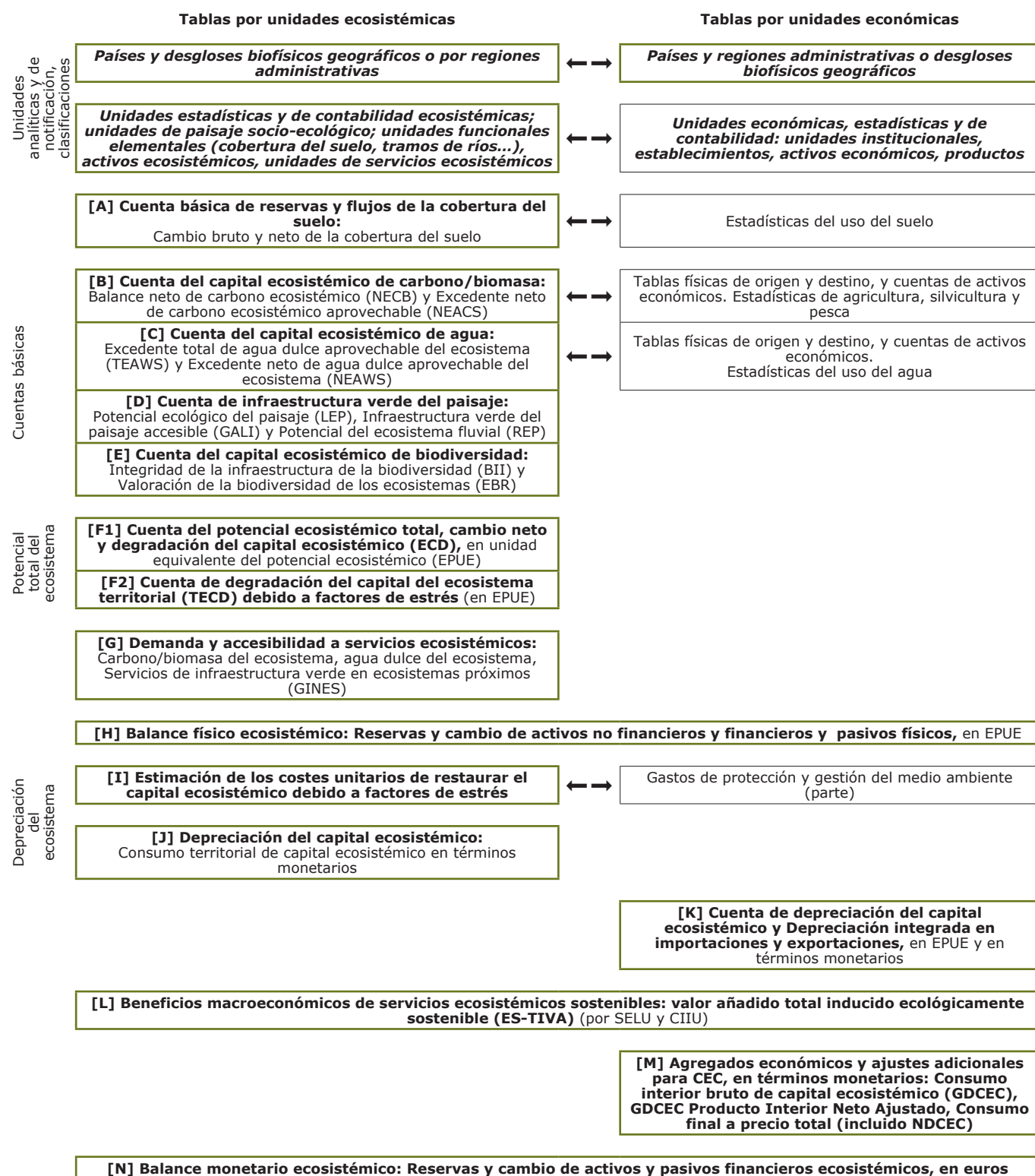
Tema	Clase	Grupo
Aprovisionamiento	Nutrición	Plantas terrestres y alimentos animales
		Plantas de agua dulce y alimentos animales
		Plantas marinas y alimentos animales
		Agua potable
	Materiales	Materiales bióticos
		Materiales abióticos
	Energía	Biocombustibles renovables
		Fuentes renovables de energía abiótica
	Regulación y mantenimiento	Regulación de residuos
Dilución y secuestro		
Regulación del flujo		Regulación del flujo de aire
		Regulación del flujo de agua
		Regulación del flujo de masa
Regulación del ambiente físico		Regulación atmosférica
		Regulación de la calidad del agua
		Regulación de edafogénesis y de calidad del suelo
Regulación del ambiente biótico		Mantenimiento del ciclo de vida y protección del hábitat
		Control de plagas y enfermedades
		Protección del patrimonio genético
Cultural	Simbólico	Estético, patrimonio cultural
		Religioso y espiritual
	Intelectual y vivencial	Actividades de recreo y comunitarias
		Información y conocimiento

2.1.3 Cuadrículas

Aunque no son unidades estadísticas en si mismas, las cuadrículas deben mencionarse como características importantes de las cuentas simplificadas del capital

ecosistémico. En Europa, el Reglamento INSPIRE define una cuadrícula estándar, que es muy importante a la hora de combinar datos procedentes de fuentes muy diversas - una constante en la contabilidad ecosistémica - o cuando un análisis requiere diferentes

Figura 2.1 Estructura simplificada de la contabilidad del capital ecosistémico (SECA)



escalas o desgloses geográficos. Además, los datos de la cuadrícula (malla) son más rápidos para calcular con SIG que los datos vectoriales. La cuadrícula más utilizada para efectos contables es de 1 km x 1 km. También se puede usar la cuadrícula de 0,1 km x 0,1 km (1 ha), pero existen muchos menos datos en esta escala.

## 2.2 La estructura contable de las cuentas simplificadas del capital ecosistémico

Las cuentas simplificadas del capital ecosistémico incluyen tablas tanto en unidades físicas como monetarias. Algunas de estas tablas están directamente conectadas con las tablas del volumen 1 del SCAE, donde los desgloses se presentan mayormente por sector económico y, de este modo, indirectamente ligados al propio SCN (en particular con respecto a las tablas físicas de origen y destino y de insumo-producto). Otras tablas enlazan directamente con el SCN.

Las siguientes secciones comentan las diversas tablas una por una. Las tablas se presentan por separado en una hoja de cálculo con modelos de números con el objetivo de facilitar su comprensión (véase el Anexo 2). La estructura contable se resume en la Figura 2.1.

## 2.3 Las tablas de contabilidad física

### 2.3.1 Balances básicos

#### Tabla [A] Cuenta básica de activos y flujos de cobertura del suelo

Esta cuenta mide, en km<sup>2</sup>, los activos y cambios de la cobertura del suelo en las unidades estadísticas ecosistémicas utilizadas para la contabilidad.

**Activos de cobertura del suelo:** superficies artificiales, tierras de cultivo grandes y medianas y cultivos permanentes, pastos, mosaicos de cultivos agrícolas (granjas pequeñas, cobertura del suelo mixta), cobertura forestal, pastizales naturales, matorrales, mosaicos naturales, espacios abiertos con poca o ninguna vegetación, humedales y superficies de agua.

Los cambios elementales uno a uno de la cobertura del suelo se agrupan en **flujos de cobertura del suelo:** procesos de desarrollo del suelo, expansión urbana, intensificación del uso del suelo, procesos de restauración del suelo, rotaciones, procesos naturales y estado estacionario.

Los flujos de la cobertura del suelo son **indicadores del consumo de cobertura del suelo** (en relación con el año de apertura) y **de nueva formación** (en el año de cierre).

Producidos a partir de imágenes de satélite, las cuentas de la cobertura del suelo pueden notificarse a diversas escalas, en relación con distintos tipos de zonificaciones naturales o administrativas y por cuadrículas regulares (1 x 1 km o 0,1 km x 0,1 km). Su organización tiene un papel central en la organización de todo el sistema de cuentas de los ecosistemas continentales.

#### Tabla [B] Cuenta del capital ecosistémico de carbono/biomasa

La cuenta del capital ecosistémico de carbono/biomasa mide el Excedente neto de carbono ecosistémico aprovechable (Net ecosystem accessible carbon surplus, NEACS) en el suelo, la vegetación y la pesca y su uso.

La cuenta registra, en toneladas de carbono, los recursos disponibles en el suelo, en la vegetación debajo y encima de la superficie y en el agua (peces). En ella se reproducen los flujos de Producción Primaria Neta (PPN) de la vegetación natural y cultivada, y su uso por los cultivos y cosechas de madera. Además de los ecosistemas continentales, las cuentas engloban la capacidad de regulación del clima del mar (pesca y la capacidad de regulación del mar) y de la atmósfera, que es una medida de la cantidad de carbono fósil accesible sin aumentar la temperatura media global más allá del objetivo establecido de un máximo de 2 grados Celsius.

Los indicadores característicos de las cuentas del capital ecosistémico de carbono/biomasa son:

- **NPP y su eliminación** por la agricultura, la silvicultura y la pesca, lo que indica la disponibilidad de estos servicios ecosistémicos de suministros;
- El **Balance neto de carbono ecosistémico (NECB)** que indica la sostenibilidad del uso de carbono/biomasa; en principio, NECB debería ser siempre mayor o igual a cero;
- **Excedente neto de carbono ecosistémico aprovechable (NEACS)**, que mide la proporción disponible de la producción de carbono ecosistémico que cumple las restricciones de sostenibilidad de mantener las reservas en los suelos y la vegetación (sobre todo en árboles) y la pesca; además de los ecosistemas continentales y marinos, NEACS incluye el carbono fósil accesible con la limitación de mantenimiento de las funciones reguladoras del clima de la atmósfera.
- El índice de Excedente de carbono ecosistémico accesible resume la sostenibilidad del uso del carbono total (eliminación del carbono biológico más el uso de carbono fósil) en comparación con



el recurso aprovechable (NEACS). La relación NEACS/Usos debe ser siempre mayor que cero.

Debido al carácter primario de la producción de biomasa del ecosistema y la cobertura completa de las cuentas de carbono/biomasa, juegan un papel central en las cuentas de capital ecosistémico. El carbono/biomasa constituye el primer servicio que se espera del ecosistema, bajo la restricción de un suministro sostenible de agua (para uso humano y el ecosistema en sí), así como la sostenibilidad de todos los servicios regulatorios (regulación del agua, asimilación de residuos, regulación del hábitat, polinización) y socio-culturales que se producen.

El uso y posesión de carbono/biomasa también puede detallarse por sectores económicos, lo cual se lleva a cabo en otra parte de la SCAE, las llamadas “tablas de origen y destino” y “cuentas de activos”. De esta manera, se enlaza el carbono/biomasa con las tablas del SCN en términos monetarios (“origen y destino” y “entradas-salidas”) para el análisis y modelado híbrido.

El uso de carbono fósil y biológico puede registrarse o se registra en las cuentas nacionales por sectores económicos y el contenido de los productos básicos (carbono integrado). Por lo tanto, las cuentas de carbono/biomasa son un elemento esencial para ampliar el alcance de los **indicadores de eficiencia de los recursos** hacia la integración de los impactos sobre el ecosistema (el paradigma de el “segundo desacoplamiento”).

### Tabla [C] Cuenta del capital ecosistémico de agua

La cuenta mide el Total de agua dulce aprovechable del ecosistema (*Total ecosystem accessible fresh water surplus*, TEAW) y el Excedente neto de agua dulce aprovechable del ecosistema (*Net ecosystem accessible fresh water surplus*, NEAWS) ajustado a la falta de agua durante la temporada de crecimiento de la vegetación.

Las cuentas en m<sup>3</sup> se establecen para las reservas de agua en los ecosistemas terrestres (suelo y vegetación) y en las superficies de agua (acuíferos, lagos y embalses, ríos). Incluyen una distinción entre las existencias totales y accesibles, siendo su diferencia debida a limitaciones físicas o económicas de abstracción, contaminación o discordancia temporal entre la disponibilidad y los requisitos para usos naturales o humanos.

Para las cuentas del flujo de agua se realiza un seguimiento desde la infiltración de las precipitaciones y la escorrentía hasta su salida final. La precipitación total *efectiva* disponible (en términos hidrológicos), que está disponible para alimentar a las superficies de agua, es la precipitación menos la evapotranspiración (ETa).

La ETa está subdividida en “espontánea” e “inducida por el riego y otros usos”. La ETa “espontánea” está subdividida a su vez en “inducida por cultivos de secano” e “inducida por vegetación no cultivada”. Adicionalmente, la precipitación total efectiva disponible se analiza para tomar en consideración el agua inaccesible debido a eventos como inundaciones, eliminación y dilución de aguas residuales, ETa adicional inducida por riego, y la evaporación inducida por las torres de refrigeración o los embalses de centrales eléctricas. El agua dulce accesible del ecosistema se puede entonces calcular tras los ajustes correspondientes para tener en cuenta las transferencias de agua entre los ecosistemas y dentro de o entre cuencas fluviales. Se hace un ajuste final para reflejar el tiempo de respuesta de los recursos hídricos en relación con los requisitos de la vegetación.

Los indicadores característicos de las cuentas de agua son:

- Precipitación total efectiva disponible, calculada a partir de un punto de vista hidrológico (agua disponible para la escorrentía), antes de la evapotranspiración inducida por el riego y la evaporación inducida por otros usos;
- Extracción de agua (por los ecosistemas, cuencas y sectores económicos);
- Retorno de aguas residuales, un recurso adicional, aunque degradado, y un coste en cuanto al mantenimiento de la calidad del ecosistema acuático. Teniendo en cuenta la dilución aceptable de contaminantes (concentración máxima, DBO), las aguas residuales sin tratar de retorno a las superficies de agua pueden reducir la accesibilidad de agua fresca varias veces con respecto a la cantidad de aguas residuales vertidas;
- Retorno de agua al suelo debido a las pérdidas en el transporte y riego;
- Total de agua dulce aprovechable: TEAW es el balance contable de las reservas y flujos;
- El Coeficiente de estrés hídrico es un ajuste adicional necesario para reflejar el tiempo de respuesta durante el año de accesibilidad del agua teniendo en cuenta los requisitos de los cultivos, especialmente durante el período de crecimiento;
- Excedente neto de agua dulce aprovechable del ecosistema.

La suma final se llama **Excedente neto de agua dulce aprovechable del ecosistema (NEAWS)**. Se puede comparar a la extracción de agua dulce para medir

la intensidad del uso del recurso agua. La relación Extracción/NEAWS siempre debe ser  $<1$ . Es probable que sea necesario un valor teórico inferior con el fin de hacer un balance de la variabilidad de los recursos hídricos y la aceptabilidad económica y social de los riesgos de los déficits periódicos y, por tanto, de la sostenibilidad de las extracciones.

#### Tabla [D] Cuentas de infraestructura verde del paisaje

Estas cuentas miden la capacidad o potencial de los ecosistemas para proporcionar servicios ecosistémicos de manera sostenible. Los indicadores típicos son Potencial ecológico del paisaje (LEP), Infraestructura verde del paisaje accesible (GALI) y Potencial ecosistémico fluvial (REP). Reflejan el hecho de que la provisión sostenible de carbono/biomasa y agua ha de ser compatible con el buen funcionamiento de la infraestructura ecológica, paisajes y ríos y que el acceso a los servicios ecosistémicos de regulación y socio-culturales se mide mejor en primera instancia por la abundancia y la salud de los ecosistemas que lo proporcionan a la gente. La salud de los ecosistemas se evalúa según los principios desarrollados por David J. Rapport en su descripción del "síndrome de insuficiencia ecosistémica" (Rapport, 2007).

A diferencia de los servicios de aprovisionamiento, los servicios de regulación y culturales no pueden ser cosechados o extraídos y consumidos. Su valor en la economía se percibe como un atributo de la tierra que no se mide directamente, sino que está ligado a los valores de bienes raíces y/o bienes y servicios relacionados. Desentrañar estos servicios ecosistémicos de los valores de mercado se ha llevado a cabo en muchos estudios de caso para servicios seleccionados. Sin embargo, hasta ahora no hay evidencia de que este tipo de estudios de caso pueda ampliarse hasta el nivel macro de las cuentas nacionales. Se han generado con éxito cuentas específicas de servicios basándose en una relación uno a uno, pero no hay evidencia de que se pueda evitar la doble contabilidad cuando se agregan varios de estos servicios, o que se obtenga la completa extensión de servicios ecosistémicos. Por lo tanto, las cuentas simplificadas de capital ecosistémico comienzan midiendo, de manera holística, la capacidad del capital para seguir ofreciendo cualquier servicio a través del tiempo. Este método no excluye el desarrollo de las cuentas locales y/o servicios específicos, pero, en cambio, si ofrece un punto de partida e información de fondo para dichos ejercicios.

Los indicadores característicos de las cuentas de infraestructura verde del paisaje son:

- El índice de Paisaje verde de fondo (*Green background landscape*, GBL), que pondera las

hectáreas de cobertura del suelo de acuerdo con su carácter "verde". Debido a que el carácter verde de un servicio ecosistémico es importante, no sólo en cada lugar, sino también en su entorno, su cálculo se basa en una lógica difusa (valores suavizados);

- El índice del Tamaño efectivo de la malla (*Mesh effective size*, MEFF), que mide los efectos de partición de la fragmentación del paisaje debido a zonas urbanas e infraestructuras de transporte. Las mallas pequeñas limitan el buen funcionamiento ecológico;
- El índice del Valor manifiesto de naturaleza social (*Stated social nature value*, SSNV), que refleja la importancia de la biodiversidad para la sociedad tal como se expresa en términos de protección del paisaje;
- **El Potencial ecológico del paisaje (LEP)** un índice multicriterio que combina GBL, MEFF y SSNV;
- El índice de Ecotonos verdes, basado no en la superficie de las unidades de la cobertura del suelo, sino en la longitud de sus fronteras que concentran mayor biodiversidad animal y vegetal. Las clases de ecotono se ponderan en función de su potencial para hospedar biodiversidad;
- **El índice de Infraestructura verde del paisaje accesible** (*Green accessible landscape infrastructure*, GALI) es un índice compuesto que combina GBL y los índices de ecotonos verdes;
- El Potencial de infraestructura fluvial, que mide la capacidad para prestar servicios relacionados con el agua de los ríos grandes, medianos y pequeños y de riachuelos y arroyos; se mide en una unidad común denominada "km río normalizado" ( $1 \text{ srkm} = 1 \text{ km} \times 1 \text{ m}^3/\text{segundo}$ );
- El índice compuesto de Integridad fluvial, que combina los índices de calidad del agua, fragmentación del río y ecotonos verdes del río;
- **El Potencial del ecosistema fluvial (REP)**, un índice compuesto que combina el potencial e integridad de infraestructura fluvial. El REP conecta paisajes con cuentas del agua.

Todos los índices se elaboran a partir del análisis espacial y se integran en una malla regular (por lo general, células de  $1 \text{ km}^2$  en el nivel macro, 1 hectárea a nivel local) que facilita la detección de interacciones, potenciales y degradación. En un segundo paso, se pueden agregar índices elementales y/o compuestos por regiones, cuencas, etc.

### Tabla [E] Cuenta del capital ecosistémico de la biodiversidad

Esta cuenta recoge las variables de biodiversidad medidas desde la perspectiva del paisaje y las especies/biotopos. La primera sub-cuenta de **Integridad de la Infraestructura de la Biodiversidad** (*Biodiversity infrastructure integrity*, BII) es una continuación de la Tabla [D] de la que se calcula. Se complementa con una segunda sub-cuenta en función del seguimiento de las especies y los biotopos que se utilizan para producir un diagnóstico de la salud o insuficiencia de los ecosistemas (Rapport, 1999). Se pueden aceptar varios métodos para que, con el objetivo de evaluar la salud del ecosistema con respecto a la biodiversidad, no la biodiversidad en sí misma. Por último, la Valoración de la Biodiversidad de los Ecosistemas (EBR) combina índices de paisaje y especies/biotopo.

#### 2.3.2 Tablas de síntesis en unidades físicas: Potencial total del capital ecosistémico y Balance físico (Activos y Pasivos)

El fin último de las cuentas del capital ecosistémico es evaluar si el uso económico de los ecosistemas resulta en un incremento y/o mejora, en un estado estacionario, o en una degradación de los recursos naturales que en conjunto se utilizan como recursos económicos, consumidos por la economía como externalidades libres, y/o directamente suministrar una serie de servicios gratuitos a los individuos o la humanidad en su conjunto. Como la medición del capital ecosistémico sobre la base de beneficios privados es necesariamente incompleta, puede ser engañosa. Los ecosistemas son multifuncionales y la cuestión clave es que el uso de una determinada función o servicio a menudo da lugar a la degradación e incluso la eliminación de uno o de todos los demás. El otro enfoque posible es tomar el capital como un sistema bio-físico y evaluar su capacidad para seguir ofreciendo sus servicios.

Como se ha señalado anteriormente, el modelo SECA considera tres grupos de servicios: producción de biomasa/carbono, producción de agua potable y servicios funcionales. Para cada uno de ellos, se mide la cantidad accesible sobre el excedente (máximo) que puede utilizarse sin menoscabo de la reproducción de la propia naturaleza y la necesidad de garantizar que el uso de uno de estos servicios no degrada el acceso a los otros. Para cada grupo, es un problema de maximización del recurso en presencia de restricciones internas y externas. Como los tres activos y sus servicios no se miden en unidades aditivas, ha de elegirse uno como el principal. La propuesta es que éste sea la biomasa/carbono, el componente primario de la vida, que engloba alimentos, fibra y energía. La narrativa del SECA es entonces la siguiente: **el capital ecosistémico**

**se mide por las existencias de biomasa/carbono accesibles ajustadas a la luz de las limitaciones de acceso al agua dulce, el mantenimiento del paisaje y los potenciales fluviales y de conservación de la biodiversidad.**

### Tabla [F1] Cuenta del Potencial total del capital ecosistémico

En esta tabla se presenta el cálculo del Potencial neto del capital ecosistémico total (*Net total ecosystem capital potential*, NTECP) y el Cambio neto y la Degradación del capital del ecosistema territorial (*Territorial ecosystem capital degradation*, TECD). El punto de partida viene dado por la Tabla [B]. El saldo contable "Excedente neto de carbono ecosistémico aprovechable" (NEACS) se toma como una medida sustitutiva del potencial bruto de capital ecosistémico de los ecosistemas terrestre, marítimo y atmosférico. En una contabilidad simplificada, engloba el carbono accesible de los ecosistemas terrestres, marítimos (pesca) y la capacidad atmosférica de asimilación de carbono. Se debería llevar a cabo una estimación similar para la capacidad del mar. El potencial del sistema fluvial también necesita ser medido de una manera consistente y sumarse al potencial bruto total. Una posible solución sería evaluar el potencial de exergía (energía accesible) fluvial de acuerdo con el enfoque de la contabilidad del agua en España elaborado por Naredo, Valero *et al.* (Valero, 2006). Un punto importante es que este trabajo comienza a partir de las cuentas de reservas fluviales que son idénticos al Potencial de la Infraestructura Fluvial de la Tabla [C] en términos de "km río normalizado" ( $1 \text{ srkm} = 1 \times 1 \text{ km m}^3/\text{segundo}$ ). La solución sería convertir las mediciones de "srkm" en potencial de exergía y luego en unidades de carbono-equivalente.

En esta etapa, "bruto" significa antes de su integración en el cálculo de los otros factores que limitan la accesibilidad del recurso de carbono: el acceso a otros servicios y mantenimiento de las funciones ecológicas. Esta integración se llevará a cabo mediante la ponderación del potencial bruto con índices extraídos de las Tablas [C], [D] y [E]: Excedente de agua dulce accesible del ecosistema (EAWS), Potencial ecológico del paisaje (LEP), Potencial del ecosistema fluvial (REP) y la Valoración de la biodiversidad de los ecosistemas (EBR). Hay varias opciones disponibles para combinar los diferentes índices en un "índice de factores limitantes" para ponderar el potencial bruto, incluyendo los valores medios o métodos más elaborados, por ejemplo, redes de creencias de árboles de decisión bayesiano. La decisión final tendrá que tener en cuenta que es más importante cuantificar el cambio que cuantificar las reservas; será necesario un análisis de sensibilidad para establecer la metodología final.

Ponderando el equilibrio inicial de carbono con el índice de factores limitantes, se crea una unidad de medida de aplicación general que llamaremos unidad equivalente del potencial ecosistémico (EPUE).

Dentro de un territorio económico (según la definición del SCN), el Potencial neto del capital ecosistémico total (NTECP) puede aumentar o disminuir. El aumento refleja la mejora del ecosistema debido a los programas de restauración o procesos naturales espontáneos. Una disminución puede ser el efecto de perturbaciones naturales o de la degradación del ecosistema. La Degradación del capital ecosistémico (ECD) se define así de manera estricta como la consecuencia (efecto, impacto) de las actividades humanas.

### Tabla [F2] Cuenta de Degradación del capital del ecosistema territorial (TECD) debido a factores de estrés

La Tabla [F2] analiza la TECD debido a factores de estrés.

Los factores de estrés son: efecto del cambio de la cobertura del suelo, reestructuración/desestructuración de paisajes y ríos, sobreexplotación de recursos biológicos, eliminación y contaminación de residuos (incluyendo GEI). El enlace a las cuentas sectoriales tiene lugar a través de las tablas de origen y destino que detallan la generación de contaminantes y emisiones de residuos, y las tablas híbridas de insumo-producto más elaboradas<sup>(5)</sup> (combinando datos físicos y monetarios). Otros enlaces son con las cuentas del uso del suelo que enlazan con las estadísticas de agricultura y silvicultura sobre rendimiento de cultivos y prácticas agrícolas y de gestión, y con las cuentas y estadísticas pesqueras.

La Tabla [F2] se utiliza posteriormente para calcular la depreciación del capital ecosistémico (véanse las Tablas [I] y [J]).

### Tabla [H] Balance Físico: Activos y Pasivos

El Balance Físico de Capital Ecosistémico reúne los activos físicos del ecosistema (de la Tabla [F1]) y las deudas físicas o pasivos que la economía contrae con la futura generación, al degradar la naturaleza. Este concepto de responsabilidad física no existe en el SCN donde los activos financieros y no financieros se compensan con las deudas que se registran en las tablas financieras. Esta práctica se ajusta al análisis del sistema económico. En las cuentas de los ecosistemas, mientras la economía no pague algunos costes, es necesario

registrar primero la degradación física como un pasivo. A continuación, la Tabla [H] se complementa con un segundo balance en términos económicos. Esto evita que los cambios del valor del activo natural se vean como el resultado de una mejora en la situación en la que la degradación física no se remedia o compensada.

El balance físico se establece en las unidades equivalentes del potencial ecosistémico (EPUE) - véase la Sección 1.2.

Presenta:

- las cuentas de los *activos* físicos del ecosistema donde el saldo inicial es el Potencial neto del capital ecosistémico total; Cambio en el potencial ecosistema debido a las actividades económicas, otro cambio en el potencial del capital ecosistémico hacen que el Cambio neto de activos físicos ecosistémicos lleven el saldo de cierre (el NTECP resultante );
- las cuentas de *pasivos* físicos que incluyen, según el balance inicial, el NTECP más los objetivos internacionales y nacionales privados de restauración del ecosistema (recuperación de los daños históricos, el cumplimiento de convenios/reglamentos) aprobados por la sociedad. Los cambios se deben a la Degradación del capital del ecosistema territorial (TECD), la Degradación del capital ecosistémico en “las importaciones consumidas” y, en sentido contrario, la reducción de los pasivos físicos debido a los programas de restauración de ecosistemas y la mejora natural espontánea del ecosistema, la reducción de los pasivos físicos por la adquisición de EPUE (mitigación/compensación), y la reducción de los pasivos físicos por los intercambios y consolidación de la deuda. El saldo inicial más el cambio neto en el pasivo físico genera el elemento del saldo final para pasivos físicos.

### Tabla [G] Demanda y accesibilidad a los servicios ecosistémicos

La Tabla [G] detalla la demanda y la accesibilidad a los Servicios ecosistémicos de carbono/biomasa, agua dulce e Infraestructura verde en ecosistemas próximos (*Green infrastructure neighbourhood ecosystem services*, GINES). Las tablas se presentan por tipo de ecosistema e incluyen los datos de población para calcular los servicios ecosistémicos accesibles *per cápita*. El carbono/biomasa accesible y el agua dulce accesible se presentan en las tablas [B] y [C] respectivamente. Cuando se

<sup>(5)</sup> Conocido en Europa bajo el acrónimo de NAMEA.

<sup>(6)</sup> Véase AEMA, 2006.



hace referencia a los datos de la población local o en cuadrículas, los indicadores representan la accesibilidad en el lugar (ecosistema o cuadrícula) o en el entorno cuando se utilizan conjuntos de datos difusos (por ejemplo, datos suavizado en un radio de 5 km)<sup>(6)</sup>.

Los Servicios de infraestructura verde en ecosistemas próximos (GINES) se obtienen de las Tablas [D] y [E]. Es un indicador general que supone una relación directa entre la salud de los ecosistemas y la disponibilidad de los servicios de regulación y culturales del ecosistema. Su cálculo tiene en cuenta el hecho de que la intensidad artificial del paisaje reduce el suministro de servicios de infraestructura verde y, al mismo tiempo, aumenta el número de posibles beneficiarios (por entorno o acceso más fácil debido a infraestructuras de transporte). No es de extrañar que los asentamientos humanos medianos serán los que tengan mejor rendimiento con respecto a GINES accesibles.

GINES no sólo son interesantes *per se*. Mientras se puedan calcular mediante Unidades del Paisaje Socio-Ecológico y/o cuadrículas y notificados por las cuencas hidrográficas y unidades administrativas, GINES puede compensarse con otras variables en un análisis de compensación. El primero de ellos es Carbono/biomasa accesible y Agua dulce accesible, así como el Potencial neto del capital ecosistémico total y la Degradación del capital del ecosistema territorial.

### 2.4 Las tablas de contabilidad monetaria

Se desarrollarán cuentas monetarias para el capital y servicios ecosistémicos además de las cuentas físicas. Como señaló el UNCEEA en junio de 2011, no todos los posibles métodos de valoración son relevantes para la contabilidad nacional, sólo aquellos que sean compatibles con las normas del SCN.

La compatibilidad con el SCN excluye algunos métodos frecuentemente utilizados en el análisis de coste-beneficio (por lo general "valoración contingente") debido a diferentes definiciones del valor en sí mismo (sobre la base de los precios de transacción observables en el SCN, en la disposición a pagar en CBA) y por temas de mejora y agregación (Weber, 2011a). No excluye, sin embargo, la estimación de importantes variables económicas en la ausencia de transacciones directamente observables. Este es el caso de los "servicios públicos", que se valoran por el total de los costes de producción (pero excluye cualquier excedente de explotación), la producción de alimentos para consumo propio (valor a precios básicos en las granjas, no al precio del comprador de productos similares), etc.

Una variable muy interesante que ha de estimarse es el Consumo del capital fijo (CFC), el equivalente en el SCN

a la depreciación del capital financiero en la contabilidad empresarial. CFC es la partida contable que diferencia entre los conceptos de producto e ingresos. De acuerdo con el International Accounting Standard Board, la depreciación del capital *debe* restarse en el cálculo de ganancias de una empresa. El asunto es que el consumo del capital ecosistémico no se resta de la misma manera, ya que se considera como una externalidad, un coste a cargo de la sociedad, y no de los responsables de la degradación del ecosistema. Es un coste no remunerado que desvía la estimación del crecimiento y progreso dada por los agregados de las cuentas nacionales convencionales: Producto Interior Neto o Ingreso nacional -que están sobreestimados y el Consumo final (y las importaciones)- que se subestiman, lo que lleva a las conocidas distorsiones de los patrones de consumo y comercio internacional (Chichilnisky, 1994).

Pagar por la depreciación del capital ecosistémico es, sin embargo, una idea en proceso en varias áreas:

- Un buen ejemplo es el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Convenio sobre el Cambio Climático, que se basa en la contabilidad del carbono y CO<sub>2</sub>. El objetivo del "aumento máximo de la temperatura en 2 grados" se refiere a la degradación del ecosistema atmosférico. El coste de mantenerse por debajo de este objetivo es "consumo de capital ecosistémico".
- La reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de los bosques (*Reducing emissions from deforestation and forest degradation*, REDD) se enmarcó originalmente como pagos por un servicio ecosistémico particular (retención de carbono por los bosques) y se ha modificado a REDD+, que considera la degradación del capital ecosistémico de manera más holística (para evitar fugas biológicas y otras).
- Otro ejemplo viene dado por la Directiva de Responsabilidad Ambiental Europea de 2004 y el cambio al principio de "quien contamina paga", debido a las presiones hacia impactos en el ecosistema. Los costes de recuperación de estos impactos son el consumo de capital ecosistémico.
- Se ha adaptado un enfoque similar en la Directiva Marco Europea del Agua con los objetivos globales de "buena calidad ambiental de las cuencas hidrográficas" (que se cuantifica y para la cual los Estados miembros han de estimar los costes de las medidas de recuperación) y "los costes de recuperación total" en el precio del agua.
- El Wetlands Mitigation Banking (Banca de Mitigación de Humedales) en EE.UU. es otro ejemplo en el que las "cuentas" se establecen por "áreas de servicios ecosistémicos" definidas

como “el área geográfica designada en la que un banco puede estar razonablemente obligado a proporcionar una indemnización adecuada por los impactos inevitables a los humedales”. La “determinación de créditos” en un “banco de humedales” se basa en las cuentas de características físicas y la capacidad para ofrecer servicios que incluyen la “superficie, tipo, categoría y/o función”. La necesidad de créditos para paliar los daños se evalúa mediante un proceso de certificación basado en una contabilidad simétrica sobre la cantidad a reemplazar con respecto a los daños esperados. Esta es la base de un mecanismo de mercado en el que se establecen los valores de crédito.

- Se pueden encontrar otros ejemplos en los mecanismos de certificación de la madera y por último, pero no por ello menos importante, en el creciente mercado de “comercio justo” apoyado voluntariamente por más y más consumidores. Deberíamos pagar el precio real de lo que consumimos.

Hasta ahora, la integración de los costes no pagados en las cuentas nacionales retrospectivas ha sido rechazada por los contables nacionales sobre la base de que implícitamente modificaría la estructura de precios-consumo que ha llevado a una cantidad de PIB determinada. No podemos reescribir el pasado (que se observa por los estadísticos) y estos ajustes sólo deberían considerarse para modelar el futuro (Bosch, Brouwer, Radermacher *et al*, 1997; O Vanoli, 2005).

Aunque ciertamente no es posible modificar el pasado, según consta en las cuentas nacionales, hay una solución para hacer balance del consumo no remunerado y registrarlo como una deuda. A tal efecto, las cuentas monetarias para el capital ecosistémico incluyen una hoja de balance financiero detallada.

### **[I] Estimación de los costes unitarios de la restauración del capital ecosistémico debido a factores de estrés**

La estimación sigue la estructura de la Tabla [F2] de la degradación física por factores de estrés. En la Tabla [I], los costes unitarios por EPUE se derivan del análisis de los gastos reales o los costes de los programas de restauración. Este trabajo se basa en la experiencia de las agencias ambientales, los organismos del agua, agrónomos, forestales, etc., que hacen esos cálculos en su trabajo diario. Las estimaciones de los costes unitarios han de llevarse a cabo por los tipos/temas/regiones de los ecosistemas.

### **[J] Depreciación del capital del ecosistema territorial**

La Tabla [J] presenta la estimación del **Consumo territorial del capital ecosistémico** (*Territorial ecosystem capital depreciation*, TCEC) en términos monetarios. El TCEC se calcula como la degradación en EPUE multiplicado por los costes unitarios de recuperación por tipos/temas/regiones de los ecosistemas.

### **[K] Cuentas de degradación del capital ecosistémico y Depreciación integrada en las importaciones y exportaciones**

Las cuentas del SCN se elaboran para las unidades institucionales residentes agrupadas en sectores y subsectores institucionales. En conjunto, éstos describen la economía interna y no la nacional (utilizada para cualificar la renta) o territorial (que se aplica al mundo físico). Una unidad institucional es residente de un país cuando tiene un centro de interés económico en el territorio de ese país. Las unidades residentes pueden tener actividades temporales en el resto del mundo, y pueden importar y exportar productos. En términos de degradación del capital ecosistémico, esto significa que el enfoque territorial debería ampliarse para tener en cuenta los efectos de la economía interna en el resto del mundo, en particular por el uso de los recursos naturales y la degradación que esto pueda generar en el país productor. Esto se puede deber al desigual nivel de protección del medio ambiente o a la solidez desigual de los sistemas de propiedad (Chichilnisky, 1994) que da lugar a flujos de consumo de capital ecosistémico integrados en el comercio internacional (Koellner, 2011). Estos flujos integrados deben medirse y valorarse de forma apropiada, que es el cometido de la Tabla [K]. La tierra virtual o integrada en las “importaciones consumidas” (Van der Sleen, en Koellner, 2011) se registra por primera vez como infraestructura de datos, y luego como degradación del capital ecosistémico integrado en las importaciones de los productos agrícolas, forestales y pesqueros y de carbono, integrado en la producción de todos los productos importados. La degradación del capital ecosistémico integrada en las importaciones (en EPUE) se convierte entonces en “depreciación ecosistémica no pagada” en “importaciones consumidas” en términos monetarios. En esta fase, los costes de recuperación deben calcularse sobre la base de los precios del país importador.

### **[L] Beneficios macroeconómicos sostenibles de los servicios ecosistémicos**

El enfoque macro elegido para las cuentas simplificadas de capital ecosistémico en Europa conlleva una

(?) Acosta, J. Pedersen, OG y Weber, JL, “Ecologically sustainable total induced value added”, proyecto, AEMA y el Centro Temático Europeo sobre Consumo y Producción Sostenibles (CTE-CPS), Copenhague, 2011.

evaluación de servicio-por-servicio de beneficios seleccionados. Los cálculos *ad hoc* pueden ser avalados por las cuentas físicas presentadas anteriormente. Algunos de ellos se pueden hacer para servicios específicos e integrarse en el marco SECA. Proponemos comenzar con los servicios de aprovisionamiento, a raíz de las recientes experiencias en Zanzíbar (Lange & Jiddawi, 2009) y en el mar Mediterráneo (Plan Bleu, 2010). La metodología actualmente probada en la AEMA<sup>(7)</sup> se denomina "extracción hipotética" del valor añadido a partir de tablas de insumo/producto (I-OT). Las I-OT son las elaboradas para Europa por Eurostat para 1995 y 2005. El primer resultado que se espera es el Valor Añadido Inducido Total de los sectores clave, empezando por la agricultura y la industria alimentaria, seguido de la silvicultura, la pesca y la gestión del agua.

En un segundo paso, está previsto ajustar la TIVA con un índice de degradación del capital ecosistémico para los respectivos sectores, lo que llevará al **Valor añadido inducido total ecológicamente sostenible** (*Ecologically sustainable total induced value added*, ES-TIVA). Ha de tenerse en cuenta que el ES-TIVA para los diferentes sectores no se puede sumar sin doble contabilidad.

### [M] Agregados económicos y ajustes adicionales para el Consumo de Capital Ecosistémico (CEC)

La Tabla [M] se hace cargo de los agregados convencionales del SCN y el Consumo de capital fijo. Añade el resumen del cálculo del capital ecosistémico: Consumo Territorial de Capital Ecosistémico más Depreciación del capital ecosistémico prácticamente integrado en las importaciones, es igual al **Consumo interior bruto de capital ecosistémico** (*Gross domestic consumption of ecosystem capital*, GDCEC). GDCEC menos la Depreciación del capital ecosistémico prácticamente integrado en las exportaciones es igual al Consumo interior neto de capital ecosistémico.

Finalmente, la Tabla [M] propone agregados macroeconómicos adicionales ajustados para la depreciación del ecosistema. Son GDCEC de **Producto interior neto ajustado o renta nacional, Consumo final a precios totales** (que incluye NDCEC), **Importaciones a precios totales y Exportaciones a precios totales**.

### [N] Balance Monetario: Activos y Pasivos

La Tabla [N] es el Balance monetario de Activos y Pasivos del ecosistema. En gran medida, la Tabla [N] refleja la Tabla [H], el balance físico. La separación

de los dos balance es necesario siempre y cuando SECA no postule que la degradación del capital ecosistémico puede automáticamente compensarse por un gasto. En cambio, SECA considera los costes de recuperación como una estimación (de la misma manera en que el Consumo de capital fijo es una estimación) de la cantidad que debe ser reinvertida en el próximo período para reparar la degradación observada. Si la degradación persiste a pesar de la acción de recuperación, se calculará un nuevo Consumo de capital fijo. La evolución relativa de los pasivos físicos y monetarios, en el territorio y en el resto del mundo, probablemente se convierta en una importante variable de evaluación<sup>(8)</sup>.

Por el lado de los activos, hay que señalar que no se prevé ningún cálculo del potencial valor monetario del capital ecosistémico total. Los costes de recuperación representan los costes de restaurar el ecosistema, que en algún momento va a ser un proceso natural. Utilizar estos costes de recuperación para calcular el valor de los propios ecosistemas sería muy engañoso, ya que implicaría que la naturaleza es producto de la actividad humana - cuando en el mejor de los casos es una co-producción. Los únicos gastos registrados son el valor de mercado de los activos económicos y financieros del ecosistema que pueden acumularse como consecuencia de la mejora del ecosistema.

### Conclusión

Este trabajo contiene anexos con detalles de las tablas que se describen brevemente más arriba. Una versión es una **tabla modelo** en la que se han utilizado números reales, estimados e inventados. Esto no tiene importancia en esta etapa, siempre que se aprecie que los números están ahí para permitir la comprensión de la forma en que los diferentes elementos contables se relacionan entre sí y se utilizan para tablas de síntesis y agregados. Los números simulados están siendo progresivamente sustituidos por los reales, en el curso de la aplicación acelerada de las Cuentas simplificadas del capital de los ecosistemas en Europa. No están actualmente todos los detalles (todavía es un marco simplificado) y hay espacio para su mejora. Sin embargo, el esquema actual da una visión de las posibles cuentas del ecosistema en su co-evolución<sup>(9)</sup> con la economía.

El marco contable del capital ecosistémico de la Tabla 6 integra tablas físicas y monetarias. Las tablas físicas integran balances cuantitativos básicos e índices cualitativos de la salud de los ecosistemas y

<sup>(8)</sup> Se puede prever que las deudas ecológicas exportadas/importadas con productos no sostenibles se registran por una institución internacional especial. Se registrarían dos veces, en unidades físicas y monetarias. El deudor pagaría a esta institución que a su vez pagaría al acreedor en proporción a la recuperación efectiva de los daños ecológicos.

<sup>(9)</sup> Para citar Norgaard, 1994.

la accesibilidad de los servicios ecosistémicos. Los balances cuantitativos básicos recopilados por tipo de ecosistema se pueden reflejar en las tablas físicas de origen y destino y en las cuentas de bienes económicos detalladas por sectores económicos en el volumen 1 del SCAE. De esa manera se pueden conectar con las Tablas monetarias de origen y destino (S-UT) y las propias cuentas de activos naturales del SCN 2008. Las cuentas del capital ecosistémico están construidas principalmente a partir de datos geo-referenciados para que sean realmente de arriba a abajo, conectadas a las escalas locales tanto como al nivel macro. Una gran parte de las cuentas pueden notificarse por regiones o cuencas hidrográficas. Las cuentas del capital ecosistémico miden las reservas y flujos de recursos, el uso de factores limitantes, y el superávit de recursos accesibles, y lo comparan con el uso de recursos calculado a partir de estadísticas. Miden la degradación de los ecosistemas, los costes de recuperación y la acumulación de deudas ecológicas que puedan resultar de la degradación acumulada tanto en el país como en el extranjero en los países comerciales asociados. Todos estos elementos son especialmente importantes para observar el progreso hacia una economía verde y evaluar el crecimiento verde. En particular, amplían el alcance de los indicadores de eficiencia de recursos basados en el análisis de flujo de materiales: los flujos pueden desplazarse ahora entre los ecosistemas, tomándose en consideración las oportunidades, las limitaciones y riesgos cuantitativos y cualitativos. La evaluación del progreso o degradación del bienestar ya no se limita a las variables del mercado.

La cuestión de cómo manejar los activos del subsuelo, el carbón, el petróleo y los minerales se mantiene. Son los “servicios muertos del ecosistema”, muertos durante cientos de millones de años. No se renuevan en una escala de tiempo significativa en que la gente pueda influir. Su destrucción es ante todo una cuestión económica. La manera de integrarlos de una manera coherente con el enfoque físico/monetario de la degradación del ecosistema podría ser seguir el método “coste de uso” de El Serafy (El Serafy, 1992). Este método tiene por objeto medir la proporción de los beneficios económicos de la explotación de los recursos que debería ser reinvertida en otro activo con el fin de mantener el flujo de recursos a un nivel constante. Se propone otro método para medir el agotamiento de los activos económicos con variantes en el SCN y el volumen 1 del SCAE; debería dar resultados similares cuando los precios no sean demasiado volátiles. Los dos enfoques, sin embargo, no reflejan el hecho de que, después de haber aliviado la presión sobre los ecosistemas al principio de la revolución industrial, la energía del subsuelo y los minerales se han convertido, con mucho, en la fuente más importante de contaminación y envenenamiento de los ecosistemas. Una aproximación débil a la sostenibilidad de los ecosistemas (es decir, fomentar los ingresos, no el medio ambiente) es por lo tanto muy discutible. La posibilidad de ampliar el enfoque de la contabilidad del capital ecosistémico a los recursos fósiles es una cuestión abierta sobre la base de la capacidad de asimilación de los ecosistemas que finalmente determina su accesibilidad<sup>(10)</sup>.

<sup>(10)</sup> Sería continuación del trabajo pionero de Naredo y Valero (Valero, 2006).



# Bibliografía

AEMA, 2006, *Land accounts for Europe 1990-2000*, Informe de la AEMA nº 11/2006, redactado por Haines-Young, R. y Weber, J.-L., [http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2006\\_11/en](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_11/en).

AEMA, 2010a, *Ecosystem Accounting for the Cost of Biodiversity Losses: The case of Coastal Mediterranean Wetlands*, Informe Técnico de la AEMA nº 3/2010, redactado por Haines-Young R., Potschin M., Kumar P., Weber J.-L. *et al.*, <http://www.eea.europa.eu/publications/ecosystem-accounting-and-the-cost>.

AEMA, 2010b, *Proposal for a Common International Classification of Ecosystem Goods and Services (CICES) for Integrated Environmental and Economic Accounting*, Documento preparado para la AEMA por el Centre for Environmental Management, Universidad de Nottingham, Reino Unido, Documento de referencia, ESA/STAT/AC.217, UNCEEA/5/7/Bk, Quinta Reunión del Comité de Expertos sobre Contabilidad Ambiental y Económica de Naciones Unidas, Nueva York, 23-25 Junio 2010, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/meetings/UNCEEA-5-7-Bk1.pdf>.

Banco Mundial, 1989, *Environmental accounting for sustainable development* (documentos seleccionados de los talleres de trabajo conjunto del PNUMA/ Banco Mundial de 1983), por Ahmad, Yusuf J., El Serafy, Salah, Lutz, Ernst (editors), Banco Mundial, Washington, DC, 1989.

Banco Mundial, 2011, *The Changing Wealth of Nations: Measuring Sustainable Development in the New Millennium*, Banco Mundial, 2011, <http://siteresources.worldbank.org/ENVIRONMENT/Resources/ChangingWealthNations.pdf>.

Banco Mundial, 2011, *Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services (WAVES): A Global Partnership*, Paper prepared by the World Bank, ESA/STAT/AC.238, UNCEEA/6/7, Sexta Reunión del Comité de Expertos sobre Contabilidad Ambiental y Económica de Naciones Unidas, Nueva York, 15-17 Junio 2011, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/meetings/UNCEEA-6-7.pdf>.

Bosch, P., Brouwer, R., Radermacher, W. *et al.*, 1997, *Methodological Problems in the Calculation of Environmentally Adjusted National Income Figures (GREENSTAMP Final Summary Report)*, Informe a

la Dirección General XII de la Comisión Europea, Contrato nº. EV5V-CT94-0363, Julio 1997.

CESPAO, 2009, *Compendium of Environment Statistics in the ESCWA Region*, E/ESCWA/SD/2009/13, Diciembre 2009, <http://www.escwa.un.org/information/publications/edit/upload/sd-09-13.pdf>.

CESPAO, 2010, 'Water Statistics and Water Accounts in Jordan', presentación de Suna Abou Zahra, <http://www.escwa.un.org/divisions/events/Countrypapers/JordanDOSPresentation.pdf>.

CESPAO, 2011a, *Environment Statistics, Indicators and Accounts Project (ESIAP)*, <http://www.escwa.un.org/esiap/>.

CESPAO, 2011b, *Statistical Information System ESIS*, <http://esis.escwa.org.lb/?id=18>.

Chichilnisky, G., 1994, *North-South Trade and the Global Environment* (1994). *American Economic Review*, Vol. 84, No. 4, Septiembre 1994. Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1374644>.

Commission interministerielle des comptes du patrimoine naturel, 1986, *Les comptes du patrimoine naturel*, Colecciones del INSEE, C137-138, París, 1986.

Costanza, R., 1997, *The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital*, Costanza, R., D'Arge, R., DeGroot R., Farber, S., Grasso, M., Hannon B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. y van den Belt, *Nature*, M. 387, 253.260.

Daily, G. C., 1997, Introduction: What are Ecosystem Services? En: Daily, G.C. (Ed.) *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C., 1.10.

El Serafy, S., 1991, The Environment as Capital. 1991. Capítulo 12, pp. 168-175 en Robert Costanza (editor), *Ecological Economics - the Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press, Nueva York.

El Serafy, S., 1992, Sustainability, Income Measurement and Growth. 1992. Capítulo 5, pp. 63.79 en Robert Goodland, Herman E. Daly y Salah El Serafy (editores), *Population, Technology and Lifestyle: The Transition to Sustainability*. Island Press, Washington DC.

- FAO y AEMA, 2009, *Land Cover and Land Use Classifications in the SEEA Revision*, redactado por Xiaoning Gong (FAO) y Jean-Louis Weber (AEMA), Cuarta Reunión de UNCEEA 24 - 26 Junio 2009, Sede Central de Naciones Unidas, Nueva York, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/meetings/UNCEEA-4-11.pdf>.
- FAO, 2011, *Towards a System of Environmental Economic Accounting for Agriculture (SEEA.AGRI)*, Documento preparado para la FAO por Juan-Pablo Castaneda y Jaime Luis Carrera, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Medio Ambiente, Universidad Rafael Landívar, Guatemala, ESA/STAT/AC.238, UNCEEA/6/27, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/meetings/UNCEEA-6-27.pdf>.
- Friend, A. M., 2004, *Valuation of the Physical Stock-Flow Accounts through means of Ecopricing Sraffa Ecosystem Valuation Method SEVM*, The 8th Biennial Scientific Conference of the International Society for Ecological Economics, Montreal, 11-14 Julio 2004.
- GAISP, 2006, 2010, Ocho monografías (de las cuales 3 están relacionadas con los bosques) y una nota metodológica, HariPriya Gundimeda, Pavan Sukhdev, Pushpam Kumar, Rajiv Sinha y Sanjeev Sanyal, <http://www.gistindia.org/publications.asp>.
- Gallopín, G.C., 1991, Human dimensions of global change: linking the global and the local processes. *International Social Science Journal* 43(4):707.718.
- Glaser, M., Krause, G., Ratter B. y Welp, M., 2008, 'Human-Nature Interaction in the Anthropocene: Potential of Social-Ecological Systems Analysis', *GAIA*, Vol.17, N°.1, págs. 77-80.
- Houdet, J., Trommetter, M., Weber, J., 2010, *Promoting business reporting standards for biodiversity and ecosystem services. The Biodiversity Accountability Framework*. Oree, 16 p., <http://www.business-biodiversity.eu/default.asp?Menu=153&News=310>.
- IASB (International Accounting Standards Board), 2009, *International Financial Reporting Standards 2009*, ISBN: 978-1-905590-90-2, <http://www.iasb.org/>
- Koellner, 2011, *Ecosystem Services and Global Trade of Natural Resources*. Thomas Koellner Editor, Routledge 2011 - in particular Part 2: Ecosystem impacts of global flows of virtual land, water and sea in the physical economy, <http://www.routledge.com/books/details/9780415485838/>.
- Lange G.-M. y Jiddawi N., 2009, 'Economic value of marine ecosystem services in Zanzibar: Implications for marine conservation and sustainable development', *Ocean & Coastal Management*, Volume 52, Issue 10, Octubre 2009, pp. 521.532, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569109000994>.
- Long, Gilbert, 1972, *A propos du diagnostic ecologique applique au milieu de vie de l'homme*, Options Mediterraneennes n° 13, 1972, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Mediterraneennes (CIHEAM), <http://ressources.ciheam.org/om/pdf.r13/CI010462.pdf>.
- MA [Evaluación de los Ecosistemas del Milenio], 2006, *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Martínez A., 2011, *Assessment of Environmental Water Cost Through Physical Hydromomics*, Amaya Martínez, Javier Uche, Antonio Valero, Carlos Rubio, *Water Resources Management*, DOI: 10.1007/s11269-011-9786-1, <http://www.springerlink.com/content/m7rv6t144g838327/>.
- Naciones Unidas, 1993, *Integrated Environmental and Economic Accounting (SEEA 1993)*, Studies in Method, Series F, N° 61. Departamento de Información Económica y Social y Análisis de Políticas, División de Estadística, Naciones Unidas, Nueva York, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/pubs.asp>.
- Naciones Unidas, 2009, *System of National Accounts 2008*, Comunidades Europeas, Fondo Monetario Internacional, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, Naciones Unidas y Banco Mundial, ISBN 978-92-1-161522-7, <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>.
- Naredo J. M., 2007, *Costes y cuentas del agua. Propuestas desde el enfoque ecointegrador*, Seminario Costes y Cuentas del agua en Cataluña en relación con la Directiva Marco del Agua, Agencia Catalana del Agua, 18-19 Junio 2007, <http://www.fnca.eu/fnca/docu/docu229.pdf>.
- Norgaard, R. B., 1994, *Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*. Routledge. Londres.
- O'Connor, M. y Steurer, A., 1999, *The 'Frontier of Monetisation' in Environmental Valuation*, 6ª reunión del Grupo de Londres sobre contabilidad ambiental, 15-19 Noviembre 1999, Canberra, Australia.
- OCDE, 2011, *Towards Green Growth: Monitoring Progress - OECD indicators*, OCDE, París, Mayo 2011, [http://www.oecd.org/document/10/0,3746,en\\_2649\\_37465\\_47983690\\_1\\_1\\_1\\_37465,00.html](http://www.oecd.org/document/10/0,3746,en_2649_37465_47983690_1_1_1_37465,00.html).

- Peskin, H. M., 1972, *National Accounting and the environment*, Artículos 50, Statistiks Sentralbya, Oslo, 1972, [http://www.ssb.no/histstat/art/art\\_050.pdf](http://www.ssb.no/histstat/art/art_050.pdf).
- Plan Blue, 2000, Margat, J., Vallee, D., *Water Resources and uses in the Mediterranean Countries: Figures and Facts, 2000*.
- Plan Bleu, 2010, *Valeur économique des bénéfices soutenablement provenant des écosystèmes marins et côtiers méditerranéens*, A. Mangos, J-P. Bassino, D. Sauzade, Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PAM/PNUMA, Sophia Antipolis, Marzo 2010.
- PNUMA/PAM/Plan Bleu, 2004, *L'eau des Méditerranéens: situation et perspectives*. Informe preparado por Jean Margat y Sebastien Treyer. No. 158, de la Serie de informes técnicos de PAM, PNUMA/PAM, Atenas, 2004, <http://www.planbleu.org/publications/mts158.pdf>.
- Postel, S. L., Daily, G.C., Ehrlich, P. R., 1996, 'Human Appropriation of Renewable Fresh Water', *Science, New Series*, Vol. 271, No. 5250 (Feb. 9, 1996), págs. 785-788.
- Rapport D. J., Whitford W. G., 1999, 'How Ecosystems Respond to Stress - Common properties of arid and aquatic systems', en *BioScience* Volumen: 49 Número: 3, págs. 193-203, American Institute of Biological Sciences.
- Rapport David J., 2007, 'Sustainability science: an ecohealth perspective', en *Integrated Research System for Sustainability Science*, Springer, *Sustain Sci* (2007) 2:77.84 DOI 10.1007/s11625-006-0016-3.
- Ten Brink P. editor, 2011, TEEB D1, *TEEB for National and International Policy Makers, An output of TEEB: The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, Earthscan, <http://www.earthscan.co.uk/?tabid=102580> (el borrador de los capítulos preliminares puede descargarse desde <http://www.teebweb.org/ForPolicymakers/TEEBforPolicyMakersDraftChapters/tabid/29432/Default.aspx>).
- The 2030 Water Resource Group, 2009, *Charting Our Water Future: Economic Frameworks to Inform Decision-making*, Banco Mundial 2009, [http://www.2030waterresourcesgroup.com/water\\_full/Charting\\_Our\\_Water\\_Future\\_Final.pdf](http://www.2030waterresourcesgroup.com/water_full/Charting_Our_Water_Future_Final.pdf).
- UNSD, 2003, *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003 (SEEA 2003)* UNSD, CE, OCDE, BM y FMI (2003), <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea2003.pdf>.
- UNSD, 2007, *System of Environmental-Economic Accounting for Water (SEEA)*, División de Estadística de Naciones Unidas, 2007, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaw/seeawdraftmanual.pdf>.
- UNSD, 2011, *SEEA Experimental Ecosystem Accounts: A Proposed Outline and Road Map*, Documento preparado por UNSD, AEMA y el Banco Mundial, ESA/STAT/AC.238, UNCEEA/6/6, Sexta Reunión del Comité de Expertos sobre Contabilidad Ambiental y Económica de Naciones Unidas, Nueva York, 15-17 Junio 2011, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/meetings/UNCEEA-6-6.pdf>.
- UNSD, 2011, *Economic Environmental Accounting Library - Database Search*, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/searchkey2.asp>.
- UNU, 2010, *Satoyama-Satoumi, Ecosystems and Human Well-being: Socio-ecological Production Landscapes of Japan - Summary for Decision Makers*. Universidad de Naciones Unidas, Tokio, Japón, 2010, [http://www.ias.unu.edu/resource\\_centre/SDM-EN\\_24Feb2011.pdf](http://www.ias.unu.edu/resource_centre/SDM-EN_24Feb2011.pdf).
- Valero, 2006, *Fundamentals of Physical Hydromomics: a new approach to assess the environmental costs of the European Water Framework Directive*, Antonio Valero, Javier Uche, Alicia Valero, Amaya Martínez, Jose Manuel Naredo y Joan Escriu, ISEE 2006, <http://www.fnca.eu/fnca/docu/docu230.pdf>.
- Vanoli, A., 2005, *A History of National Accounts*, IOS press, 2005, ISBN: 1-59603-469-3 [http://www.iospress.nl/flyers\\_b/fl1586034693.pdf](http://www.iospress.nl/flyers_b/fl1586034693.pdf).
- Weber, J.-L., 2007, 'Implementation of land and ecosystem accounts at the European Environment Agency', *Ecological Economics*, Volume 61, Issue 4, 15 Marzo 2007, p. 695.707, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800906004629>.
- Weber J.-L., 2011a, *Ecosystem Services in Green National Accounting*, Jean-Louis-Weber, en *Ecosystem Services and Global Trade of Natural Resources*. Thomas Koellner Editor, Routledge, 2011.
- Weber, J.-L., 2011b, *Approach to Simplified Ecosystem Capital Accounts*, Jean-Louis Weber, Agencia Europea de Medio Ambiente, UNCEEA/6/33, Sexta Reunión del Comité de Expertos sobre Contabilidad Ambiental y Económica de Naciones Unidas, Nueva York, 15-17 Junio 2011, <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/meetings/UNCEEA-6-33.pdf>.
- Wiedmann, T., 2008, *Development of an Embedded Carbon Emissions Indicator . Producing a Time Series of Input-Output Tables and Embedded Carbon Dioxide Emissions for the UK by Using a MRIO Data Optimisation System*, Wiedmann, T., Wood, R., Lenzen, M., Minx, J., Guan, D. y Barrett, J., Informe para el Ministerio de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido por Stockholm Environment Institute en la Universidad de York y el Centre for Integrated

Sustainability Analysis en la Universidad de Sydney,  
Junio 2008, DEFRA, Londres, Reino Unido, [http://www.isa.org.usyd.edu.au/publications/documents/Defra\\_EmbeddedCarbon\\_Main.pdf](http://www.isa.org.usyd.edu.au/publications/documents/Defra_EmbeddedCarbon_Main.pdf).



# Anexo 1 Lista de tablas y elementos contables

**Lista de tablas y elementos contables de acuerdo con las tablas modelo de las cuentas simplificadas del capital ecosistémico (como hoja de cálculo MS Excel). Cuando se basan en datos reales, los números modelo se refieren en principio a ~ 1995 y 2005 ~**

## Encabezados

### Clases de ecosistemas

Paisajes de ecosistemas continentales								Subtotal ecosistemas continentales	Mar			Atmósfera		Total
Paisaje urbano dominante	Agricultura/cultivo dominante	Agricultura/paisaje mixto dominante	Paisaje forestal dominante	Otro paisaje natural dominante	Paisaje compuesto	Subtotal de suelo	Sistemas fluviales		Pesca (ZEE, todas las áreas de pesca)	Zonas de pesca internacional	Total pesca	Potencial de la regulación	Potencial de la regulación	

Y/o clases de la CIU

## Filas (parte 1): Cuentas en unidades físicas

### [A] Cuenta básica de reservas y flujos de la cobertura del suelo

#### A1 Total UE27 1990, km<sup>2</sup>

- a11 Superficies artificiales
- a12 Tierras de cultivo grandes y medianas y cultivos de arbustos
- a13 Pastos y mosaicos de pequeños cultivos agrícolas
- a14 Cobertura forestal
- a15 Pastizales naturales, matorrales
- a16 Espacios abiertos con poca o ninguna vegetación
- a17 Humedales
- a18 Superficies de agua

#### A2 Cambio de la cobertura del suelo, flujos totales 1990-2006, km<sup>2</sup> [lcf1+ lcf2+lcf3]

- a21 lf1 Procesos de desarrollo del suelo, crecimiento urbano, intensificación del uso del suelo
  - a211 lf11 Desarrollo artificial sobre agricultura
  - a212 lf12 Desarrollo artificial sobre bosques
  - a213 lf13 Desarrollo artificial sobre otra cobertura de suelo natural
  - a214 lf14 Transformación de agricultura de pequeños prados y pastizales en mosaicos de cultivos extensivos
  - a215 lf15 Transformación de bosque en agricultura
  - a216 lf16 Transformación de tierras marginales en agricultura
  - a217 lf17 Creación y gestión de superficies de agua
- a22 lf2 Procesos de restauración del suelo
  - a221 lf21 Transformación de cultivos en retirada de tierras, tierras en barbecho y pastos y praderas
  - a222 lf22 Abandono de explotaciones agrarias
  - a223 lf23 Creación de bosques, forestación de tierras agrícolas

- a23 lf3 Rotaciones, procesos naturales y estado estacionario
  - a231 lf31 Transformaciones de superficies artificiales
  - a232 lf32 Conversión entre tipos de cultivos agrícolas
  - a233 lf33 Tala reciente de árboles y transición forestal
  - a234 lf34 Transformaciones y reclutamientos forestales
  - a235 lf35 Cambios de la cobertura del suelo debido a causas naturales y múltiples
- A3 lf4 Sin cambios en la cobertura del suelo [A1-A2]
- A4 lf5 Cambio de tipo de paisaje dominante [A5-A1]
- A5 **Total UE27 2006, km<sup>2</sup> (como A1)**

**[B] Cuenta del capital ecosistémico de carbono/biomasa: Balance neto de carbono ecosistémico (NECB) y Excedente neto de carbono ecosistémico aprovechable (NEACS)**

**Contabilidad de reservas**

- B1 Reservas t1 (~ 1995), 10<sup>6</sup> toneladas de C
  - b11 Reservas t1 (~ 1995), 10<sup>6</sup> toneladas de C/suelo
  - b12 Reservas t1 (~ 1995), 10<sup>6</sup> toneladas de C/árboles y arbustos
- B2 Reservas t10 (~ 2005), 10<sup>6</sup> toneladas de C
  - b21 Reservas t10 (~ 2005), 10<sup>6</sup> toneladas de C/suelo
  - b22 Reservas t10 (~ 2005), 10<sup>6</sup> toneladas de C/árboles y arbustos
- B3 Cambio t10-t1, 10<sup>6</sup> toneladas de C
  - b31 Cambio t10-t1, 10<sup>6</sup> toneladas de C/suelo
  - b32 Cambio t10-t1, 10<sup>6</sup> toneladas de C/árboles y arbustos
  - b33 Aumento medio anual de C %
- B4 Cuenta media anual de carbono/biomasa y NECB
  - b41 GPP 10<sup>6</sup> toneladas de C
  - b42 Rp = Respiración de plantas
  - b43 NPP 10<sup>6</sup> toneladas de C
  - b44 Rh = Respiración de heterótrofos y descomponedores
  - b45 NEP 10<sup>6</sup> toneladas de C
  - b46 Fugas de carbono/biomasa
    - b46a Fugas a masas de agua/erosión, DOC
    - b46b Fugas a la atmósfera/incendios, VOC
  - b47 Excedente NEP 10<sup>6</sup> toneladas de C [b45-b46] (Nota: incluye efectos de LUC)
  - b48 Extracciones netas
    - b481 Extracción neta/cultivos
      - b481a cosecha total
      - b481b restos, retornos
    - b482 Extracción neta/pastoreo
      - b482a pastoreo total
      - b482b retorno de excreción animal a pastos
    - b483 Extracción neta/madera
      - b483a total de la cosecha
      - b483b restos, devoluciones
    - b484 Extracción neta/pescado
      - b484a capturas totales
      - b484b restos, retornos
    - b485 Extracción de tierra, turba
    - b486 Fertilización orgánica

- b49 NECB media (~ 1995~ 2005), 10<sup>6</sup> toneladas de C, [b47-b481-b482-b483-b484-b485+b486]  
 b491 NECB media (~ 1995~ 2005), 10<sup>6</sup> toneladas de C\_suelo  
 b492 NECB media (~ 1995~ 2005), 10<sup>6</sup> toneladas de C\_árboles y arbustos

### Excedente neto de carbono ecosistémico aprovechable

- B5 Coeficiente de estrés t1 (~ 1995) ((b81 + b82)/100)  
 b51 A = % área total donde NECB\_suelo < 0 = 0  
 b52 B = % área de SELU DONDE NECB\_árboles y arbustos < excedente NEP
- B6 Coeficiente de estrés decarbonot10 (~ 2005)  
 b61 A = % área total DONDE NECB\_suelo < 0 = 0  
 b62 B = % área de SELU DONDE NECB\_árboles y arbustos < excedente NEP
- B7 Excedente neto de carbono ecosistémico aprovechable: NEACS t1 (~ 1995), ponderado por 10<sup>6</sup> toneladas de C [B47\*B8 sustitutivo]
- B8 Excedente neto de carbono ecosistémico aprovechable: NEACS t10 (~ 2005), ponderado por 10<sup>6</sup> toneladas de C [B47\*B9 sustitutivo]
- B8-B7 *Cambio en NEACS*
- B9 Uso de carbono biológico (eliminación) t1 (~ 1995), ponderado por 10<sup>6</sup> toneladas de C [b481+b482+b483-b484]
- B10 Uso de carbono biológico (eliminación) t10 (~ 2005), ponderado por 10<sup>6</sup> toneladas de C [b481+b482+b483-b484]
- B11 Uso de carbono fósil, t1 (~ 1995), 10<sup>6</sup> toneladas
- B12 Uso de carbono fósil, t1 (~ 2005), 10<sup>6</sup> toneladas
- B13 *Excedente de carbono ecosistémico aprovechable, índice t1 (~ 1995), [B7/B9\*100]] [NB debe ser > 100]*
- B14 *Excedente de carbono ecosistémico aprovechable, índice t10 (~ 2005), [B8/B10\*100]] [NB debe ser > 100]*

### [C] Cuenta del capital ecosistémico de agua: Excedente neto y total aprovechable de agua dulce del ecosistema (TEAWS y NEAWS)

#### Cuentas de las reservas de agua

- C1 Reserva de agua t1 (~ 1995) 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 c11 Acuíferos  
     c111 de los cuales reservas aprovechables de agua de acuíferos  
 c12 Agua del suelo  
     c121 de los cuales reservas aprovechables de agua del suelo  
 c13 Ríos  
     c131 de los cuales reservas aprovechables de agua de ríos  
 c14 Lagos y embalses  
     c141 de los cuales reservas aprovechables de agua de lagos y embalses
- C2 Reserva de agua t10 (~ 2005) 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (como C1)
- C3 Cuenta de flujos anuales de agua 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 c31 Precipitación  
 c32 Evapotranspiración real espontánea  
     c32a de la que evapotranspiración real inducida por cultivos de secano

- c32b de la que evapotranspiración real inducida por vegetación no cultivada
- c31-c32 s/t Precipitación efectiva total disponible
- c33 Balanza de transferencias espontáneas internas y externas
- c34 s/t Precipitación efectiva total disponible después de transferencias espontáneas
  - c34a de la que escorrentía no accesible (inundación...)
  - c34b de la que escorrentía reservada/dilución de contaminación, necesidades biológicas
  - c34c de la que transferencias netas de contaminación como escorrentía adicional reservada/dilución de contaminación
  - c34d de que la evapotranspiración adicional inducida por riego y otros usos
- c35 Flujo de agua aprovechable del ecosistema [c34-c341-c342-c343-c344]
- c36 Extracción de agua
  - c361 Extracción de agua dulce (extracción, desvío a turbina de electricidad, almacenamiento neto en embalses)
  - c362 Extracción de agua marina
- c37 Transporte neto de agua (transferencias artificiales en la red y canales, transporte a EDAR...)
- c38 Aportes de escorrentía urbana
- c39 Retornos de aguas residuales
  - c391 Retornos de agua/aguas residuales a masas de agua incl. aportes de escorrentía urbana
  - c392 Retornos de agua/aguas residuales al mar
- c40 Retornos de agua al suelo/pérdidas en el transporte
- c41 Retorno del agua al suelo/riego
- c42 Evapotranspiración inducida por el riego y otros usos
- c43 Escorrentía neta (aportes externos- pérdidas finales)

#### Excedente aprovechable de agua del ecosistema

- C5 Total de agua aprovechable del ecosistema t1 (~ 1995) [c12+c14+c16+c18+c35+c37+c391-c38+ c40+c41]
- C6 Total de agua aprovechable del ecosistema t10 (~ 2005) [c22+c24+c26+c28+c35+c37+c391-c38+c40+c41]
- C6-C5 Cambio en el agua total aprovechable [C6-55]
- C7 Coeficiente de estrés hídrico t1 (~ 1995), [media ± stdv número de días secos durante 30 años/días secos durante estación de crecimiento t1]
- C8 Coeficiente de estrés hídrico t10 (~2005), [media ± stdv número de días secos durante 30 años/días secos durante estación de crecimiento t10]
- C9 Excedente aprovechable de agua dulce del ecosistema t1 (~1995), [C5\*(1-C7)] 10<sup>6</sup> en m<sup>3</sup>
- C10 Excedente aprovechable de agua dulce del ecosistema t10 (~2005) [C6 \* (1-C8)], 10<sup>6</sup>en m<sup>3</sup>
- C10-C9 *Cambio en Excedente neto de agua dulce ecosistémica accesible [C10-C9]*
- C11 Extracción de agua dulce t1 (~1995) 10<sup>6</sup> en m<sup>3</sup>
- C12 Extracción de agua dulce t10 (~2005) 10<sup>6</sup> en m<sup>3</sup>
- C13 *Índice de Excedente de agua aprovechable del ecosistema t1 (~1995), [((C11-C9)/C9)] \* 100]*
- C14 *Índice de Excedente aprovechable de agua del ecosistema t10 (~2005), [((C12-C10)/C10)]\*100]*



**[D] Cuentas de la infraestructura verde del paisaje: Potencial ecológico del paisaje (LEP), Infraestructura verde del paisaje accesible (GALI) y Potencial del ecosistema fluvial (REP)**

**Potencial ecológico del paisaje**

- D1 Índice del paisaje verde de fondo 2000, 5 km de suavizado, 10<sup>3</sup> puntos km<sup>2</sup>, escala 0-100  
 d11 Media de GBL\_P por km<sup>2</sup>  
 d12 Cambio en GBLI 1990,2006  
 d13 Cambio medio
- D2 Índice de Tamaño efectivo de malla (en MEFF), 10<sup>3</sup> puntos km<sup>2</sup>, escala 0-100  
 d21 MEFF\_P media por km<sup>2</sup>
- D3 Índice del valor social natural establecido (Naturilis), 10<sup>3</sup> puntos-km<sup>2</sup>, escala 0-100  
 d31 NAT\_P media por km<sup>2</sup>
- D4 Potencial ecológico del paisaje (LEP = f (GBLI, Naturlis, en MEFF)) t1 (~1995), 10<sup>3</sup> puntos km<sup>2</sup>, escala 0-100  
 d41 Media LEP\_P por km<sup>2</sup>
- D5 Potencial ecológico del paisaje (LEP = f (GBLI, Naturlis, ln MEFF)) t2 (~2005), 10<sup>3</sup> puntos-km<sup>2</sup>, escala 0-100  
 d51 Media LEP\_P por km<sup>2</sup>
- D6 Cambio neto en LEP (10<sup>3</sup> LEP\_P) (D6 = D5-D4)  
 d61 Cambio neto medio anual en LEP  
 d62 Pérdidas medias anuales en LEP  
 d63 Promedio de ganancias anuales en LEP
- D7 Media del Potencial ecológico del paisaje (LEP) por km<sup>2</sup>, t1 (~1995), escala 0-100
- D8 Media del Potencial ecológico del paisaje (LEP) por km<sup>2</sup>, t10(~2005), escala 0-100

**Infraestructura verde del paisaje accesible**

- D9 Índice de ecotonos verdes (*Green ecotones index*, GEI)
- D10 Índice de ecotonos verdes, GE t1 (~1995), 10<sup>3</sup> puntos GE\_P
- D11 Índice de ecotonos verdes GEI t10 (~2005), 10<sup>3</sup> puntos GE\_P
- D11-D1 Cambio en GEI*
- D12 Media de GEI t1 (~1995)/puntos por km<sup>2</sup>
- D13 Media de GEI t10 (~2005)/puntos por km<sup>2</sup>
- D14 GALI = Índice de Infraestructura verde del paisaje accesible (SQRT GBLI\*GEI), t1 (~1995)  
 D141 GALI media por km<sup>2</sup>, t1 (~1995)
- D15 GALI = Índice de Infraestructura verde del paisaje accesible (SQRT GBLI\*GEI), t1 (~2005)  
 D151 GALI media por km<sup>2</sup>, t1 (~2005)

## Potencial del ecosistema fluvial

- D00 Infraestructura de río en km
- D16 Potencial de infraestructura fluvial en  $10^3$  Río-Kilómetro normalizado (1 srkm=1 km\*m<sup>3</sup>/segundo)
- d161 Grandes ríos
  - d162 Ríos medianos
  - d163 Ríos pequeños
  - d164 Arroyos, riachuelos
- D17 Índice de integridad fluvial, valor medio t1 (~1995) [(d171+d172+d173)/3]
- d171 Calidad del agua
  - d172 Fragmentación
  - d173 Ecotonos verdes fluviales
- D18 Índice de integridad fluvial, valor medio t10 (~2005) [(d181+d182+d183)/3]
- d181 Calidad del agua
  - d182 Fragmentación
  - d183 Ecotonos verdes fluviales
- D19 Potencial del ecosistema fluvial (REP) t1 (~ 1995), en  $10^3$  srkm
- D20 Potencial del ecosistema fluvial (REP) t10 (~ 2005), en  $10^3$  srkm

$D16 = D20 - D19$  Cambio en REP

D21 Media del Potencial del ecosistema fluvial (REP) t1 (~1995)/puntos por km<sup>2</sup>

D22 Media del Potencial del ecosistema fluvial (REP) t10 (~2005)/puntos por km<sup>2</sup>

## [E] Cuenta del capital ecosistémico de la biodiversidad: Integridad de la infraestructura de la biodiversidad (BII) y Valoración de la biodiversidad de los ecosistemas (EBR)

### Índice de Integridad de la infraestructura de la biodiversidad

E1 BII = GEI ponderado LEP y GEI ponderado REP, t1 (~1995) [(SQRT D4\*D10)] y [(SQRT D19\*D10)]

E2 BII = GEI ponderado LEP y GEI ponderado REP, t10 (~ 2005) [(SQRT D6\*D11)] y [(SQRT D20\*D11)]

E2-E3 Cambio en BIII

E2-3% Variación en BIII %

E4 Índice de la Integridad media de la infraestructura de la biodiversidad (BII) por km<sup>2</sup>, t1 (~ 1995)

E5 Índice de la Integridad media de la infraestructura de la biodiversidad (BII) por km<sup>2</sup>, t10 (~ 2005)

### Diagnóstico de especies/biotopos

E5 Índice de diagnóstico de especies/biotopos, SBD t1 (~1995), 0-100

E6 Índice de diagnóstico de especies/biotopos, SBD t10 (~2005), 0-100

E6-E5 Evolución del índice de diagnóstico de especies/biotopos

**Valoración de la biodiversidad de los ecosistemas**

E11 Calificación de biodiversidad ecosistémica media (EBR) t1 (~1995), ponderada por km<sup>2</sup> [SQRT E4\*E6]

E12 Evaluación de biodiversidad ecosistémica media (EBR) t10 (~2005), en km<sup>2</sup> [SQRT E5\*E7]

**[F1] Cuenta del Potencial total del ecosistema**

**Potencial total del ecosistema (TEP) y Cambio neto, Degradación del capital del ecosistema territorial (TECD)**

**Potencial neto de los ecosistemas continentales, marítimos y atmosféricos (NEACS y REP)**

F1 = B7 + D19 Potencial neto de los ecosistemas continentales, marítimos y atmosféricos (NEACS y REP) t1 (~1995)

F2 = B8 + D20 Potencial neto de los ecosistemas continentales, marítimos y atmosféricos (NEACS y REP) t10 (~2005)

$(F2-F1)/10$  Cambio neto medio anual NEACS\_REP  $[(B8D11-B7D10)/10]$

**Los factores que limitan el acceso a C: acceso a otros servicios y mantenimiento de las funciones ecológicas**

C13 Excedente aprovechable de agua dulce del ecosistema (EAW) índice de t1 (~1995),  $[(C11-C9)/C9]*100$

D7 Media del Potencial ecológico del paisaje (LEP) por km<sup>2</sup>, t1 (~1995), escala 0-100

D21 Potencial medio del ecosistema fluvial (REP) t1 (~1995)/puntos por km<sup>2</sup>

E11 Calificación de biodiversidad ecosistémica media (EBR) t1 (~1995), ponderada por km<sup>2</sup> [\*SQRT E4 E6]

C14 Excedente de agua dulce ecosistémica accesible (EAW) índice t10 (~2005),  $[(C12-C10)/C10]*100$

D8 Media del Potencial ecológico del paisaje (LEP) por km<sup>2</sup>, t10 (~2005), escala 0-100

D22 Potencial medio del ecosistema fluvial (REP) T10 (~2005)/puntos por km<sup>2</sup>

E12 Calificación de biodiversidad ecosistémica media (EBR) t10 (~2005), ponderada por km<sup>2</sup> [SQRT E5\*E7]

F3 *Media de factores limitantes, índice t1*  $[(C13+D7+E11)/3]$  y  $[(D21+E11)/2]$

F4 *Media de factores limitantes, índice t10*  $[(C14+D8+E12)/3]$  y  $[(D22+E12)/2]$

F4-F3 % de variación relativa = ganancia funcional (+) o pérdida (-), escala de 0 a 100

**Potencial neto del capital ecosistémico total [NTECP] & Degradación del capital ecosistémico [ECD], en unidad equivalente del potencial ecosistémico [1 EPUE=1 unidad NEACS \*coeficiente funcional]**

F5 Potencial neto total del capital ecosistémico t1 (~1995), en 10<sup>3</sup> EPUE [balance F5=F1]

F6 Potencial neto total del capital ecosistémico t10 (~2005), en 10<sup>3</sup> EPUE  $[F6=(F2*(1-((F4-F3)/F3)))]$

F6-F5 Cambio de NTECP en EPUE (-) o (+), período t1t10 (~1995--2005), en 10<sup>3</sup> EPUE

F5 F6 Cambio medio anual de NTECP en EPUE (-) o (+), período t1t10 (~1995-- 2005), en 10<sup>3</sup> EPUE

F6-F5 % del cambio medio anual de NTECP en EPUE (-) o (+), período t1t10 (~1995--2005)

- F7 Mejora del ecosistema, período t1t10 (~1995~2005), en 10<sup>3</sup> EPUE  
 f71 Efecto del programa de restauración de ecosistemas, cantidad media anual del periodo t1t10 (~1995~2005), en 10<sup>3</sup> EPUE  
 f72 Mejora espontánea del ecosistema natural, media anual del periodo t1t10 (~1995~2005), en 10<sup>3</sup> EPUE
- F8 Degradación de ecosistemas y perturbación natural, periodo de 10 años t1t10 (~1995~2005), en 10<sup>3</sup> EPUE  
 f81 Degradación de ecosistemas y perturbación naturales, cantidad media anual del periodo t1t10 (~1995~2005), en 10<sup>3</sup> EPUE  
 f82 Efecto de perturbaciones naturales, cantidad media anual del periodo t1t10 (~1995~2005), en 10<sup>3</sup> EPUE
- F9 Degradación del capital ecosistémico (ECD), cantidad media anual ~1995~2005, en 10<sup>3</sup> EPUE [F8-F10]
- F9 *% de media anual ECD/TEP, período t1t10 (~1995~2005)*

#### [F2] Cuenta de la degradación del capital del ecosistema territorial (TECD) por factores de estrés (en EPUE)

- F9 Degradación del capital del ecosistema territorial (TECD)  
 f91 Efecto del cambio en la cobertura del suelo  
 f911 Desarrollo urbano e infraestructuras en suelo agrícola  
 f912 Conversión de pastos/pastizales en tierras de cultivo  
 f913 Deforestación (transformación de tierras forestales en agrícolas o en áreas de expansión urbana)  
 f914 Otros cambios a tipos de cobertura del suelo más artificiales o intensivas
- f92 Reestructuración/desestructuración de paisajes y ríos
- f93 Sobreexplotación de los recursos biológicos  
 f931 Sobreexplotación agrícola y sobrepastoreo  
 f932 Aclareo de bosques por encima del NEP medio  
 f933 Sobrepesca  
 f934 Sobreexplotación cinegética
- f94 Eliminación de residuos, contaminación  
 f941 Contaminación/uso de productos químicos en la agricultura, silvicultura  
 f942 Contaminación/vertido de residuos  
 f943 Contaminación del agua  
 f944 Contaminación del aire  
 f945 Emisiones de GEI

#### [G] Demanda y accesibilidad a servicios ecosistémicos: carbono/biomasa del ecosistema, agua dulce del ecosistema, Servicios de infraestructura verde en ecosistemas próximos (GINES)

- A1 Total UE27 en1990, km<sup>2</sup>  
 a11 1 - Superficies artificiales, cobertura del suelo urbano UE27, 1990 (~1995), km<sup>2</sup>  
*a11 Media de C1 por km<sup>2</sup>, ~1995,%*
- A3 Total UE27 en 2006, km<sup>2</sup>  
 a31 1 - Superficies artificiales, cobertura del suelo urbano UE27, 2006 (~2005), km<sup>2</sup>  
*a311 Media de C1 por km<sup>2</sup>, ~2005,%*
- G1 Población de 2000 (fuente: Eurostat + Pop\_to\_CLC\_v5)  
 g11 Población de 1995 - estimada en 0,98 de 2000  
 g12 Población de 2005 - estimada en 1,02 de 2000



- G2 Carbono neto aprovechable del ecosistema  
g21 Carbono neto aprovechable del ecosistema *per cápita* 1995 (toneladas) [g21=B7/g11]  
g22 Carbono neto aprovechable del ecosistema *per cápita* 2005 (toneladas) [g22=B8/g11]
- G3 Agua dulce neta aprovechable del ecosistema  
g31 Agua dulce neta aprovechable del ecosistema *per cápita* 1995 (m<sup>3</sup>) [g31=C9/g11]  
g32 Agua dulce neta aprovechable del ecosistema *per cápita* 2005 (m<sup>3</sup>) [g32=C10/g12]
- G4 Servicios paisajísticos accesibles/Servicios de infraestructura verde en ecosistemas próximos (GINES)  
G41 = D14 GALI = Índice de Infraestructura verde del paisaje accesible (SQRT GBLI\*GEI), t1 (~1995)  
g411 = D141 GALI medio por km<sup>2</sup>, t1 (~1995)  
G42 = D15 GALI = Índice de Infraestructura verde del paisaje accesible (SQRT GBLI\*GEI), t1 (~2005)  
g421 = D151 GALI medio por km<sup>2</sup>, t1 (~2005)  
G43 Demanda de GINES\_5km (= SQRT GALI\*a11 Artificial) ~1995  
g431 Demanda media de GINES\_5km por km<sup>2</sup> TODOS  
g432 Demanda media de GINES\_5km por km<sup>2</sup>C1Artificial  
G44 Demanda de GINES\_5km (= SQRT GALI\*a11 Artificial) ~2005  
g441 Demanda media GINES\_5km por km<sup>2</sup> TODOS  
g442 Demanda media GINES\_5km por km<sup>2</sup> C1 Artificial  
G45 *Accesibilidad media de GINES\_5km (GALI/a11 Artificial) t1 ~1995*  
G46 *Accesibilidad media de GINES\_5km (GALI/a31 Artificial) t1 ~2005*  
G47 GINES accesible/servicios del paisaje (G47 = (G43\*G45)\*g11), 10<sup>6</sup> puntos  
G48 GINES accesible/servicios del paisaje (G48 = (G44\*G46)\*g12), 10<sup>6</sup> puntos

#### [H] Balance Físico: Activos y Pasivos

##### Activos físicos [en EPUE]

H1 = F5 Saldo inicial: Potencial neto del capital ecosistémico total, en 10<sup>3</sup> EPUE [balance F5 = F1]

H11 = F5 Activos ecosistémicos no financieros

H111 Ecosistemas terrestres

H112 Ecosistemas fluviales

H113 Mar

H114 Atmósfera

H12 Activos ecosistémicos financieros (en 10<sup>3</sup> EPUE)

##### Cambio en el Potencial total del ecosistema y Degradación del capital ecosistémico

H2 Cambio en el Potencial ecosistémico consecuencia de actividades económicas

f71 Efecto del programa de restauración de ecosistemas, en 10<sup>3</sup> EPUE

F9 Degradación del capital del ecosistema territorial (TECD), en 10<sup>3</sup> EPUE [F9=F8-F10]

H3 Otros cambios en el Potencial del capital ecosistémico

f72 Mejora espontánea del ecosistema natural, en 10<sup>3</sup> EPUE

f82 Efecto de perturbaciones naturales, en 10<sup>3</sup> EPUE

H4 Cambio neto en activos ecosistémicos físicos NTECP (-) o (+) [L5=f71+f72-F9-F8]

H41 Cambio neto en activos ecosistémicos no financieros

h411 Ecosistemas terrestres

h412 Ecosistemas fluviales

h413 Mar

h414 Atmósfera

H42 Adquisición neta de nuevos activos ecosistémicos físicos (Mejora del ecosistema, ECD integrado en las exportaciones)

H5 = F6 Balance de cierre: Potencial ecosistémico , en 10<sup>3</sup> EPUE [H5=(F2\*(1-((F4-F3)/F3)))] (detalle como H1)

**Pasivos físicos [en EPUE]**

- H6 Saldo inicial Apertura del Potencial ecosistémico, en  $10^3$  EPUE [balance  $F5=F1$ ]
- H7 Objetivos de restauración del ecosistema (recuperación de daños históricos, cumplimiento de convenios/reglamentos)
- h71 Objetivos nacionales
  - h72 Objetivos internacionales
  - h73 Objetivos privados
  - h74 Cambio en los objetivos de restauración del ecosistema
- H8 Adquisición de nuevos pasivos físicos
- h81 = F9 Degradación del capital del ecosistema territorial (TECD), en  $10^3$  EPUE [ $F9=F8-F10$ ] de t-1
- K2 Degradación del capital ecosistémico en “importaciones consumidas”, agricultura y bosques, en EPUE
- K3 Degradación del capital ecosistémico en “importaciones consumidas”, pesca, en EPUE
- K4 Degradación del capital ecosistémico en “importaciones consumidas”, potencial atmosférico de  $CO_2$  equivalente, en EPUE
- H9 Reducción de pasivos físicos
- h91=f71 Reducción de pasivos físicos debido a programas de restauración de ecosistemas
  - h92=f72 Mejora espontánea del ecosistema natural, en 10 EPUE
  - h93 Reducción de pasivos físicos por la adquisición de EPUE (mitigación/compensación)
  - h94 Reducción de pasivos físicos mediante intercambios y consolidación de deudas
- H10 Variación neta en pasivos físicos (=h74+H8-H9)
- H11 Balance de cierre, en  $10^3$  EPUE

**Filas (parte 2): Cuentas monetarias****[I] Estimación de costes unitarios de la restauración del capital ecosistémico por factores de estrés****f91 y j11 Efecto del cambio de cobertura del suelo**

- f911 & j111 Desarrollo urbano e infraestructuras en suelo agrícola ==>compensación
- f912 & j112 Conversión de pastos/pastizales en tierras de cultivo ==>retirada de tierras, pérdida de ingresos en cultivos
- f913 & j113 Deforestación (transformación de tierras forestales en agrícolas o en áreas de expansión urbana) ==> reforestación
- f914 & j114 Otros cambios a tipos de cobertura del suelo más artificiales o intensivas ==>compensación

**f92 & j12 Reestructuración/desestructuración de paisajes y ríos ==> plantación de setos****f93 & j13 Sobreexplotación de recursos biológicos**

- f931 & j131 Sobreexplotación agrícola y sobrepastoreo ==> reducción del rendimiento, fertilización orgánica, cambio de cultivo
- f932 & j132 Aclareo de bosque por encima del NEP medio ==> reducción de rendimiento
- f933 & j133 Sobrepesca ==> reducción del rendimiento
- f934 & j134 Sobreexplotación cinegética

**f94 & f14 Eliminación de residuos, contaminación ==> Pérdida de rendimiento**

- f941 & j141 Contaminación/uso de productos químicos en agricultura, silvicultura ==> pérdida de rendimiento menos coste de productos químicos
- f943 & j142 Contaminación del agua ==> coste de programas de reducción
- f942 & j143 Contaminación/vertido de residuos ==> coste de programas de restauración
- f944 & j144 Contaminación del aire ==> coste de programas de restauración
- f945 & j145 Emisiones de GEI ==> inversiones en tecnologías limpias

**[J] Depreciación del capital ecosistémico: Estimación del consumo territorial del capital ecosistémico en 10<sup>6</sup> euros**

- J1 Consumo territorial del capital ecosistémico, valor medio anual período t1t10 en 10<sup>6</sup> euros
  - j11 Efecto del cambio de cobertura del suelo
    - j111 Desarrollo urbano e infraestructuras en suelo agrícola
    - j112 Conversión de pastos/pastizales en tierras de cultivo
    - j113 Deforestación (transformación de tierras forestales en agrícolas o en áreas de expansión urbana)
    - j114 Otros cambios a tipos de cobertura del suelo más artificiales o intensivas
  - j12 Reestructuración/desestructuración de paisajes y ríos
  - j13 Sobreexplotación de recursos biológicos
    - j131 Sobreexplotación agrícola y sobrepastoreo
    - J132 Aclareo de bosque por encima de NEP medio
    - J133 Sobrepesca
    - j134 Sobreexplotación cinegética
  - f14 Eliminación de residuos, contaminación
    - j141 Contaminación/uso de productos químicos en agricultura, silvicultura
    - j142 Contaminación del agua
    - j143 Contaminación/vertido de residuos
    - J144 Contaminación del aire
    - j145 Emisiones de GEI

**[K] Cuenta de degradación del capital ecosistémico y Depreciación integradas en las importaciones y exportaciones, en EPUE & 10<sup>6</sup> Euro**

- K1 Tierra virtual o integrada en las “importaciones consumidas”, agricultura, km<sup>2</sup>
- K2 Degradación del capital ecosistémico en “importaciones consumidas”, agricultura y bosques, en EPUE
- K3 Degradación del capital ecosistémico en “importaciones consumidas”, pesca, en EPUE
- K4 Degradación del capital ecosistémico en “importaciones consumidas”, potencial atmosférico de CO<sub>2</sub> equivalente, en EPUE
- K5 Depreciación ecosistémica no remunerada/“importaciones consumidas”, agricultura y bosques, a precios medios de la UE
- K6 Depreciación ecosistémica no remunerada/“importaciones consumidas”, potencial pesquero
- K7 Depreciación ecosistémica no remunerada/“importaciones consumidas”, potencial CO<sub>2</sub> equivalente
- K8 Depreciación del capital ecosistémico prácticamente integrada en las importaciones (total)
- K9 Depreciación del capital ecosistémico prácticamente integrada en las exportaciones (total)

**[L] Beneficios macroeconómicos sostenibles de los servicios ecosistémicos:**

**Valor añadido total inducido ecológicamente sostenible (ES-TIVA), en 10<sup>6</sup> euros (por sectores/CIIU)**

- L1 Producción primaria, precio básico
- L2 Valor añadido de producción primaria
- L3 Subsidios a la producción primaria
- L4 Degradación del capital ecosistémico resultante de la explotación económica %
- L5 Valor añadido total inducido por producción primaria de productos agrícolas
- L6 TIVA Ecológicamente Sostenible/(TIVA sostenible)/productos agricultura
- L7 Valor añadido total inducido por producción primaria de productos forestales

L8	TIVA Ecológicamente Sostenible/(TIVA sostenible)/productos forestales
L9	Valor añadido total inducido por producción primaria de productos pesqueros
L10	TIVA Ecológicamente Sostenible/(TIVA sostenible)/productos pesqueros
L11	Valor añadido total inducido por producción primaria de suministro de agua potable
L12	TIVA Ecológicamente Sostenible/(TIVA sostenible)/suministro de agua

### [M] Agregados económicos y ajustes adicionales para CEC, 10<sup>6</sup> euros actuales, UE27

M01	PIB
M02	Consumo Final
M03	Importaciones CIF
M04	Exportaciones FOB
M05	Consumo de Capital Fijo

### Consumo de Capital Ecosistémico

M1	Consumo territorial de capital ecosistémico (TCEC) (M1=J1) m11 = J1/tierra Consumo territorial de capital ecosistémico, en 10 <sup>6</sup> euros – Ecosistemas continentales m12 = J1/pesca Consumo territorial de capital ecosistémico, en 10 <sup>6</sup> euros - Mar/pesca m13 = J1/clima Consumo territorial de capital ecosistémico, en 10 <sup>6</sup> euros - Atmósfera/clima
K8	Depreciación del capital ecosistémico prácticamente integrada en las importaciones (total)
M2	Consumo interior bruto de capital ecosistémico (GDCEC) (M2=M1+L8)
M3	Consumo interior neto de capital ecosistémico (M2=M1+L8-L9)

### Agregados de las cuentas nacionales ajustadas

M06	(Convencional) Producto interior neto (M06=M01-M05) M06% % <i>Producto interior neto convencional/PIB</i>
M4	producto interior neto ajustado GDCEC (M4=M01+M2) M4% % <i>GDCEC producto interno neto ajustado / PIB</i>
M5	Consumo final a precio total (M5=M02+M3) M5% % <i>Consumo final a precios totales/Precio comprador FC</i>
K10	Importaciones a precio total K10% % <i>Importaciones a precio total/Importaciones CI</i>
K11	Exportaciones a precio total K11% % <i>Exportaciones a precio total/Exportaciones FOB</i>

### [N] Balance Monetario: Activos y Pasivos

#### Activos monetarios [en 10<sup>6</sup> euros]

N1	Balance de apertura del potencial ecosistémico, en 10 euros - No relevante (NR) n11 Valor de mercado de activos económicos no financieros del ecosistema, 10 <sup>6</sup> euros (de SCAE vol.1) n12 Activos financieros del ecosistema, 10 <sup>6</sup> euros n13 Valor de mercado de activos de bienes públicos del ecosistema, en 10 <sup>6</sup> euros - No relevante (NR)
N2	Cambio en el potencial ecosistémico debido a actividades económicas n21 (+) Efecto de programas de restauración de ecosistemas, en 10 <sup>6</sup> euros (N21=f71 en EPUE*precio unitario) n211 Efecto de programas de restauración de ecosistemas, en 10 <sup>6</sup> euros – Ecosistemas continentales n212 Efecto de programas de restauración de ecosistemas, en 10 <sup>6</sup> euros - Pesca n213 Efecto de programas de restauración de ecosistemas, en 10 <sup>6</sup> euros - Atmósfera/Clima n22 (-) Consumo territorial de capital ecosistémico (TCEC) (n71=M1=J1) n221 Consumo territorial de capital ecosistémico, en 10 <sup>6</sup> euros – Ecosistemas continentales n222 Consumo territorial de capital ecosistémico, en 10 <sup>6</sup> euros - Mar/pesca n223 Consumo territorial de capital ecosistémico, 10 <sup>6</sup> euros - Atmósfera/Clima

N3	Contraparte de otros cambios en volumen del capital ecosistémico
n31	(+) Mejora espontánea del ecosistema natural, en 10 <sup>6</sup> euros (n31=f72 en EPUE*precio unitario)
n32	(-) Efecto de perturbaciones naturales, en 10 <sup>6</sup> euros (n32=f82 en EPUE*precio unitario)
N4	Cambio monetario neto en activos ecosistémicos (-) o (+)
n41	Cambio monetario neto en activos no financieros del ecosistema [N4=n21+n31-n22-n32]
n411	Ecosistemas terrestres
n412	Ecosistemas fluviales
n413	Mar
n414	Atmósfera
n42	Adquisición neta de nuevos activos financieros del ecosistema
N5	<b>Balance de cierre del potencial ecosistémico, en 10 euros – No relevante (NR) (detalle como en N1)</b>
<b>Pasivos financieros [en 10<sup>6</sup> euros]</b>	
N6	Balance de apertura
n61	Distancia a los objetivos de restauración del ecosistema (recuperación de daños históricos, cumplimiento de convenios/reglamentos)
n611	Objetivos nacionales/coste de programas en 10 <sup>6</sup> euros
n612	Objetivos internacionales/coste de programas en 10 <sup>6</sup> euros
n613	Objetivos particulares/coste de programas en 10 <sup>6</sup> euros
n64	Cambio en los objetivos de recuperación de ecosistemas
n65	Revalorización de costes de programas
N7	Adquisición de Otros pasivos financieros nuevos
n71	(+) Consumo territorial de capital ecosistémico (TCEC) (n71=M1=J1)
n711	Consumo territorial de capital ecosistémico, en 10 <sup>6</sup> euros – Ecosistemas continentales
n712	Consumo territorial de capital ecosistémico, en 10 <sup>6</sup> euros - Mar/pesca
n713	Consumo territorial de capital ecosistémico, 10 <sup>6</sup> euros - Atmósfera/Clima
n72	(+)Depreciación del capital ecosistémico prácticamente integrado en las importaciones (total)
n721	Depreciación del capital ecosistémico integrado en las “importaciones consumidas”, agricultura y bosques, en EPUE
n722	Depreciación del capital ecosistémico integrado en las “importaciones consumidas”, pesca, en EPUE
n723	Depreciación del capital ecosistémico integrado en las “importaciones consumidas”, potencial atmosférico de CO <sub>2</sub> equivalente, en EPUE
H8	Reducción de pasivos financieros
h81 = n21	(-) Reducción de pasivos financieros mediante programas de recuperación de ecosistemas, en 10 <sup>6</sup> euros (N21=f71 en EPUE*precio unitario)
h811	Efecto de programas de recuperación de ecosistemas, en 10 <sup>6</sup> euros – Ecosistemas continentales
h812	Efecto de programas de recuperación de ecosistemas, en 10 <sup>6</sup> euros - Pesca
h813	Efecto de programas de recuperación de ecosistemas, en 10 <sup>6</sup> euros - Atmósfera/clima
h82=n31	(-) Mejora espontánea de los ecosistemas naturales, en 10 <sup>6</sup> euros (n31=f72 en EPUE*precio unitario)
h83	(-)Reducción de pasivos financieros mediante la adquisición de EPUE (mitigación/compensación)
h84	(-) Reducción de pasivos financieros mediante intercambios y consolidación de deuda
H9	Variación neta de pasivos financieros (=h64+H7-H8)
H10	Balance de cierre



## Anexo 2 Cuentas modelo

---

Las cuentas modelo se puede descargar desde

[http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/leac/library?l=/cube/ecosystem\\_23sept2011xls/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/leac/library?l=/cube/ecosystem_23sept2011xls/_EN_1.0_&a=d).

