

SISESCG

***Sistema de Evaluación y Seguimiento
del
Impacto del Cambio Global
en los
Parques Nacionales y Áreas de Reserva y de
Conservación de la Naturaleza***

**Criterios de selección y propuesta de variables indicadoras para la
evaluación y seguimiento de los efectos del Cambio Global**

Equipo de coordinación científica de la Red de Seguimiento
de Cambio Global en Parques Nacionales:
Francisco Díaz Pineda (Director) (pacodi@bio.ucm.es)
Carlos T. López de Pablo (cldpablo@bio.ucm.es)
Pilar Martín de Agar (agar@bio.ucm.es)
Víctor Valverde Morales (victor.valverde@gmail.com)
*Departamento Interuniversitario de Ecología, Facultad de Biología
Universidad Complutense de Madrid
(<http://www.ucm.es/info/ecologia/>)*

Madrid, noviembre de 2007

El ‘Sistema de Evaluación y Seguimiento del Impacto del Cambio Global’, SISESCG, tiene como objetivo disponer de un conjunto de datos suficiente para monitorizar a corto, medio y largo plazo los efectos del Cambio Global (CG) en Espacios Protegidos (EPs). El sistema utiliza como referencia los Parques Nacionales (PNs) y otras áreas destinadas a la conservación de la naturaleza. Estas áreas son útiles a la Administración ambiental para monitorizar el CG *i*) porque dentro de ellas, con la perspectiva de la conservación, se encuentran protegidos componentes naturales, culturales, rurales y procesos ecológicos que fuera de ellas están sujetos a cambios socioeconómicos más difícilmente controlables, y *ii*) porque permanecen, sin embargo, sujetas a cambios de carácter global, principalmente climáticos y biológicos, pero también socioeconómicos, cuyo seguimiento desde estas áreas protegidas tiene interés intrínseco y comparativo.

El patrimonio natural, social y económico que representan los EPs se basa *i*) en componentes que son de fácil percepción y que resultan muy evidentes y se reconocen como valiosos (biodiversidad, agua, suelo, paisajes, etc.), y *ii*) en procesos y tramas de relaciones de los que éstos dependen, muchos de los cuales son difíciles de percibir (humificación, dinámica hídrica subterránea, producción primaria, etc.).

Para el seguimiento del CG puede diseñarse un conjunto de mediciones basadas en esos componentes fácilmente perceptibles y ampliamente reconocidos; por ejemplo, la abundancia y distribución espacial de especies emblemáticas o singulares, las características de los paisajes sobresalientes, o la calidad de las aguas de ríos y lagos, todos los cuales pueden haber motivado la declaración de un EP. Pero uno de los aspectos relevantes de los EP, sobre todo de los que llevan más tiempo bajo esa figura de protección, como es el caso de muchos PNs, es el haber mantenido procesos ecológicos e interacciones que son en realidad los responsables de la persistencia de aquellos componentes sobre los que se centra el seguimiento del CG. La Figura 1 ilustra la relación entre componentes y procesos. En la Figura 1a se muestran los principales procesos físicos y biológicos que mantienen las tramas de relaciones ecológicas en y entre los ecosistemas terrestres y acuáticos situados en una cuenca hidrográfica cuyo funcionamiento haya sido poco modificado por actividades humanas. En la Figura 1b se resumen los principales componentes físicos y biológicos de esos ecosistemas que pueden verse modificados por cambios en las tramas de relaciones que ocurren en la cuenca.

Desde una perspectiva ecológica, el CG consiste en una serie de modificaciones apreciables en los componentes ligados por estas tramas (temperatura, radiación, biodiversidad, nutrientes, etc.). Estas variaciones son consecuencia, y también causa, de alteraciones que pueden producirse en el funcionamiento de esas tramas de relaciones que los conectan (Figura 2). En la medida en que se conozcan los cambios en las interacciones entre componentes y los procesos que las mantienen, podrán anticiparse y adoptarse directrices de actuación eficaces frente al CG.

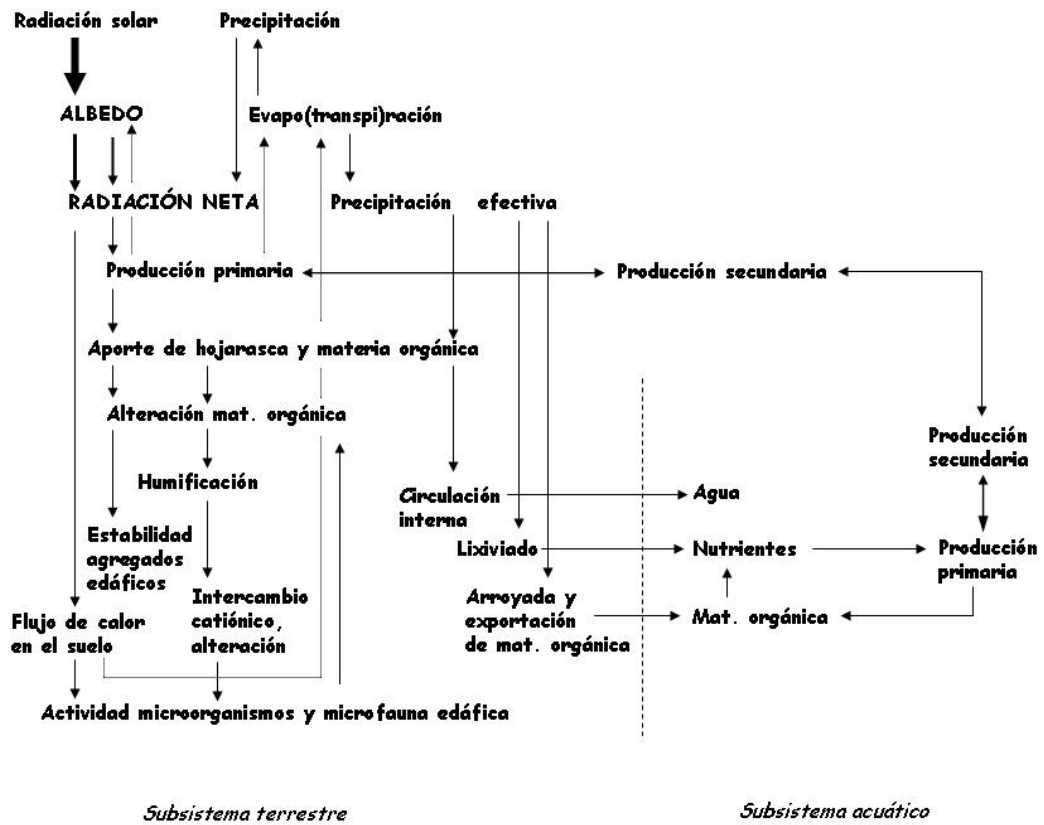


Figura 1a. Esquema simplificado del funcionamiento de una cuenca hidrográfica. La línea discontinua separa los procesos básicos que condicionan el estado ambiental de los componentes de los subsistemas terrestre (izquierda) y acuático (derecha). Basado en González Bernáldez (1980)¹

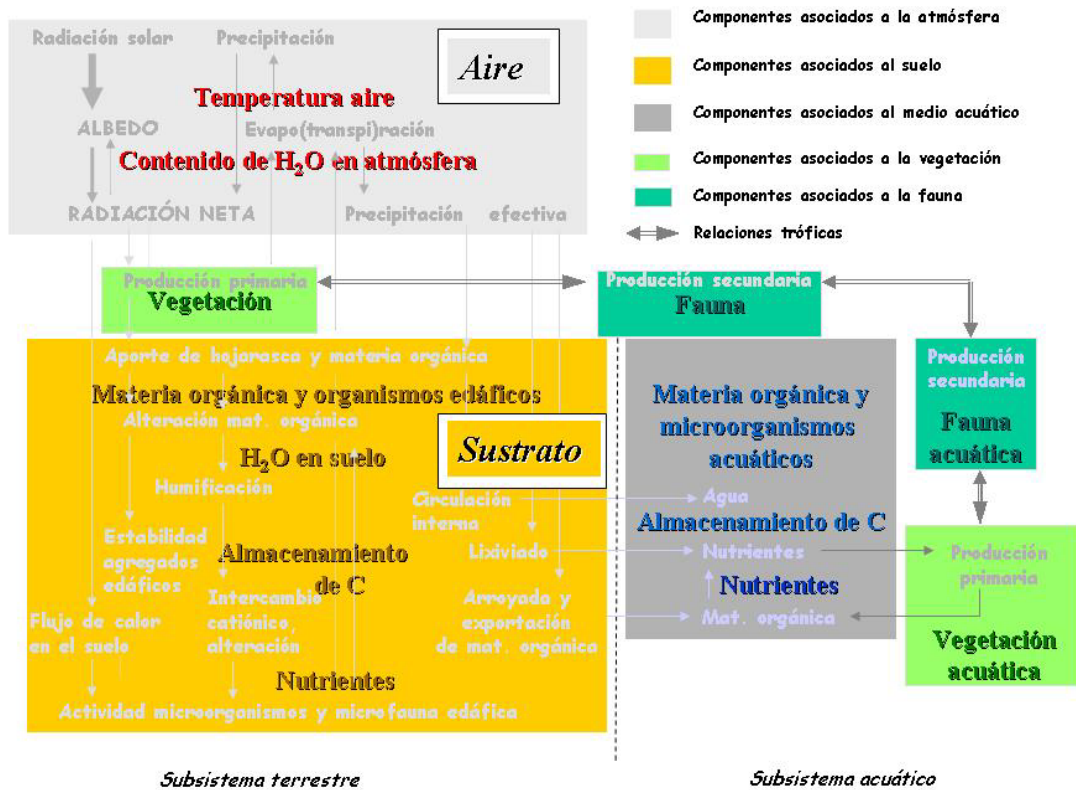


Figura 1b. Principales componentes físicos y biológicos de los subsistemas terrestre (izquierda) y acuático (derecha) sobre los que se expresan los cambios en los procesos de funcionamiento de la cuenca.

¹ González Bernáldez, F. 1980. El medio Ambiente y las Ciencias de la Naturaleza. En: F. Díaz Pineda (ed). *Necesidades científico-técnicas del medio ambiente*, CIFCA, Madrid: 51-69.

El CG, que se manifiesta en la alteración de los componentes y procesos antes referidos, se traduce, desde el punto de vista de su repercusión social, en la variación de los bienes y servicios que aprovechan los diferentes sectores y grupos sociales. En la medida en que cambien aquéllos, también lo harán los modos y condiciones en que la sociedad podrá explotar la naturaleza y utilizar sus recursos. Al cambiar las potencialidades y limitaciones de esta explotación se generarán nuevos problemas ambientales o, más improbablemente, se mitigarán otros.

De todo lo expuesto, y en lo que respecta a los EPs, el conjunto de 'utilidades' referido a los bienes y servicios que la sociedad obtiene de ellos, son, en último término, quienes dan valor y garantizan el mantenimiento de la funcionalidad de estos Espacios, y de los ecosistemas que contienen.

La utilidad de los bienes y servicios de los EPs puede traducirse en los 'valores ambientales' que encierran, desde diversos puntos de vista: recreativos, culturales, económicos, estéticos, etc. Estos valores ambientales recogen diferentes aspectos de la calidad de vida humana y representan distintas posibilidades de uso de los recursos naturales: agua, suelo, poblaciones biológicas, paisajes, etc., incluyendo su conservación en condiciones de mayor 'naturalidad' y menor explotación por el hombre. Desde el punto de vista de los PNs, y otros EPs, los efectos que los cambios puedan tener en sus valores resultan críticos, pues en ellos radica su función ecológica y social; de manera que el seguimiento del CG en estos territorios debe informar sobre la variación de estos valores. Conocer y monitorizar los efectos del GC sobre los PNs y otras áreas protegidas compromete, pues, a prever a medio y largo plazo los cambios en sus valores ambientales, y sus efectos sobre el bienestar de la sociedad.

Los valores que se han de considerar de acuerdo con los recursos que pueden utilizarse en un EP son los siguientes:

- **Naturalísticos:** hacen referencia a la presencia de componentes naturales de interés científico. Entre ellos se incluyen presencia de especies y/o hábitats emblemáticos y otras singularidades naturales, tales como yacimientos paleontológicos y geoformaciones.
- **Ecosistémicos:** relativos a los procesos de control y transferencia de materia y energía en los ecosistemas. Se basan en los procesos biogeodáficos y de circulación del agua y de los nutrientes, y se reflejan en características macroscópicas de los ecosistemas tales como diversidad de especies, madurez edáfica, producción, tasa de renovación de la biomasa, o almacenamiento de carbono.
- **Estéticos:** asociados a aspectos perceptivos del paisaje tales como calidad visual intrínseca, visibilidad, o existencia de paisajes sobresalientes. La presencia de determinados componentes como el agua, la vegetación, el contraste de colores y de formas de la vegetación y del relieve, etc., actúan como atractivos para los visitantes del PN.
- **Recreativos:** referentes al atractivo u oferta de los ecosistemas para actividades de esparcimiento y recreo. Se ha considerado el uso potencial de los recursos en función de las oportunidades de esparcimiento que ofrecen (caza, pesca, senderismo, acampada, contacto con la naturaleza, etc.) y el confort, que hace referencia a la grado de acogida y atractivo de

los recursos para los visitantes (presencia de agua y calidad organoléptica de la misma, rasgos microclimáticos, etc).

- **Culturales:** abarcan los valores asociados al patrimonio histórico-artístico, arquitectónico y étnico, de índole educativa y didáctica. Son testimonio de actividades representativas de épocas presentes o pasadas, como, por ejemplo, la persistencia de rasgos de usos agrarios tradicionales.

- **Productivos:** Son los relativos a los componentes y procesos que son la base de producción o que constituyen los recursos naturales generadores de renta con fines económicos, ya sean extractivos -productos agrícolas, ganaderos y forestales, recursos hídricos, energéticos, cinegéticos y piscícolas- o los derivados del uso del EP (por ej., turismo).

- **Valores asociados a riesgos para la salud humana:** vienen determinados por contacto, inhalación o ingestión de recursos contaminados (aire, agua) u organismos infecciosos y por afección a infraestructuras (incendios, inundaciones).

Desde el punto de vista del diseño del seguimiento del CG, resulta pertinente considerar estos valores como marco de referencia para seleccionar las variables para ese seguimiento. En efecto, como los valores representan posibilidades de uso de los recursos, un mismo tipo de valor o utilidad puede ser proporcionado por distintos componentes, según la necesidad que satisfaga. Por ejemplo, el potencial recreativo de un PN puede ser valorado por la cantidad y calidad de las aguas que discurren por él, por el atractivo que presentan las especies animales o vegetales que contiene, o por ambas cosas. Igualmente, un mismo componente puede estar relacionado con diferentes valores. Al valor recreativo del agua se pueden añadir otros: productivos, estéticos, ecosistémicos. En la medida en que la calidad de vida de la población humana depende de los valores ambientales de un territorio, un criterio de selección de variables indicadoras para el seguimiento del CG es escoger aquéllas que proporcionen una información significativa sobre esos valores. Estas variables pueden ser medidas sobre tramas de relaciones, poblaciones biológicas o componentes físicos. Esto, además, tiene otra ventaja: para cada valor ambiental se puede seleccionar un conjunto de indicadores propio de cada EP, ajustado a sus características, pero que permita la comparación entre diferentes EP. De esta manera, en cada PN se pueden realizar mediciones ajustadas a sus características particulares y comparar la situación entre los diferentes PNs de la Red a través del conjunto de valores ambientales asociados a esas medidas. Esto, además, hará posible interpretar el cambio registrado en los componentes según la variación en los valores ambientales. El sistema de seguimiento se basa, por tanto, en el registro de datos de variables y parámetros que, además de su interés intrínseco, se engloban en valores que informan de la variación en la utilidad social, particularmente la relacionada con la conservación de la naturaleza, de la Red de PNs.

Considerando que los valores ambientales dependen del funcionamiento de los ecosistemas que configuran un EP, la selección de indicadores se ha basado en las variables y parámetros descriptores claves en ese funcionamiento. Las tramas de relaciones, asimismo, incluyen de manera muy significativa las conexiones espaciales entre diferentes lugares, ya que los cambios en un sitio pueden influir en los

valores ambientales de otros a veces muy alejados. La célebre rotura de la presa minera de Aznalcóllar y su influencia en toda la cuenca del río Guadiamar constituye un ejemplo entre otros muchos.

Con esta perspectiva, fundada en las características de las tramas de relaciones ecológicas y su relación con los valores ambientales, se han planteado los criterios de selección del marco de referencia espacial que permita estudiar esas tramas y del conjunto de variables que aporten información útil sobre el CG en los componentes, interacciones y procesos ecológicos. El diseño se realiza considerando también que los datos que se registren proporcionen información sobre el Parque, la Red de Parques y puedan ser utilizados en otras Redes Internacionales sobre Cambio Global. Por estas razones, los criterios generales del diseño habrán de particularizarse en cada caso. Se describe a continuación ese marco general de referencia que permitirá organizar los datos que se recojan, estudiar las interdependencias y correlaciones que existan entre ellos y su relación con los valores ambientales.

Más concretamente, la selección se basa en los siguientes puntos:

1.- Selección de ecosistemas para su seguimiento.

Para cada PN se propone una selección teniendo en cuenta:

- El origen y la historia de manejo de los ecosistemas. El territorio de los PNs, como cualquier otra porción de la biosfera, incluso las menos afectadas por la actividad humana, ha cambiado a lo largo del tiempo. Muchos de estos cambios, que se reflejarían en las medidas de muchos parámetros, como los que se utilizan en su seguimiento, no supondrían modificaciones en los valores ambientales del PN. Conviene, por tanto, tener como referencia la historia, más o menos reciente, de los cambios del PN. Se podrían así definir unas condiciones de referencia en relación con la calidad ambiental de ese territorio, de manera que si las medidas de las variables de seguimiento se mantienen dentro de esos rangos, se considere que se salvaguardan los valores del Parque.
- Las conexiones espaciales entre los distintos sectores del Parque. Este aspecto es particularmente importante puesto que, en mayor o menor grado, pero siempre en alguno, las características ecológicas de un sitio están determinadas por sus conexiones con otros, de manera que los cambios en aquél pueden ser consecuencia, o la causa, de los cambios en éstos. Realizar las mediciones en localizaciones escogidas sin tener en cuenta esta interdependencia espacial no proporciona información sobre las tramas de relaciones objeto de seguimiento, ni sobre las interdependencias entre las medidas de los diferentes parámetros monitorizados.
- La singularidad y fragilidad de componentes y procesos relevantes. Este es otro criterio esencial para organizar qué tipo de datos se recogen y donde. De entre todas las variables posibles que proporcionan información sobre los valores seleccionados, tendrán especial consideración aquellas relacionadas con los componentes más frágiles

o singulares y con los procesos ecológicos más relevantes desde el punto de vista de los valores ambientales del PN.

- Su estado actual de conocimiento derivado de trabajos previos. Este aspecto es importante por poderse disponer de un *background* de datos sobre los parámetros seleccionados que aporten información sobre los valores ambientales, y por las posibilidades de utilizar técnicas y protocolos de medición ya contrastados y validados.
- La proximidad de las zonas de seguimiento (muestreo) a las instalaciones de seguimiento meteorológico del PN.

2.- Selección de parámetros y variables descriptores de cambios en ecosistemas

Abarcarán componentes y procesos relevantes para el funcionamiento ecológico (socio-ecológico, en su caso) y para el valor ambiental reconocido a los diferentes espacios. Como este funcionamiento, y los valores a él asociados, están también condicionados por las características socioeconómicas de esos territorios deberían asimismo incluirse parámetros socioeconómicos relacionados con los ecológicos. La selección es crucial y el programa de recogida de datos debe definirse en función de las respectivas dinámicas de cambio espacial y temporal indicadas en el apartado anterior.

Se ha seguido un esquema basado en las entradas, transformaciones y salidas de materia y energía que ocurren en los ecosistemas, asociadas tanto a las relaciones ecológicas como a las socioeconómicas. Estas relaciones pueden darse en localidades concretas o en espacios amplios, supramunicipales y comarcales (cambios en el contenido de agua en el suelo de una zona pueden deberse a la disminución de aportes mediante escorrentía desde unos lugares a otros, a una mayor evapotranspiración en ese sitio, o a ambas cosas).

Este esquema trata de monitorizar los cambios en tramas de relaciones, por lo que variaciones de la misma magnitud en las entradas pueden producir cambios muy diferentes en las transformaciones y en las salidas, en función de cómo sean las interacciones entre ellas y, viceversa, cambios de diferente magnitud pueden tener consecuencias equivalentes, dependiendo de las potencialidades y limitaciones de la trama de relaciones. Observándose los cambios que pueden darse en la salida de materia y energía en un terreno de superficie dada, pueden inferirse los posibles efectos sobre otros terrenos conectados con aquél. Tal puede ser el caso de cambios en la emigración y dispersión de poblaciones animales hacia otras áreas por cambios en la disponibilidad de alimento donde se hace el seguimiento. Por tanto, el seguimiento del CG en zonas concretas del PN debe enmarcarse, como ya se ha mencionado, en un contexto territorial amplio que aborde las conexiones espaciales entre esas zonas. Con esta perspectiva, en la Figura 3 se recogen los principales aspectos que se han de considerar a escala territorial para conocer los cambios que pueden ocurrir en las conexiones entre los ecosistemas del Parque, y que sirven

de referencia para la selección de las zonas en las que se ha de realizar el seguimiento de efectos del CG según los criterios recogidos en el punto anterior.



Figura 3.- Variables y parámetros territoriales para el seguimiento del Cambio Global en PN.

Se han considerado tres niveles de análisis: general, medio y de detalle (Tablas 1a, 1b y 1c). Para cada nivel, se plantean los componentes y procesos asociados a la estructura, funcionamiento y dinámica ecológica del territorio estudiado. Esto también permite organizar la planificación, espacial y temporal, de la recogida de datos y hacer comparables los obtenidos en diferentes puntos de la red, no siendo necesario empezar las mediciones en todos los PN simultáneamente, ni con todos los niveles de detalle. En efecto las medidas más detalladas pueden englobarse en las de menor detalle, de manera que Parques en los que se disponga de datos de diferentes niveles pueden ser comparados según el nivel general. De acuerdo con el alcance de los estudios que se planteen en futuros convenios y proyectos se podrá abordar un seguimiento del CG al nivel de análisis requerido.

Tabla 1a. Variables y parámetros *ecosistémicos* para el seguimiento del Cambio Global en PNs. *Nivel general.*

Entradas	Transformaciones	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> ●Energía ●Materia 	<ul style="list-style-type: none"> ●Intercepción de la radiación ●Respiración ●Dinámica poblacional ●Cambio estructural ●Degradación ●Transporte de materia ●Difusión de materia 	<ul style="list-style-type: none"> ●Radiación reflejada ●Energía ●Agua ●Biomasa ●Necromasa ●Materia oxidada

Tabla 1b. Variables y parámetros *ecológicos* para el seguimiento del Cambio Global en PNs. *Nivel medio.*

Entradas	Transformaciones	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Energía <ul style="list-style-type: none"> • Radiación solar • Materia <ul style="list-style-type: none"> • Agua, nieve • Materia disuelta • Aire • Materiales geóticos gruesos • Materiales geóticos finos, polvo • Materia orgánica <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa transportada • Inmigración • Necromasa transportada 	<ul style="list-style-type: none"> • Intercepción de la radiación <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento • Viento • Evapotranspiración • Fotosíntesis <ul style="list-style-type: none"> • Producción primaria • Producción secundaria • Respiración <ul style="list-style-type: none"> • Vegetal • Animal • Edáfica • Dinámica poblacional <ul style="list-style-type: none"> • Supervivencia, fertilidad • Cambio estructural <ul style="list-style-type: none"> • Histéresis. Reconstrucción del pasado • Patrones espaciales físicos y biológicos (comunidades y biodiversidad) • Degradación <ul style="list-style-type: none"> • Descomposición • Mineralización • Transporte de materia <ul style="list-style-type: none"> • Hídrico • Eólico • Difusión <ul style="list-style-type: none"> • En masas de agua • En hielo y nieve 	<ul style="list-style-type: none"> • Radiación reflejada • Energía <ul style="list-style-type: none"> • Calor, Rad.IR • Movimiento de masas fluidas • Agua <ul style="list-style-type: none"> • Vapor • Caudal de agua líquida • Cobertura de nieve • Biomasa <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa transportada <ul style="list-style-type: none"> • Animal • Vegetal • Microbiana • Emigración y dispersión • Necromasa <ul style="list-style-type: none"> • Arrastrada • Suspendida • Disuelta • Materia oxidada <ul style="list-style-type: none"> • Gaseosa • Suspendida • Disuelta

Tabla 1c. Variables y parámetros *ecológicos* para el seguimiento del Cambio Global en PNs. *Nivel de detalle.*

Entradas	Transformaciones	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> • Energía <ul style="list-style-type: none"> • Radiación solar <ul style="list-style-type: none"> • Global, directa, difusa • UV, PAR • Materia <ul style="list-style-type: none"> • Agua, nieve • Materia disuelta <ul style="list-style-type: none"> • C, N, S, P • Aire <ul style="list-style-type: none"> • Contaminantes Atmosféricos • Materiales geóticos gruesos • Materiales geóticos finos, polvo <ul style="list-style-type: none"> • C, N, S, P • Materia orgánica <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa transportada <ul style="list-style-type: none"> • Animal • Vegetal • Semillas, propágulos • Inmigración • Necromasa transportada 	<ul style="list-style-type: none"> • Intercepción de la radiación <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento • Viento <ul style="list-style-type: none"> • Calor, vapor • Dinámica de la cobertura del agua líquida y nieve • Dinámica atmosférica • Evapotranspiración • Fotosíntesis <ul style="list-style-type: none"> • Producción primaria <ul style="list-style-type: none"> • Fitoplanctónica, herbácea • Arbustiva • Arbórea • Producción secundaria • Respiración <ul style="list-style-type: none"> • Vegetal <ul style="list-style-type: none"> • Hojas, flores, raíces y tallos • Animal • Edáfica <ul style="list-style-type: none"> • Aerobia, Anaerobia (Fermentación) • Dinámica poblacional <ul style="list-style-type: none"> • Supervivencia, fertilidad • Cambio estructural <ul style="list-style-type: none"> • Histéresis. Reconstrucción del pasado • Patrones espaciales físicos y biológicos (comunidades y biodiversidad) • Degradación <ul style="list-style-type: none"> • Descomposición • Mineralización • Transporte de materia <ul style="list-style-type: none"> • Hídrico • Eólico • Difusión <ul style="list-style-type: none"> • En masas de agua <ul style="list-style-type: none"> • Continentales y marinas • En hielo y nieve 	<ul style="list-style-type: none"> • Radiación reflejada • Energía <ul style="list-style-type: none"> • Calor, Rad. IR • Movimiento de masas fluidas <ul style="list-style-type: none"> • Aire • Agua • Agua <ul style="list-style-type: none"> • Vapor • Caudal de agua líquida <ul style="list-style-type: none"> • Superficial • Subterránea • Cobertura de nieve • Biomasa <ul style="list-style-type: none"> • Biomasa transportada <ul style="list-style-type: none"> • Animal • Vegetal <ul style="list-style-type: none"> • Aérea • Subterránea • Microbiana • Emigración y dispersión • Necromasa <ul style="list-style-type: none"> • Arrastrada • Suspendida • Disuelta • Materia oxidada <ul style="list-style-type: none"> • Gaseosa <ul style="list-style-type: none"> • CO₂, NO₃⁻, SO₄⁼ • Suspendida • Disuelta <ul style="list-style-type: none"> • CO₂, NO₃⁻, SO₄⁼, PO₄

Entradas	Tabla 2a. Relación preliminar de variables y parámetros ecosistémicos para el seguimiento del Cambio Global en PNS: entradas
<ul style="list-style-type: none"> •Energía <ul style="list-style-type: none"> •Radiación solar <ul style="list-style-type: none"> •Global, directa, difusa •UV, PAR •Materia <ul style="list-style-type: none"> •Agua, nieve •Materia disuelta <ul style="list-style-type: none"> •C, N, S, P •Aire <ul style="list-style-type: none"> •Contaminantes atmosféricos •Materiales geóticos gruesos •Materiales geóticos finos, polvo <ul style="list-style-type: none"> •C, N, S, P •Materia orgánica <ul style="list-style-type: none"> •Biomasa transportada e inmigración <ul style="list-style-type: none"> •Animal •Vegetal •Semillas, Propágulos •Necromasa transportada 	Irradiancia: global, directa, difusa, UVA, UVAB, PAR
	Temperatura: media, régimen diario, estacional, anual. Extremos: olas calor, frío, heladas.
	Viento: velocidad, dirección.
	Precipitaciones: pluviometría, humedad, nevadas. Extremos: inundaciones, sequías, tormentas
	Cubierta de nieve y caudales derivados
	Química del agua de precipitaciones- Deposición seca
	Aguas superficiales y subterráneas: volumen/caudal agua, fisico-química, DO. Régimen hídrico. Extremos: crecidas. Aportes sedimentarios
	Régimen aguas marinas: oleaje, corrientes y mareas. Nivel del mar. Físico-química: T ^a , pH, salinidad, [nutrientes], pGases.
	Gases efecto invernadero: concentración media, máx y mín CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CFC, HCFC...
	Contaminantes atmosféricos: concentración media, máx y mín COV, O ₃ . Partículas en suspensión. SO ₂ (NO _x , Pb, NH ₃)
	Composición biocenótica: animal, vascular, briofítica, pteridofítica, liquénica, fúngica, algas, microbiana. Migraciones, colonizaciones.
	Necromasa transportada. Composición química.

Transformaciones	Tabla 2b. Relación preliminar de variables y parámetros ecosistémicos para el seguimiento del Cambio Global en PNs: transformaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Intercepción de la radiación <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento • Viento • Calor, vapor • Dinámica de la cobertura del agua líquida y nieve • Dinámica atmosférica • Evapotranspiración • Fotosíntesis <ul style="list-style-type: none"> • Producción primaria <ul style="list-style-type: none"> • Fitoplanctónica, herbácea • Arbustiva • Arbórea • Producción secundaria • Respiración <ul style="list-style-type: none"> • Vegetal <ul style="list-style-type: none"> • Hojas, flores, raíces y tallos • Animal • Edáfica <ul style="list-style-type: none"> • Aerobia, Anaerobia, (Fermentación) • Dinámica poblacional <ul style="list-style-type: none"> • Supevivencia, fertilidad • Cambio estructural <ul style="list-style-type: none"> • Histéresis. Reconstrucción del pasado • Patrones espaciales • Degradación <ul style="list-style-type: none"> • Descomposición • Mineralización • Transporte de materia <ul style="list-style-type: none"> • Hídrico • Eólico • Difusión <ul style="list-style-type: none"> • En masas de agua <ul style="list-style-type: none"> • Continentales • Marinas • En hielo y nieve 	
	Balance radiativo: tasa intercepción (sup. receptora-nubosidad, sup.receptora-polvo atm.)
	Balance hídrico en plantas: transpiración, potencial hídrico, demanda hídrica
	Dinámica de la cobertura del agua líquida y nieve: Cobertura, profundidad y espesor de hielo y nieve. Balance de masa hídrica. Tiempo de deshielo.
	Balance fotosintético: LAI, conductancia estomática, eficiencia. Proporción C3/C4/CAM
	Producción: primaria y secundaria terrestre y acuática.
	Respiración: primaria y secundaria terrestre y acuática y del suelo
	Dinámica poblacional: tasas de natalidad y de mortalidad
	Biología e interacciones específicas: fenología, vigor, diversidad biológica, biodiversidad, interacciones intra e interespecíficas, diversidad de redes tróficas. Evolución de plagas.
	Reconstrucción del pasado: Palinología, carbones, registros sedimentarios, datación isotópica, formas de resistencia.
	Patrones espaciales: Distribución espacial de poblaciones y comunidades, complejidad estructural, diversidad de estructuras vegetales
Suelos: T ^a , estructura, fertilidad, materia orgánica, CIC. Relación C/N. Superficie en bioestasia- rhesistasia, pérdidas erosivas, drenaje, escorrentia	
Degradación: tasa de mineralización. Actividad microbiana (lignolisis, celulolisis, amilolisis, nitrificación, desnitrificación). Humificación.	
Difusión gaseosa en masas de agua	

Salidas	Tabla 2c. Relación preliminar de variables y parámetros ecosistémicos para el seguimiento del Cambio Global en PNs: salidas
<ul style="list-style-type: none"> •Radiación reflejada 	Balance de radiación: Albedo, calor
<ul style="list-style-type: none"> •Energía <ul style="list-style-type: none"> •Calor. Radiación IR •Movimientos de masas fluidas <ul style="list-style-type: none"> •Aire •Agua 	Régimen de viento y humedad: turbulencias, vientos anabáticos y catabáticos. Transpiración.
<ul style="list-style-type: none"> •Agua <ul style="list-style-type: none"> •Vapor •Caudal de agua líquida <ul style="list-style-type: none"> •Superficial •Subterránea •Cobertura de nieve 	Escorrentía: superficial, subsuperficial, subterránea, composición química de la solución edáfica (N,P,K), DO, materiales en disolución: CO ₂ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ⁼ , PO ₄ , materiales en suspensión, necromasa, MO.
<ul style="list-style-type: none"> •Biomasa 	Erosión: régimen anual y eventos máximos.
<ul style="list-style-type: none"> •Biomasa transportada <ul style="list-style-type: none"> •Animal •Vegetal <ul style="list-style-type: none"> •Aérea •Subterránea •Microbiana •Emigración y dispersión 	Biomasa: vegetal/tipos de vegetación: herbácea, arbustiva, arbórea, vegetal/funcional': hojas, flores, tallos, raíces, animal: herbívoros, carnívoros, descomponedores: microbiana, micro y mesofauna edáfica, Necromasa y MO del suelo. Pool de nutrientes del suelo.
<ul style="list-style-type: none"> •Necromasa 	Migraciones: animales y vegetales
<ul style="list-style-type: none"> •Arrastrada •Suspendida •Disuelta 	Emisiones: CO ₂ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ⁼
<ul style="list-style-type: none"> •Materia oxidada <ul style="list-style-type: none"> •Gaseosa <ul style="list-style-type: none"> •CO₂, NO₃⁻, SO₄⁼ •Suspendida •Disuelta <ul style="list-style-type: none"> •CO₂, NO₃⁻, SO₄⁼, PO₄⁼ 	

En las Tablas 2a, 2b y 2c se presentan los parámetros y variables que aportan información de interés sobre los procesos y componentes asociados a entradas, transformaciones y salidas. Si bien en cada Parque pueden medirse distintas variables, todas informan sobre los mismos componentes y procesos, lo cual permite hacer un seguimiento comparativo de los cambios previsibles en todos ellos.

Estando todas las variables relacionadas entre sí, el conocimiento de algunas permite obtener información sobre las demás. Por ello, sobre la selección propuesta, se han aplicado criterios específicos para identificar aquellas variables que pueden aportar información más directa sobre los componentes, procesos y valores objeto de seguimiento, y que mejor sintetizan el CG en las tramas de relaciones ecológicas. Los criterios de selección se basan en los procesos e interacciones entre componentes más importantes que ocurren en las tramas de relaciones ecológicas terrestres, acuáticos continentales y marinos, respectivamente, y que se representan en las Figuras, 4, 5 y 6. En ellas se muestran las relaciones más significativas entre las variables ecosistémicas y los cambios previstos según los diversos informes y programas nacionales e internacionales de seguimiento del CG (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático, Global Terrestrial Observing System, Global Carbon Project, World Resource Institute) . Estos documentos también han ayudado a priorizar las variables según la información que pueden aportar sobre componentes específicos del ecosistema y sus conexiones. No obstante, esta priorización también está condicionada por las características estructurales y funcionales específicas de los ecosistemas en los que se realice el seguimiento, su régimen temporal, el tipo de manejo a que se le somete, etc.

Se lista a continuación un conjunto inicial de parámetros y variables que se consideran el mínimo de partida necesario para el seguimiento del cambio, de acuerdo con las premisas expuestas. Se trata, no obstante, de un diseño que sirve como marco de referencia para organizar y coordinar la recogida de datos a corto, medio y largo plazo. Simplemente aplicando los criterios de selección explicados en los apartados precedentes es posible la ampliación organizada y coherente de ese mínimo, si ello se considerara necesario.

Los criterios que justifican la importancia de las variables seleccionadas son los siguientes:

I. ECOSISTEMAS TERRESTRES

1. Régimen de insolación en superficie

Es una de las variables que condiciona la cantidad de energía disponible para el movimiento de masas de aire y de agua. Es, junto con el albedo, determinante de la dinámica de la temperatura del aire y del suelo e influye en el régimen de precipitaciones. Depende, entre otros

factores, de la transparencia de la atmósfera que, a su vez, está condicionada por la nubosidad y contenido en polvo y otros aerosoles.

2. Régimen de temperatura del aire en superficie

Condiciona el comportamiento meteorológico de las masas de aire: capacidad de almacenamiento y transporte de energía y de agua, así como el régimen de la variación temporal de ambas. Condiciona el ambiente energético en el que se desarrollan los procesos físicos (meteorización) y ecológicos; en especial la velocidad y cantidad de producción de biomasa (producción primaria), respiración (actividad metabólica) y reciclado de la materia (humificación y mineralización de la materia orgánica). Junto con la precipitación, condiciona la evapotranspiración; es decir, la disponibilidad de agua para todos esos procesos. Es, por tanto, un factor clave en la madurez de los ecosistemas, en la capacidad de almacenamiento de carbono y otros elementos, así como en su velocidad de transferencia entre diferentes compartimentos de la biosfera. Afecta a las condiciones de los seres vivos (supervivencia), a sus procesos metabólicos (vigor) y a las interacciones espacio-temporales entre ellos (competencia, depredación, parasitismo); es decir, a la biodiversidad de un lugar. Desde el punto de vista de las actividades humanas, determina la supervivencia de parásitos y el régimen de plagas; condiciona la disponibilidad hídrica para usos agrarios y el confort climático para otras actividades.

3. Régimen de precipitación

Interesa registrar su variabilidad intra e interanual y la de su intensidad o concentración (cantidad de precipitación en el tiempo), ya que su variación temporal influye en la recarga de acuíferos y al régimen de transporte de materiales y nutrientes entre ecosistemas de una misma cuenca hidrográfica, tanto terrestres como acuáticos. Es asimismo, junto con el régimen de temperaturas, un factor fundamental del balance hídrico (Precipitación-Evapotranspiración), que condiciona la disponibilidad de agua para el funcionamiento de los procesos ecosistémicos, entre ellos la producción de biomasa y el reciclado de la materia orgánica, muy relevantes desde el punto de vista del almacenamiento del carbono, y otros elementos, en los diferentes compartimentos de la biosfera y las transferencias entre ellos. Afecta, por tanto, a la madurez de los ecosistemas y las características asociadas a ella: acumulación de biomasa, respiración, reciclado de materia asociado a la actividad edáfica y el contenido de C orgánico en el suelo, a la salinidad y fertilidad del mismo. Igualmente, determina las condiciones de supervivencia, desarrollo y distribución espacio-temporal de los seres vivos de (biodiversidad) y las interacciones entre ellos (incluidos parásitos y vectores de éstos). Condiciona la disponibilidad de agua para uso humano (cambios de usos del suelo, productividad agraria) así como los riesgos de erosión, desertificación, inundaciones, deslizamientos, incendios, etc.

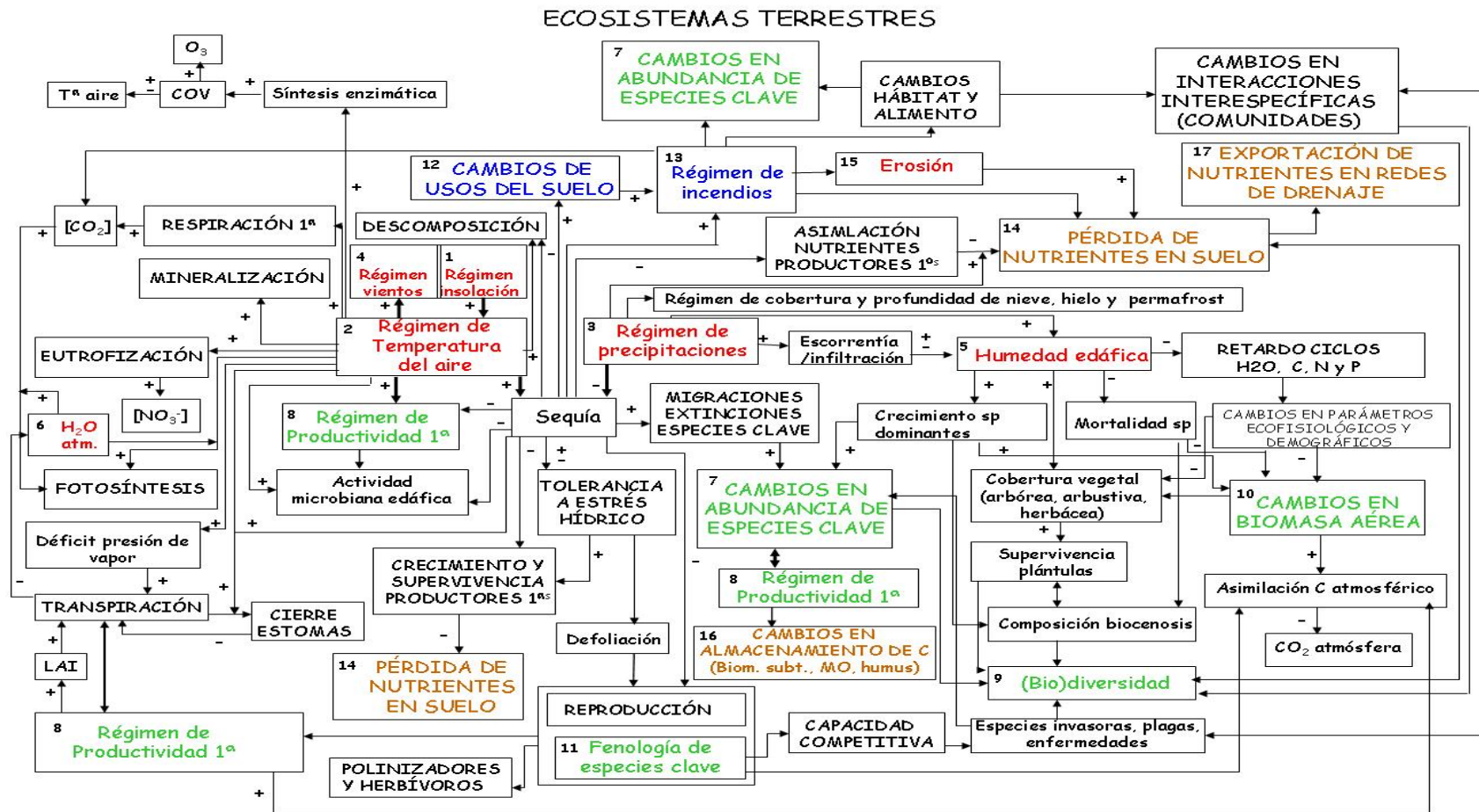


Figura 4. Esquema de conexiones entre las variables seleccionadas (identificadas con los códigos numéricos 1 a 17) para el seguimiento del CG en ecosistemas terrestres y los componentes y procesos que pueden verse afectados por el mismo. Se han diferenciado las variables según la naturaleza de los componentes o procesos sobre los que se realiza su medición: físicos (rojo), biológicos (verde), nutrientes (marrón) y otros (azul).

4. Régimen de vientos

Existe una interrelación entre este parámetro y la temperatura del aire. Condiciona los mecanismos de transporte físico (erosión, dispersión de materiales en la atmósfera, deposición) y de componentes biológicos (especies anemócoras). Condiciona el confort climático, afecta a la propagación de incendios, y, en situaciones extremas, a infraestructuras (líneas de transporte de energía eléctrica, estructuras eólicas), viviendas y usos agrícolas (influencia en mercado de seguros por siniestros).

5. Humedad edáfica

Condiciona la disponibilidad de agua para la vida, afectando al ciclo del agua y a la disponibilidad de recursos hídricos (recarga de acuíferos). Es un componente crítico en el funcionamiento edáfico y es fundamental en ecosistemas terrestres. Influye en la estabilidad del suelo, mantenimiento de su fertilidad, capacidad de almacenamiento de carbono, difusión de éste a la atmósfera, mineralización-humificación y recirculación de la materia y minimización de la erosión. Es un factor clave para la supervivencia y desarrollo de especies (vegetación, fauna edáfica), de manera que cambios en esta variable puede generar cambios en la composición específica de las comunidades, y, por tanto, en la biodiversidad. Asimismo, determina la cantidad y calidad de biomasa vegetal, componente esencial en el rendimiento de los sistemas agrícolas (cosechas), ganaderos (calidad de pastos) y forestales (maderas, frutos, especies de interés cinegético, naturalístico, etc.).

6. Contenido de agua en la atmósfera

Este parámetro condiciona la nubosidad y la cantidad de radiación visible que puede atravesar la atmósfera. Si es vapor de agua tiene un importante papel como gas de efecto invernadero, condiciona los efectos oxidantes del ozono, y favorece la emisión de COV por la vegetación. Además, es clave en la producción primaria y en la transpiración. De este factor depende en gran medida el grado de hidratación de materiales combustibles, incidiendo en los riesgos de incendios. Su influencia en la supervivencia de plagas y parásitos es elevada, con especial afección a sistemas agrícolas y a vectores de enfermedades de la población humana. Es un factor determinante en el grado de confort climático, del cual depende el consumo de energía por la población humana.

7. Abundancia de especies clave

Son especies cuya morfología, abundancia y actividad condicionan la estructura (hábitat para otras especies, redes tróficas, diversidad) y funcionamiento (estabilidad y funcionalidad del suelo, ciclos de nutrientes, dinámica poblacional, interacciones intra e interespecíficas) de los ecosistemas, y los valores o utilidades que la sociedad obtiene de ellos: desde el punto de vista ecosistémico (producción de biomasa, fertilidad del suelo, almacenamiento de C, fenología), naturalístico (especies raras, emblemáticas, en peligro de extinción), recreativo (especies cinegéticas, turismo de naturaleza), y cultural (especies de interés científico y didáctico), así como las relacionadas con riesgos para la

población humana (parásitos). Se debe considerar, por tanto, también como especies clave las especies invasoras en tanto en cuanto modifican las características de los ecosistemas. A pesar de que a largo plazo son más relevantes los cambios en los procesos que en las especies, el gran interés social y económico que tienen algunas de ellas, por los motivos mencionados, justifica incluirlas en el seguimiento. La selección de especies clave debe estar claramente justificada en cada Parque Nacional.

8. Régimen de productividad primaria

La producción primaria es, junto con el reciclado de la materia orgánica, un proceso ecológico esencial ya que de él dependen la síntesis de biomasa, el mantenimiento de los seres vivos, el aporte de nutrientes al suelo y el mantenimiento de los ciclos del carbono, de otros elementos y del agua. La productividad (cambios de biomasa en el tiempo por unidad de superficie) constituye además la base de muchos recursos naturales utilizados por la sociedad humana, así como de otros procesos (erosión) y riesgos (incendios) asociados a esos cambios. Los cambios de productividad tienen por tanto importantes consecuencias sobre los ciclos biogeoquímicos del carbono y otros elementos y sobre la disponibilidad de muchos recursos naturales, incluida el agua.

Es un factor que depende estrechamente de la temperatura, de la disponibilidad de agua, carbono y otros elementos, presentes en la atmósfera y en el suelo. Como se ha considerado el seguimiento de estos otros parámetros se podrán estudiar las consecuencias del cambio simultáneo de todos ellos y sus interdependencias.

9. Biodiversidad

Entendida como la variedad y variabilidad genética, específica y ecosistémica de un territorio, esta variable es una de las características más relevantes de la vida en la Tierra. Es una expresión del funcionamiento de la naturaleza, y su mantenimiento depende de componentes físicos (temperatura, disponibilidad hídrica, funcionalidad edáfica, ciclos de nutrientes, régimen de incendios, etc.), biológicos (demografía, mantenimiento de hábitat, fenología, migraciones, relaciones interespecíficas, parásitos, especies invasoras) y humanos (cambios de usos del suelo tanto en áreas protegidas como en espacios no protegidos). Incluye especies que condicionan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (especies clave), y constituye uno de los bienes y servicios que la sociedad obtiene de aquéllos, entre los que cabe destacar los recursos cinegéticos y turísticos y, en lo que se refiere al seguimiento del cambio, la capacidad de secuestro de C por parte de los productores primarios.

10. Biomasa aérea

La biomasa, particularmente la vegetal, es un depósito fundamental de carbono y de energía, dependiente de la temperatura, disponibilidad hídrica y de nutrientes. Su almacenamiento puede ser más o menos duradero en función de la persistencia derivada de las características de las especies existentes y su supervivencia. Su variación a lo largo del tiempo, comparado con él de la biomasa subterránea y la necromasa del suelo, informa del almacenamiento o liberación de carbono, en relación con el

capitalizado en estas últimas. La cantidad de biomasa aérea persistente está directamente relacionada con la capacidad de retención de agua y de otros nutrientes, aunque su seguimiento debe relacionarse, como en el caso anterior, con la biomasa subterránea y la necromasa edáfica. Especial interés tiene como almacén de C y recurso económico en sistemas agrícolas y forestales, y como recurso energético (biocombustibles). Igualmente, su seguimiento es esencial para el control de erosión, escorrentía e incendios.

11. Fenología de especies clave

La fenología informa de la respuesta de las diferentes especies a la variación estacional del clima (insolación, precipitación y temperatura). Aporta detalles sobre el uso de los recursos por las especies: duración del período vegetativo; energía, materiales y agua dedicada al crecimiento de diferentes partes del organismo (hojas, flores, frutos, madera, corteza, etc.) migraciones, estadios de desarrollo de determinados grupos animales, y sobre los ajustes entre poblaciones de diferentes especies. Igualmente, se han de controlar los cambios fenológicos de organismos parásitos y especies que constituyen plagas, así como los efectos en recursos agrarios por cambios en la fenología de las especies explotadas. La selección de especies clave deberá estar claramente justificada en cada Parque Nacional desde el punto de vista de los valores que contengan.

12. Usos del suelo

Los usos humanos del suelo son un factor primordial, puesto que son simultáneamente causa y consecuencia del cambio. Su naturaleza, configuración espacial y adecuación a las características ecológicas del territorio condicionan, y a la par son condicionadas por, la disponibilidad de muchos recursos de interés humano como agua y consumo de energía. Influyen, asimismo, en las transferencias de agua, nutrientes y materia orgánica entre ecosistemas en una cuenca hidrográfica, siendo particularmente evidentes los aportes a ecosistemas acuáticos. Igualmente, condicionan muchos riesgos: erosión, inundación, incendios, etc. La calidad escénica del paisaje, la supervivencia de muchas especies y las posibilidades de uso sostenible de los recursos naturales se relacionan también con estos cambios.

13. Régimen de incendios

Los incendios forestales dependen esencialmente de las condiciones climáticas (régimen de temperatura, precipitación, viento, contenido de agua en atmósfera, vegetación y suelo) y del régimen de usos del suelo (abandono de usos, tipos de prácticas de manejo y acumulación de biomasa). Constituyen un factor crítico por su afcción a múltiples valores y recursos: económicos (pérdida de recursos agrarios, turísticos, gastos en el control, extinción, restauración e indemnizaciones, primas de seguros); naturalísticos (supervivencia y desarrollo de la vegetación, disponibilidad de alimento para la fauna, diversidad de especies y hábitat); ecológicos (liberación de C y nutrientes por combustión de la madera y la materia orgánica del suelo, cambios en la producción primaria, en la fertilidad del suelo y

en su capacidad de recuperación, cambios de interacciones entre especies clave); paisajísticos (condiciones estético-visuales, conectividad y fragmentación del territorio) y sociales (recreo, viviendas, enfermedades respiratorias). Según su intensidad y recurrencia, su afcción a la cubierta vegetal y a la estabilidad del suelo es crítica, aumentando los riesgos de erosión, deslizamiento, inundación y desertificación.

14. Contenido de nutrientes del suelo

Depende de la temperatura (su incremento acelera la descomposición de la materia orgánica), disponibilidad de agua (a menor disponibilidad, menor capacidad de descomposición de la materia orgánica), composición de especies (introducción de especies invasoras que modifican la estructura del suelo y el reciclado de nutrientes, cambios en fenología de especies clave) y del régimen de incendios. Todos estos factores afectan a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, y a los riesgos de pérdida de los mismos por precipitación (escorrentía superficial). También dependen de y, a su vez afectan a la actividad de organismos edáficos, a los usos del suelo, y al rendimiento y calidad de los recursos agrarios. La pérdida de fertilidad del suelo y la liberación del carbono edáfico tienen consecuencias intrínsecas sobre la biodiversidad, la composición de las comunidades y el funcionamiento (producción primaria y acumulación de biomasa) del ecosistema y su conectividad horizontal.

15. Erosión

La pérdida de suelo por erosión es uno de los problemas ambientales actuales más importantes. Está condicionada por los cambios de uso del suelo, la intensificación del uso de los recursos agrarios y el abandono de determinados agrosistemas, cuyo funcionamiento minimizaba dicha pérdida. Sus consecuencias son múltiples: pérdida de la capacidad edáfica de retención de agua y nutrientes, de fertilidad, acumulación de sedimentos en zonas desacostumbradas, aunque previsibles, dificultades para la colonización por la vegetación de las áreas erosionadas, disminución de la biodiversidad, aumento de la probabilidad de inundaciones, limitaciones en la disponibilidad de recursos hídricos. Los procesos erosivos son procesos que se retroalimentan positivamente y que resultan muy difíciles de revertir.

16 Almacenamiento edáfico de Carbono (biomasa subterránea, necromasa, materia orgánica, humus-C recalcitrante)

Es un parámetro clave por su papel en muchos procesos e interacciones. Actúa como fuente y sumidero de C atmosférico. La cantidad de carbono almacenado en el suelo depende estrechamente de los regímenes de temperaturas, disponibilidad hídrica, usos del suelo, e incendios (con especial incidencia en el almacenamiento de C recalcitrante). Es un indicador que sintetiza procesos ecosistémicos esenciales: balance entre producción y respiración, reciclado de materia, generación de fertilidad del suelo, autorregulación de la circulación superficial y subsuperficial del agua y calidad de la misma. Constituye, pues, uno de los principales bienes de los ecosistemas por su papel en la

regulación el clima, la disponibilidad de agua, el reciclado de materia; afecta también a la productividad, a la conservación del suelo y de la biodiversidad.

17. Exportación de nutrientes por la red de drenaje

Este parámetro (capacidad de retención de biomasa y agua, y de los nutrientes transportados por ésta) sintetiza el funcionamiento del ecosistema monitorizado y su influencia sobre los ecosistemas vecinos que actúan como receptores: aceleración o ralentización de procesos ecológicos (aumento de producción por fertilización o mengua de la misma por disminución del aporte de nutrientes; cambios en el reciclado de materia y posible acumulación o pérdida de sustancias; eutrofización, salinización) y variaciones en la composición de especies asociadas a las nuevas condiciones ecológicas.

II. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES

1. Régimen de insolación en superficie

Representa la cantidad de energía disponible para el calentamiento de las masas de agua y del aire en contacto con ellas. Influye, por tanto, en la dinámica de la temperatura del agua, del aire y en el régimen de precipitaciones. Puede cambiar con la transparencia de la atmósfera (nubosidad y contenido en aerosoles). Además de condicionar el ambiente energético de estas masas de agua, de su interacción con ella resulta la radiación disponible para la producción primaria.

2. Régimen de temperatura del aire en superficie

Condiciona el régimen de temperaturas de las masas de agua: capacidad de almacenamiento y transporte de energía, así como el intercambio de sustancias entre el medio acuático y el atmosférico.

3. Régimen de precipitación

Influye en los caudales de los sistemas lóticos (ríos, arroyos, ramblas, ...) y en la cantidad y tiempo de residencia del agua de los sistemas lénticos (lagos, embalses, charcas, lagunas, humedales, etc.). Guarda estrecha relación con la temperatura del agua, influyendo junto con ésta en los procesos metabólicos y en la capacidad de asimilación de contaminantes, y, por consiguiente, en la calidad del agua y en su composición biocenótica. Resulta relevante la variación en su régimen temporal, ya que condiciona la disponibilidad de agua para usos humanos y los riesgos de inundación.

4. Régimen de caudales y tiempos de concentración

Junto con el parámetro anterior, sintetizan el comportamiento hidráulico de la cuenca. Informan sobre la cantidad de agua y el tiempo que ésta es retenida por las tramas de relaciones ecológicas de la cuenca desde el momento en que se produce el aporte de agua. Son indicadores globales del funcionamiento ecosistémico de la cuenca. Si el tiempo de concentración es corto, la capacidad de retención de la parte terrestre del sistema es pequeña, se trataría de ecosistemas pioneros con escasa capacidad de regulación y alto riesgo de erosión, inundación y deslizamiento, por lo que los aportes a

otros ecosistemas terrestres y acuáticos conectados a ellos serían elevados. Si el tiempo es largo, la capacidad de regulación de los ecosistemas terrestres, maduros en este caso, es grande y los riesgos de aportes torrenciales serían menores. La variación de estas características condiciona la persistencia y la variación del régimen de estacionalidad de los ecosistemas acuáticos, afectando a los ciclos biogeoquímicos (diferentes posibilidades de almacenamiento e intercambios de carbono, y otros elementos, y agua) y a las posibilidades de reproducción, supervivencia y distribución espacial de las biocenosis que habitan en estos ambientes, y su influencia en los ecosistemas dependientes de ellos (ecosistemas costeros y marinos).

5. Niveles y régimen de aportaciones a lagos, embalses y humedales

Se trata también de indicadores globales del funcionamiento de los sistemas ecológicos del territorio estudiado. Condicionan la disponibilidad de agua y nutrientes de los humedales y de los otros ecosistemas acuáticos y terrestres. Están muy condicionados por, y a su vez condicionan, los usos del suelo. Desempeñan un importante papel en la producción primaria de muchos ecosistemas y en las características y composición de sus productores primarios y otros seres vivos.

6. Régimen de temperatura del agua

Condiciona el ambiente energético en el que se desarrollan los procesos ecológicos de los ecosistemas acuáticos: velocidad y cantidad de producción de biomasa, respiración y reciclado de la materia. Es un factor clave en la estratificación de las masas de agua y en los intercambios verticales en la columna de agua. Condiciona la solubilidad (almacenamiento-liberación) de oxígeno, CO₂ y otros nutrientes. Afecta a las condiciones vitales de los seres vivos y de las interacciones entre ellos (biodiversidad).

7a. Abundancia de especies clave

De su abundancia y actividad dependen muchas de las características del funcionamiento de los ecosistemas y de los valores o utilidades que la sociedad obtiene de la naturaleza: desde el punto de vista ecosistémico (producción de biomasa, circulación de nutrientes, interacciones demográficas, recursos pesqueros), naturalístico (especies raras, emblemáticas, en peligro de extinción) recreativo (pesca, turismo de naturaleza) o cultural (especies de interés científico). El estudio de las relaciones con los otros parámetros de seguimiento permitirá conocer con cuales están más relacionados los cambios de su abundancia. La selección de especies clave, incluidas las especies invasoras que se consideren como tales, debe estar claramente justificada en cada Parque Nacional, de acuerdo con su importancia para dichos valores.

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES

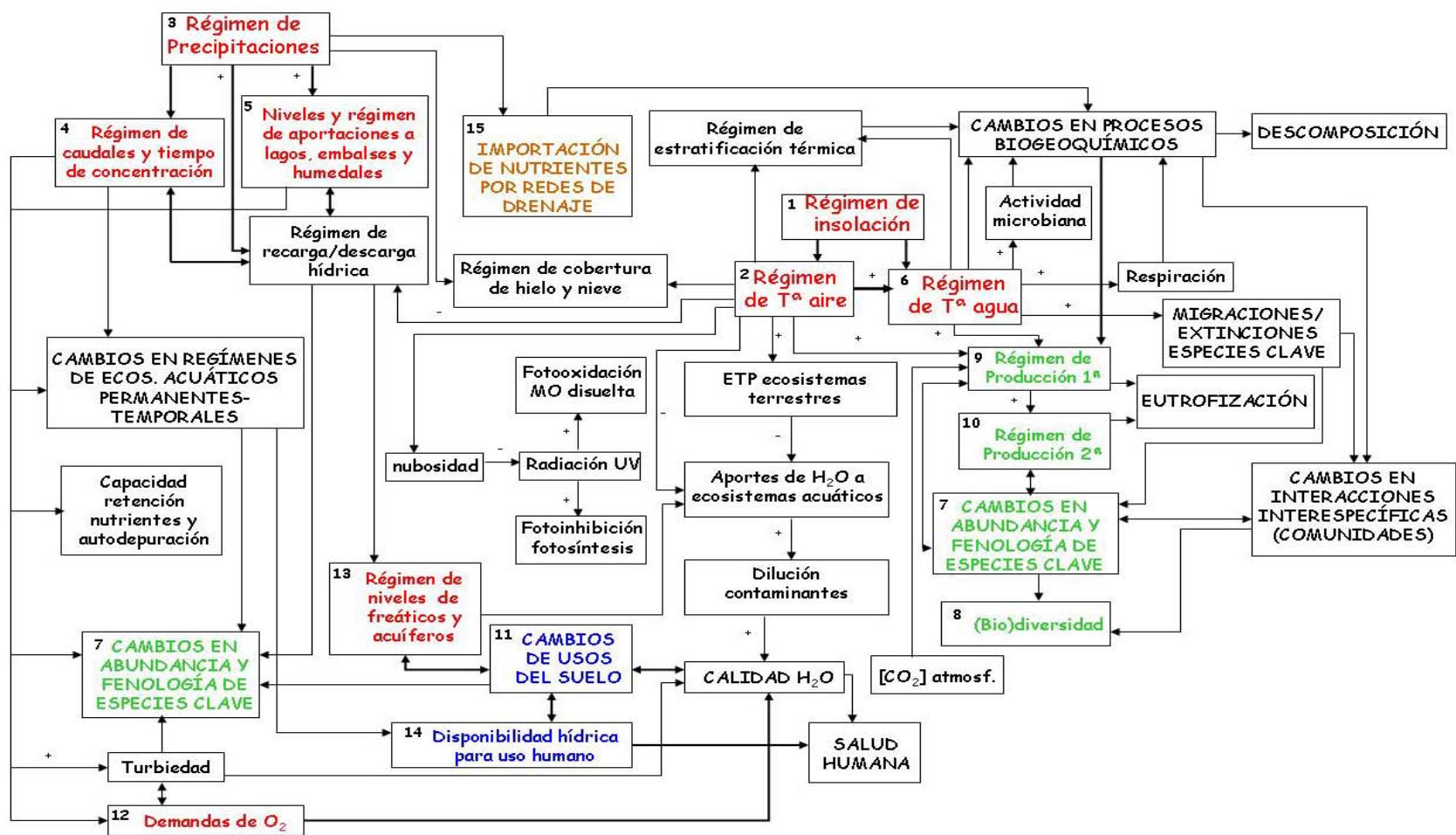


Figura 5. Esquema de conexiones entre las variables seleccionadas (identificadas con los códigos numéricos 1 a 15) para el seguimiento del CG en ecosistemas acuáticos continentales y los componentes y procesos que pueden verse afectados por el mismo. Se han diferenciado las variables según la naturaleza de los componentes o procesos sobre los que se realiza su medición: físicos (rojo), biológicos (verde), nutrientes (marrón) y otros (azul).

7b. Fenología de especies clave

La fenología es una expresión de la respuesta de los seres vivos a la variación estacional del clima. Aporta información sobre el uso de los recursos por las diferentes especies: duración del período vegetativo; energía y materiales al crecimiento y la reproducción y ajustes entre poblaciones de diferentes especies. Una buena parte del aprovechamiento de los recursos de estos ecosistemas se basa en la fenología de sus poblaciones: pesca, turismo de naturaleza, etc. El estudio de las relaciones con los otros parámetros de seguimiento permitirá conocer cuáles están más relacionados con los cambios de fenología. La selección de especies para su seguimiento fenológico debe estar claramente justificada en cada Parque Nacional desde el punto de vista de los valores que representan.

8. Biodiversidad

La biodiversidad es una de las propiedades más relevantes de la manifestación de la vida en la Tierra. Es una expresión, y una consecuencia, del funcionamiento de la naturaleza y de los bienes y servicios que la sociedad obtiene de ella en la actualidad y de los que podría obtener en el futuro. Además de los factores ya referidos para ecosistemas terrestres, esta variable depende en gran medida de la demanda de agua para uso humano (explotación de acuíferos, embalses, canalizaciones, etc). Ello, unido a la transferencia de aguas entre cuencas, afecta a la supervivencia de las especies, y, por tanto, a su diversidad biológica y a sus recursos piscícolas.

9. Régimen de producción primaria

Es el proceso ecológico más importante de los ecosistemas acuáticos, junto con el reciclado de la materia, puesto que de él depende la síntesis de biomasa y el mantenimiento de todos los seres vivos. También es el proceso responsable de la existencia de muchos recursos naturales utilizados por la sociedad humana. Los cambios de productividad tienen por tanto importantes consecuencias sobre los ciclos biogeoquímicos del carbono y otros elementos y sobre la disponibilidad de muchos recursos naturales, incluida la calidad del agua, así como sobre la biodiversidad.

10. Régimen de producción secundaria

Este proceso (velocidad y cantidad de producción de biomasa animal) es muy importante en los ecosistemas acuáticos en general y continentales en particular. A diferencia de los ecosistemas terrestres, muchas características y recursos de los ecosistemas acuáticos, como la pesca, dependen de él.

11. Usos del suelo

Los usos del suelo son un factor esencial de cambio de los ecosistemas acuáticos continentales. Su composición, configuración espacial y adecuación a las características ecológicas del territorio en que se asientan, condicionan la disponibilidad y calidad del agua de estos ecosistemas y la variación de

ambas con el tiempo. En ambas se basan las posibilidades de supervivencia de muchas especies biológicas y las posibilidades de uso sostenible de los recursos naturales por la sociedad humana.

12. Demanda de oxígeno

Indicador del funcionamiento ecosistémico de ríos, lagos y humedales, de las características de sus biocenosis (supervivencia, desarrollo e interacciones de especies), del reciclado de nutrientes y de la calidad de sus aguas. La calidad del agua, condicionada por el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y los usos del suelo de la cuenca en que se ubican aquellos, es un parámetro que condiciona la biodiversidad de estos ecosistemas, sus posibilidades de uso y de abastecimiento a las poblaciones humanas.

13. Régimen de niveles de freáticos y acuíferos

Indicador de funcionamiento de la parte subterránea del ciclo hidrológico, depende de los aportes de agua por precipitación, de la estabilidad del suelo y de los usos del suelo; que, junto con la permeabilidad del sustrato y el relieve del terreno, condicionan el reparto de la precipitación incidente en escorrentía superficial, subsuperficial e infiltración y la distribución de las zonas y cantidades de descarga. Los flujos subsuperficiales y subterráneos son determinantes de las interdependencias y conexiones entre diferentes partes de una cuenca y de sus diferentes regímenes estacionales (variación de la disponibilidad hídrica, encharcamiento, circulación hiporreica) Aporta información relevante como fuente de aporte a otros ecosistemas y sobre todo desde el punto de vista de las posibilidades de abastecimiento humano.

14. Disponibilidad hídrica para uso humano

Es una característica fundamental desde el punto de vista del agua como recurso social (factor de producción de otros bienes y servicios y consumo directo) y uno de los aspectos que previsiblemente puede tener una mayor variabilidad e incertidumbre, en calidad y cantidad, como consecuencia del cambio global.

15. Importación de nutrientes por redes de drenaje

Este parámetro sintetiza la dependencia del funcionamiento del sistema acuático monitorizado de las características y régimen de usos de los otros ecosistemas de la cuenca, acuáticos o no, con los que está conectado. Su cantidad y variación temporal, relacionada con la capacidad de las tramas de relaciones ecológicas de la cuenca para regular la retención y liberación de la propia agua y otros elementos, influye en el estrés hídrico y de nutrientes; tanto por defecto (carencias) como por exceso (fertilización, eutrofización) y en el intercambio de C con el medio atmosférico. Condiciona sus posibilidades de explotación por la cantidad y calidad de las aguas, y por la composición de especies asociadas a esas condiciones ecológicas.

III. ECOSISTEMAS MARINOS

1. Régimen de insolación en superficie

Condiciona la cantidad de energía disponible para el calentamiento de las masas de agua y del aire en contacto con ellas. Influye en la dinámica de la temperatura del agua (estratificación y mezcla, solubilidad) y del aire. Puede cambiar si lo hace la transparencia de la atmósfera como consecuencia de cambios en su nubosidad y contenido en partículas. De su interacción con las características de la masa de agua resulta la radiación disponible para la producción primaria.

2. Régimen de temperatura del aire en superficie

Condiciona el comportamiento meteorológico de las masas de aire: capacidad de almacenamiento y transporte de energía y de agua, así como el régimen de la variación temporal de ambas. Condiciona la distribución de la temperatura del agua en contacto con esas masas de aire, influye en su salinidad y en el intercambio de sustancias entre el medio acuático y el atmosférico.

3. Régimen de precipitación

Influye en la salinidad de las masas de agua, factor esencial, junto con la temperatura del agua, en la magnitud y comportamiento de las corrientes oceánicas profundas y de los balances de los intercambios energéticos y de materiales (carbono y otras sustancias) entre el agua y la atmósfera.

4. Régimen de vientos

Es un factor determinante en los procesos costeros (aportes de sedimentos) y marinos (corrientes, oleaje, afloramientos). Depende de la dinámica atmosférica y condiciona el régimen de corrientes superficiales. La relación entre corrientes profundas y superficiales es un elemento determinante del régimen de corrientes y de los balances energéticos y de carbono y otros elementos y compuestos asociados a ese régimen.

5. Concentración de CO₂ atmosférico y de las aguas superficiales

El intercambio de CO₂ entre la atmósfera y las capas de agua superficiales es una de las interacciones claves para conocer la evolución de la concentración de CO₂ atmosférico a largo plazo. Esta interacción depende tanto de la concentración atmosférica como de las condiciones de acidez (concentración de CO₂) salinidad y temperatura de las aguas, en la que también influyen las corrientes, el régimen de estratificación del agua y la captura y uso del carbono por los ecosistemas (producción primaria y almacenamiento a largo plazo: conchas, esqueletos, caparazones, sedimentos).

ECOSISTEMAS MARINOS

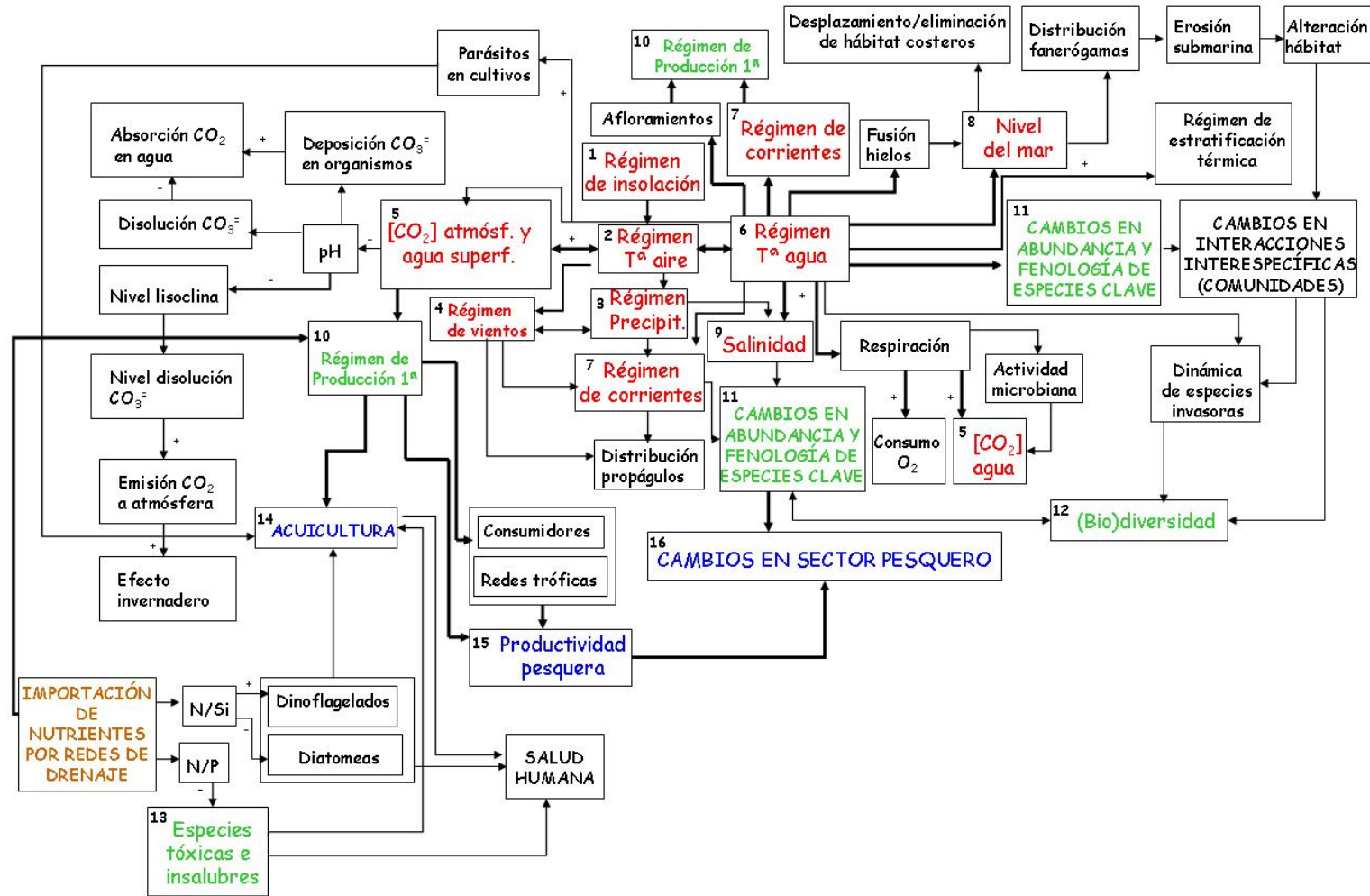


Figura 6. Esquema de conexiones entre las variables seleccionadas (identificadas con los códigos numéricos 1 a 16) para el seguimiento del CG en ecosistemas marinos y los componentes y procesos que pueden verse afectados por el mismo. Se han diferenciado las variables según la naturaleza de los componentes o procesos sobre los que se realiza su medición: físicos (rojo), biológicos (verde), nutrientes (marrón) y otros (azul).

6. Régimen de temperatura del agua

Condiciona la salinidad (densidad) del agua y sus posibilidades de estratificación y comportamiento con respecto a las corrientes y a los intercambios de energía (temperatura) y de sustancias (carbono) asociados a la dinámica de aquellas. Influye también en el nivel del mar y en las características de los ecosistemas y de las biocenosis y en la composición de especies.

7. Régimen de corrientes

El régimen de corrientes oceánicas es un factor fundamental de las características climáticas del planeta, incluyendo su regulación, la variación espacial de las características de los ecosistemas marinos (producción primaria, producción secundaria, reciclado de nutrientes, zonas de pesca) y la distribución espacial de las biocenosis y especies de interés. La hidrodinámica marina condiciona los aportes de nutrientes de los ecosistemas acuáticos continentales, con sus consiguientes efectos en la productividad primaria y en los recursos pesqueros dependientes de aquélla.

8. Nivel del mar

Es una de las características que mas pueden cambiar con respecto a sus valores actuales. Es muy relevante desde el punto de vista de las actividades humanas ya que afecta a áreas habitadas, zonas de cultivos, etc. Asimismo condiciona todos los aspectos relacionados con el litoral, como la distribución, y eventual desaparición, de hábitat (marismas, deltas, etc.) y la posibilidad de explotación de recursos turísticos (erosión y desaparición de playas, etc.).

9. Salinidad

Es un factor determinante del comportamiento hidrodinámico del agua y de su capacidad de almacenamiento de solutos y, en consecuencia, de su intercambio de gases. Lo es también de sus características ecológicas (producción) y biológicas (especies). Su valor depende de la interacción entre muchos factores: temperatura del agua, régimen de precipitaciones, corrientes y vientos.

10. Régimen de producción primaria

Es el proceso ecológico más importante, junto con el reciclado de la materia orgánica. De él depende la síntesis de biomasa, el mantenimiento de todos los seres vivos marinos y el almacenamiento de C a largo plazo mediante la biosíntesis de muchas estructuras persistentes (caparzones, conchas, rocas sedimentarias). También es el proceso responsable de la existencia de importantes recursos utilizados por la sociedad humana. Es el fundamento de las pesquerías y de la acuicultura. Su distribución espacial, al depender de la configuración de las corrientes, puede verse muy afectada por los cambios en ellas y por los aportes de nutrientes de los ecosistemas continentales.

11a. Abundancia de especies clave

Al igual que en los otros ecosistemas, su abundancia y actividad condicionan los valores o utilidades que la sociedad obtiene de los recursos marinos desde múltiples puntos de vista: ecosistémico (producción de biomasa, almacenamiento de C, circulación de nutrientes, interacciones demográficas), naturalístico (especies raras, emblemáticas, en peligro de extinción) económico (pesquerías), recreativo (pesca, turismo de naturaleza) o cultural (especies de interés científico). Los cambios en las condiciones de los hábitats, provocados por la variación de las condiciones ambientales y la acción humana directa (canales, tráfico marítimo, etc.) propician los cambios en las áreas de distribución de muchas especies que expanden sus hábitats y pueden promover procesos de competencia no existentes antes. La selección de especies clave, incluidas las especies invasoras que se consideren como tales, debe estar claramente justificada en cada Parque, de acuerdo con su importancia para dichos valores.

11b. Fenología de especies clave

La fenología es una síntesis de la respuesta de los seres vivos a las variaciones estacionales, en este caso sobre todo variaciones de temperatura y salinidad de las aguas. Aporta información sobre el uso de los recursos por las diferentes especies: duración del período vegetativo; energía y materiales al crecimiento y la reproducción y ajustes entre poblaciones de diferentes especies. Una buena parte del aprovechamiento de los recursos de estos ecosistemas se basa en las posibilidades que ofrece la fenología (migraciones) de las poblaciones de interés pesquero. Estos cambios pueden afectar a las características de las redes tróficas y propiciar los crecimientos explosivos de especies que generen efectos negativos en el turismo o las pesquerías, así como el enrarecimiento y riesgo de desaparición de otras. La selección de especies clave debe estar claramente justificada, de acuerdo con su importancia para aquellos valores sobre los que aporten información, como en el caso de los ecosistemas terrestres y acuáticos continentales.

12. Biodiversidad

A lo ya comentado para esta variable en apartados anteriores, cabe añadir los cambios en las condiciones ambientales (cambios en régimen de temperatura, nutrientes), biológicos (abundancia y fenología de especies, procesos de invasión y colonización), y funcionales (producción primaria, redes tróficas) que repercuten directamente en las posibilidades de explotación de estos ecosistemas por la sociedad (turismo, pesquerías).

13. Dinámica de especies tóxicas e insalubres

Al cambiar las condiciones y distribución espacial de los hábitat y el régimen de aportes desde los ecosistemas continentales, algunas de las especies biológicas que aumentan su área de distribución son tóxicas e insalubres, afectando a la salud humana y a las posibilidades de uso de los recursos marinos (turismo, pesquerías, acuicultura)

14. Acuicultura

Muy importante desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos marinos, sus posibilidades de proporcionar alimento se ven muy condicionadas por todos los factores que influyen sobre la producción de los ecosistemas marinos y los cambios de fenología y distribución de las especies patógenas para las especies explotadas.

15. Productividad pesquera

Por los mismos motivos que la acuicultura, pero añadiendo el papel que la estructura de las redes tróficas marinas pueden tener en la abundancia y distribución espacial y temporal de las especies comerciales.

16. Cambios en el sector pesquero

Representa una síntesis del aprovechamiento extractivo de la productividad de los ecosistemas marinos. Se ve influido por toda la trama de relaciones implicada en estos ecosistemas y tiene importantes repercusiones socioeconómicas.

En el Anexo 1 se recogen las variables indicadoras seleccionadas. Se especifica su interés como descriptores de los procesos de entradas, transformaciones y salidas en el ecosistema, y del ámbito espacial sobre el que aportan información: dentro de los ecosistemas monitorizados, para referirse a las interacciones que ocurren en el ecosistema; entre ecosistemas, relativo a las que ocurren entre diferentes ámbitos espaciales conectados por ellas. También se señalan los, valores o servicios, y bienes o recursos ambientales asociados a los componentes y procesos objeto de seguimiento, y que pueden verse afectados por el CG. Asimismo, se indica la relevancia de las variables respecto al ámbito del PN en el que se registran, de la Red Española de PNs o de otras Redes internacionales de EPs. Por último, se señalan la periodicidad y el procedimiento de medida de las variables.

3.- Selección de parámetros y variables descriptores de cambios socioeconómicos

En la medida en que el funcionamiento de las tramas de relaciones ecológicas de cualquier territorio, incluido el de los EPs, produce recursos, bienes y servicios que afectan a la calidad de vida de las poblaciones humanas. Y en la medida en que ese funcionamiento está asimismo condicionado, en mayor o menor grado, por las actividades de estas poblaciones, resulta relevante incluir, en el diseño del seguimiento del cambio global, variables socioeconómicas que informen del efecto de este cambio sobre el bienestar de la población y, también, de la implicación que las actividades socioeconómicas puedan tener sobre él. Como los cambios que ocurran en las tramas de relaciones ecológicas se pueden traducir en pérdidas o ganancias de bienes y servicios para la sociedad, estos parámetros constituyen la respuesta directa del bienestar de la población al cambio global.

En las Tablas 3a, 3b y 3c se presentan estos parámetros teniendo en cuenta los flujos de entrada, transformaciones y salidas de los recursos a los que van asociados. Como en el caso de los parámetros seleccionados para el seguimiento del cambio en ecosistemas, se ha seguido este criterio porque interesa

conocer las interdependencias entre los diferentes parámetros, puesto que magnitudes equivalentes de cambio en una misma variable pueden producir efectos muy diferentes sobre todas las demás según estén organizadas esas interrelaciones y, viceversa, diferentes cantidades de cambio en un mismo parámetro pueden amortiguarse o amplificarse según la trama de relaciones en que ocurran. Se han considerado, asimismo, tres niveles de análisis: general, medio y de detalle, recogidos en cada una de las tres Tablas respectivamente. Este esquema organiza la recogida de datos, de manera que se puedan comparar los de los diferentes PNs, al menos según el nivel general. De acuerdo con el alcance de los convenios o proyectos que se planteen en el futuro se podrá abordar el seguimiento y comparación del CG al nivel que se considere necesario. En el caso de estos parámetros socioeconómicos el ámbito espacial para su registro es el de los municipios del área de influencia socioeconómica de cada PN, puesto que es a este nivel municipal al que se suelen asignar las mediciones de estos datos.

Tabla 3a. Variables y parámetros <i>socioeconómicos</i> para el seguimiento del Cambio Global. <i>Nivel general. Escala comarcal</i> (Parque Nacional y municipios adyacentes).		
Entradas	Transformaciones	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> ●Energía ●Materia ●Dinero 	<ul style="list-style-type: none"> ●Dinámica demográfica ●Dinámica social ●Dinámica uso de la energía ●Dinámica uso de la materia ●Dinámica monetaria 	<ul style="list-style-type: none"> ●Emigrantes ●Bienes ●Servicios ●Residuos humanos ●Dinero

Tabla 3b. Variables y parámetros **socioeconómicos** para el seguimiento del Cambio Global. **Nivel medio. Escala comarcal** (Parque Nacional y municipios adyacentes).

Entradas	Transformaciones	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> ● Energía <ul style="list-style-type: none"> ● Electricidad ● Combustibles fósiles ● Fuerza animal ● Materia <ul style="list-style-type: none"> ● Inmigrantes ● Materias primas ● Materiales elaborados ● Red de comunicaciones ● Dinero <ul style="list-style-type: none"> ● Moneda ● Recursos financieros 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dinámica demográfica <ul style="list-style-type: none"> ● Población local (natalidad/mortalidad) ● Migraciones (inmigración/emigración) ● Población total (estructura de edades) ● Dinámica social <ul style="list-style-type: none"> ● Educación (tipos de formación) ● Sanidad (salud y epidemiología) ● Empleo (distribución de la ocupación profesional) ● Evolución del bienestar ● Dinámica uso de la energía <ul style="list-style-type: none"> ● Transformaciones desde energía eléctrica ● Transformaciones desde combustibles fósiles ● Dinámica uso de la materia <ul style="list-style-type: none"> ● Biomasa ● Construcción ● Agua ● Contaminantes ● Dinámica monetaria <ul style="list-style-type: none"> ● Inversiones/Gasto/Préstamos ● Compra/venta 	<ul style="list-style-type: none"> ● Emigrantes ● Bienes <ul style="list-style-type: none"> ● Agropecuarios y Pesqueros ● Forestales ● Industriales ● Artesanos ● Electricidad ● Agua ● Servicios <ul style="list-style-type: none"> ● Recreativos y paisajísticos ● Culturales y educativos ● Residuos humanos <ul style="list-style-type: none"> ● Sólidos ● Líquidos ● Gaseosos ● Dinero <ul style="list-style-type: none"> ● Moneda

Tabla 3c. Medidas de variables y parámetros **socioeconómicos** para el seguimiento del Cambio Global. **Nivel de detalle. Escala comarcal** (Parque Nacional y municipios adyacentes).

Entradas	Transformaciones	Salidas
<ul style="list-style-type: none"> ● Energía ● Electricidad energía consumida, instalaciones, dinámica de la demanda energética. Origen energía. ● Combustibles fósiles tipos y cantidades de combustibles. Evolución de la demanda. Instalaciones. Origen combustibles ● Fuerza animal nº cabezas y especie animal. Usos ● Materia ● Inmigrantes nº inmigrantes, origen, función social. Distribución espacial. ● Materias primas Agua y otras materias primas. Cantidad y tipo. Utilidad. Evolución de la demanda. ● Materiales elaborados Tipos y cantidad ● Red de comunicaciones Tipología, tipos y cantidades de mercancías y personas transportadas ● Dinero ● Moneda Cantidad, gastos en biocidas, fertilizantes, maquinaria ● Recursos financieros Tipos, origen, condiciones, usuarios 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dinámica demográfica <ul style="list-style-type: none"> ● Población local :natalidad/mortalidad, esperanza de vida, estructura de edades ● Migraciones: inmigración/emigración, ● Población total: estructura de edades, sex ratio ● Dinámica social <ul style="list-style-type: none"> ● Educación: nivel educativo (titulaciones, fracaso escolar), infraestructura educativa (Colegios, Institutos, FP), grado de satisfacción ● Sanidad: infraestructura sanitaria (atención primaria y especializada), Grado de satisfacción. ● Empleo: cantidad y tipología de empleos, temporalidad ● Ocio: infraestructura y actividades ● Evolución del bienestar ● Dinámica uso de la energía <ul style="list-style-type: none"> ● Transformaciones energía eléctrica: instalaciones agrícolas, ganaderas, forestales, industriales, construcción, infraestructura de suministro (nº instalaciones, empleo, contribución al PIB) ● Transformaciones combustibles fósiles, instalaciones agrícolas, ganaderas, forestales, industriales, construcción. (nº instalaciones, empleo, contribución al PIB) ● Dinámica uso de la materia <ul style="list-style-type: none"> ● Biomasa: agrícola, ganadera, forestal (nº instalaciones, empleo, contribución al PIB) ● Construcción: materiales (origen, cantidad), superficie ocupada, contrib. PIB ● Agua: consumo agrícola, ganadero, forestal, industrial, doméstico, recreativo, contribución al PIB ● Contaminantes: Aire, agua, suelo (tipología, origen y cantidad) ● Dinámica monetaria <ul style="list-style-type: none"> ● Inversiones/Gasto/Préstamos: actividades agrarias, industriales, recreativas, domésticas. Cantidades. ● Compra/venta: Actividades comerciales, Evolución oferta/demanda ● Régimen de propiedad: pública, comunal, consorciada, privada ● Actividad aseguradora: tipología de bienes y servicios asegurados 	<ul style="list-style-type: none"> ● Emigrantes: número y destino, función social ● Bienes: <ul style="list-style-type: none"> ● Agropecuarios y Pesqueros ● Forestales ● Industriales ● Artesanos ● Electricidad ● Agua Cantidad, régimen de extracción, productividad la actividad, evolución de la producción ● Servicios <ul style="list-style-type: none"> ● Recreativos y paisajísticos: Calidad visual, Actividades recreativas basadas en patrimonio naturalístico: tipología y visitantes, Inversión en difusión de este patrimonio ● Culturales y educativos: Actividades recreativas basadas en patrimonio naturalístico: tipología y visitantes, Inversión en difusión de este patrimonio ● Residuos humanos: Tipos y evolución de la producción, aprovechamiento, origen y destino, tipo de tratamientos, Sanciones <ul style="list-style-type: none"> ● Sólidos, líquidos, gaseosos ● Agrícolas, ganaderos, industriales, urbanos ● Dinero <ul style="list-style-type: none"> ● Moneda: cantidad, destino utilidad ● Inversiones en nuevos sectores (recursos financieros)

Los criterios de selección de indicadores socioeconómicos que se detallan a continuación, intentan recoger sintéticamente información sobre la estructura social y los sectores de actividad más relacionados con los aspectos diferenciales de los espacios protegidos como territorios dedicados a la conservación de la Naturaleza. Estos indicadores, como ya se ha dicho, proporcionan información sobre las consecuencias del cambio global sobre las condiciones y calidad de vida de las personas que viven en el área de influencia socioeconómica del Parque Nacional. También lo hacen sobre la importancia que tienen los diferentes productos y servicios ofrecidos por el Parque en las poblaciones locales de ese área de influencia y sobre el resto de la sociedad.

Los recursos que sustenta el funcionamiento de los ecosistemas reflejan bienes y servicios demandados por la sociedad. Esos recursos son apreciados de diferentes maneras, y valorados en diferente grado, en función del tipo de satisfacción de esas necesidades que proporcionan. Los bienes y servicios considerados están relacionados con las políticas y prácticas de conservación de la naturaleza características de estos territorios y se refieren a aspectos turístico-recreativos, científicos, de educación ambiental, de ejemplos de gestión

ambiental, de persistencia de prácticas y productos tradicionales y de ejemplos de nuevos modelos de gestión de los recursos y del territorio. El objetivo es monitorizar como se aprovechan los recursos naturales de esos territorios mediante un conjunto de bienes y servicios de interés para la sociedad. Este enfoque complementa al desarrollado en los apartados anteriores, centrado en los aspectos más físico-biológicos y menos sociales del cambio global.

Los bienes y servicios se recogen según un conjunto de actividades: agrícolas tradicionales, agrícolas modernas, pesqueras tradicionales, pesqueras modernas, ganaderas tradicionales, ganaderas modernas, forestales, industriales, artesanía y productos locales (etiquetas de calidad asociadas al PN), construcción para vivienda principal y segunda vivienda, servicios turístico-recreativos basados en el patrimonio natural y en el histórico-artístico-cultural, otros servicios: educación ambiental, divulgación, etc. Estos tipos se refieren a una clasificación preliminar de actividades que se concretará con datos sobre el terreno, se tendrá así un listado de las actividades realizadas en el área de influencia socioeconómica del PN según las categorías anteriores, la tipología de explotación de los recursos (tradicionales, modernos, innovadores, basados en productos y culturas locales y en el patrimonio natural e histórico-artístico) y de servicios ofrecidos (educativos, recreativos, comerciales, innovación).

Con esta perspectiva, y a partir de las variables socioeconómicas recogidas en los esquemas de entradas, transformaciones y salidas, se ha seleccionado los indicadores siguientes. Su registro se realizará a nivel municipal, puesto que es este el ámbito territorial de referencia para el que ya existen recogidos muchos de estos datos y es el que asegura el posterior estudio de las relaciones entre esos indicadores. Se han incluido también indicadores para el seguimiento de la incidencia de los riesgos naturales y de los posibles efectos sobre la salud humana.

Todos ellos quedan recogidos sintéticamente en el Anexo 2.

A. DEMOGRAFÍA.

Se trata de datos demográficos básicos sobre el estado de las poblaciones del área de influencia del PN. Su variación con el tiempo informa, desde el punto de vista de los recursos, bienes y servicios demandados por las poblaciones locales, de cambios en la capacidad y posibilidades del territorio para mantener dichas poblaciones, así como de las necesidades y potencialidades ligadas a diferentes tipologías de las mismas:

1. Número habitantes.
2. Estructura de edades.
3. Tasa de natalidad/mortalidad
4. Tasa de inmigración/emigración.
5. Esperanza de vida.

B. EMPLEO

La definición concreta de las actividades se realizará con los datos del área de influencia socioeconómica y se clasificarán de acuerdo con los criterios definidos en los párrafos anteriores: agrícolas tradicionales, agrícolas modernas, pesqueras tradicionales, pesqueras modernas, ganaderas tradicionales, ganaderas modernas, forestales, industriales, artesanía y productos locales (etiquetas de calidad asociadas al PN), construcción para vivienda principal y segunda vivienda, servicios turístico-recreativos basados en el patrimonio natural y en el histórico-artístico-cultural, otros servicios: educación ambiental, divulgación, etc. Es decir, según los diferentes modos de explotar los recursos y bienes ambientales del territorio del área de cada PN que constituye cada actividad.

La variación de este parámetro a lo largo del tiempo proporcionará información sobre los cambios de la importancia (número de personas) de las diferentes actividades en relación con el tipo de explotación con los recursos del territorio y de los servicios ofrecidos basados en esos recursos, que esas actividades representan. Asimismo se podrá obtener información sobre sus posibilidades de evolución futura en relación con las dinámicas de cambio global detectadas por los indicadores del apartado de ecosistemas.

1. Número de personas ocupadas en diferentes tipos de actividades.

C. RIQUEZA

Su variación a lo largo del tiempo proporcionará información sobre los cambios de la importancia (PIB) de esas diferentes actividades, del tipo de explotación de los recursos del territorio (moderna, tradicional, intensiva, cultural, etc.), de los servicios ofrecidos basados en esos recursos (recreativos, culturales, educativos, productivos, etc.) y de su dependencia del funcionamiento ecológico del territorio. Asimismo se podrán estimar sus posibilidades de evolución futura en relación con las dinámicas de cambio global detectadas por los indicadores del apartado de ecosistemas:

1. Contribución al PIB de los diferentes tipos de actividades.

D. RECURSOS ENERGÉTICOS

Son una medida de la contribución de las diferentes actividades al cambio climático por emisiones asociadas a la producción de esa energía. Su evolución aportará información sobre la variación de los efectos ambientales del consumo de diferentes tipos de energía según las diferentes actividades.

1. Gasto energético de los diferentes tipos de actividades.
2. Proporción del origen de la energía (convencional/renovable) de los diferentes tipos de actividades.
3. Proporción de energía de origen local (leñas, otros aprovechamientos de biomasa) suministrada/utilizada por las poblaciones locales.

E. SECTOR TURISMO

El turismo es una actividad económica de gran importancia como instrumento de conservación de la naturaleza y de puesta en valor de recursos naturales carentes de otros mercados. Los indicadores propuestos aportan datos sobre las características del aprovechamiento turístico y recreativo de los recursos del territorio. El número de visitantes informa del atractivo turístico del PN. Su origen y duración de la estancia matizan el dato anterior e informan del esfuerzo que supone la visita. La época y actividades realizadas informan sobre la dependencia de los recursos y bienes del PN. La variación de todos ellos informará sobre los cambios en este atractivo y su relación con la variación de los parámetros monitorizados en el apartado de ecosistemas:

1. Número de turistas
2. Origen
3. Duración de la estancia
4. Época de la visita
5. Actividades realizadas.

F. RESIDUOS

Es una medida de la contribución de las diferentes actividades al cambio global por la producción de los distintos tipos de residuos asociados a ellas. Su evolución aportará información sobre la variación de los efectos ambientales de las diferentes actividades según sus producciones de residuos.

1. Volumen y tipología de emisiones gaseosas. Inventario de emisiones GEI.
2. Volumen y tipología de vertidos al agua.
3. Volumen y destino de RSU, residuos agrícola-ganaderos y residuos industriales.

G. RECURSOS FINANCIEROS

Proporciona información sobre la viabilidad de las actividades y la facilidad o dificultad con la que puedan mantenerse los valores, productos y servicios basados en ellas.

1. Cantidad y destino de subvenciones recibidas (internacionales, europeas, nacionales, autonómicas) según las distintas actividades.
2. Capitales asegurados y cantidad de primas pagadas según sector de actividad.

H. RIESGOS NATURALES

La variación de la frecuencia de los riesgos naturales es uno de los aspectos más nítidamente percibidos por la sociedad como una de las consecuencias del cambio global. Representan además un importante factor que limita el desarrollo de las condiciones de vida de las poblaciones; por sus efectos en la seguridad de las personas y de sus bienes, en las actividades económicas, en las infraestructuras, etc. Se propone el seguimiento de los riesgos referidos, que pueden ser considerados los más directamente relacionados con el cambio global. El estudio de su relación con los parámetros

medidos en el apartado de ecosistemas, sobre todo los relacionados con la dinámica edáfica (variaciones en el contenido de humus y nutrientes, incluyéndose el agua del suelo), el régimen de usos del suelo, la precipitación y humedad atmosférica, la temperatura del aire y el régimen de caudales y tiempos de concentración, puede aportar información útil sobre las relaciones entre ellos de cara a promover medidas de prevención, mitigación de efectos negativos y adaptación a las condiciones futuras.

1. Régimen de inundaciones.

Está directamente relacionado con la variación en el régimen de precipitaciones, los usos del suelo, su configuración espacial y las prácticas para su explotación y aprovechamiento.

2. Régimen de deslizamientos de laderas.

Como el anterior, está directamente relacionado con el régimen de precipitaciones, los usos del suelo, su configuración espacial y las prácticas para su explotación y aprovechamiento.

3. Régimen de incendios

Está muy condicionado por la tipología de las plantaciones y formaciones forestales y por su régimen de aprovechamiento, incluidas las prácticas forestales y las de otros aprovechamientos posibles, como los ganaderos, los recreativos o los residenciales.

I. SALUD HUMANA

La variación en la distribución de hábitat de vectores de enfermedades y los cambios de las condiciones ambientales provocados por los nuevos hábitos de vida (refrigeración, calefacción, tráfico, producción industrial) pueden modificar la incidencia en la salud humana de los sucesos siguientes, asociados a las transformaciones del cambio global:

1. Número de casos de enfermedades/defunciones asociadas a olas de calor y frío

El aumento de estos eventos extremos es una de las previsiones con una probabilidad más alta.

2. Número de casos de enfermedades/defunciones asociadas a contaminación atmosférica (alergenos naturales y contaminantes atmosféricos).

Su mayor incidencia está asociada a los modos actuales de vida y de uso de los recursos, en particular los energéticos, y a su uso futuro según los escenarios climáticos previstos.

3. Número de casos de enfermedades/defunciones por infecciones.

La variación de la distribución de los hábitat de los vectores de estas enfermedades es una de las previsiones más recurrentes del cambio climático.