



TERCER INFORME SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA

Síntesis dels capítols



**Generalitat
de Catalunya**



**Institut
d'Estudis
Catalans**

TERCER INFORME SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA

Síntesis dels capítols

Barcelona, 2016



**Generalitat
de Catalunya**



**Institut
d'Estudis
Catalans**

Hi ha una edició completa del *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* (Barcelona, 2016, ISBN 978-84-9965-317-4 [IEC] – ISBN 978-84-393-9448-8 [Generalitat de Catalunya]) publicada per l'Institut d'Estudis Catalans i la Generalitat de Catalunya, amb la col·laboració de la Fundació Bancària "la Caixa".

© 2016, els autors

D'aquesta edició:

© 2016, Institut d'Estudis Catalans
i Generalitat de Catalunya

Primera edició:
Barcelona, octubre de 2016

DL: B 25859-2016

Text revisat lingüísticament pel Servei de Correcció
Lingüística de l'Institut d'Estudis Catalans

Disseny gràfic i producció editorial:
Entitat Autònoma del Diari Oficial i de Publicacions



Aquesta obra és d'ús lliure, però està sotmesa a les condicions de la llicència pública de Creative Commons «Reconeixement-No Comercial»: es pot redistribuir, copiar i reutilitzar, sempre que se'n reconegui l'autoria i no hi hagi afany de lucre. Es pot trobar una còpia completa dels termes d'aquesta llicència a l'adreça:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/es/legalcode.ca>.

Sumari

1	El balanç global de carboni i els escenaris d'estabilització del canvi climàtic.....	6
2	Balanç de carboni: emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a Catalunya.....	6
3	Balanç de carboni: els embornals a Catalunya	7
4	Evolució recent de la temperatura, la precipitació i altres variables climàtiques a Catalunya.....	8
5	Projeccions climàtiques i escenaris de futur.....	9
6	Riscos d'origen climàtic.....	9
7	Recursos hidrològics.....	10
8	Sistemes costaners i dinàmica litoral.....	11
9	Ecosistemes terrestres.....	12
10	Ecosistemes aquàtics continentals.....	13
11	Ecosistemes marins i costaners.....	14
12	Sòls.....	15
13	Sistemes agroalimentaris: agricultura, ramaderia i pesca.....	16
14	Energia.....	17
15	Indústria.....	17
16	Turisme.....	18
17	Residus i recursos.....	19
18	Salut.....	20
19	Transport, mobilitat i logística.....	21
20	Territori i espai urbà.....	21
21	La interacció entre els sistemes naturals i els humans en les àrees més vulnerables al canvi climàtic: sistemes muntanyosos	22
22	Polítiques i instruments per a la mitigació i l'adaptació al canvi climàtic.....	22
23	Percepció i comunicació del coneixement sobre el canvi climàtic a Catalunya.....	23
24	La recerca sobre el canvi climàtic.....	24
	Epíleg jurídic: De Kyoto a París (COP21). Escenaris i reptes futurs en les polítiques internacionals de canvi climàtic.....	25

1 El balanç global de carboni i els escenaris d'estabilització del canvi climàtic

Autor

Josep Canadell Gili

Síntesi

Les emissions dels gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) més importants han comportat un increment atmosfèric del 40 % de diòxid de carboni (CO₂), del 150 % de metà (CH₄) i del 20 % d'òxid nítrós (N₂O) des de principi de la revolució industrial. Les emissions d'aquests gasos han continuat creixent des del *Segon informe del canvi climàtic a Catalunya*, tot i que les emissions de CO₂ han entrat en un període de creixement més lent del que es va observar durant el decenni del 2000.

Una altra novetat important des de l'últim informe ha estat la demostració que hi ha una relació quasi proporcional entre les emissions humanes acumulatives de CO₂ i l'augment de la temperatura global. Es tracta d'un descobriment important, que permet entendre la magnitud de la mitigació necessària per a assolir un objectiu d'estabilització climàtica sense haver d'esbrinar els efectes combinats dels més de trenta components que constitueixen el forçament radiatiu antropogènic. Basada en aquest marc d'interpretació, la quota d'emissions que resten per a limitar l'escalfament global per sota de 2 °C, amb una probabilitat > 66 %, és de 590 a 1.240 Gt CO₂. Si les emissions actuals de prop de 40 Gt CO₂ per any continuen, aquest balanç quedarà exhaurit entre quinze i trenta anys.

Totes les avaluacions socioeconòmiques i tècniques mostren que no és possible descarbonitzar

l'economia global amb aquests balanços de carboni tan petits. Aquest fet requereix que trajectòries d'estabilització climàtica a nivells d'escalfament baixos necessitin excedir la quota de carboni permesa amb el requeriment de remoure activament CO₂ de l'atmosfera més tard. Això comporta riscos addicionals, ja que moltes de les tecnologies per a remoure CO₂ de l'atmosfera no són disponibles o no han estat provades.

Tanmateix, hi ha signes positius: l'alentiment del creixement anual de les emissions de combustibles fòssils en els anys recents, la gran acceleració en la introducció de les energies renovables i, sobretot, la creació d'un marc polític molt adequat mitjançant l'Acord de París, amb un objectiu final d'assolir emissions zero netes durant la segona meitat d'aquest segle. Aquesta convergència de fets obre una oportunitat única, tot i que curta, per a decidir si ens volem embarcar en una transformació sense precedents dels sistemes energètic i socioeconòmic per a limitar l'escalfament global per sota de 2 °C.

2 Balanç de carboni: emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a Catalunya

Autor

José M. Baldasano Recio

Síntesi

D'ençà de la revolució industrial, les emissions de GEH han augmentat exponencialment. Entre el 1750 i el 2011, les emissions de CO₂ procedents dels combustibles fòssils i de la producció de ciment s'estimen en 1.370 Gt CO₂, i les procedents de la desforestació, en 660 Gt CO₂. L'emissió mitjana *per capita* és de 4,56 t CO₂ any⁻¹, i el sector energètic en representa el 67 %. Des del principi

de la industrialització ha existit una forta vinculació entre el creixement econòmic i les emissions de CO₂. A la Unió Europea (UE), els GEH es van reduir un 24,4 % del 1990 al 2014; únicament els causats pel transport van créixer d'una manera gradual. Les emissions de GEH a la UE-15 per al període de Kyoto van ser de 3.760 Mt CO₂ equiv., i el règim de comerç de drets d'emissió (EU ETS) n'abasta el 45 %. La UE s'encamina cap a la superació de l'objectiu per a l'any 2020 (20 %) de reduir les emissions de GEH un 24 %. A Espanya, les emissions per al període de Kyoto van ser de 358,4 Mt CO₂ equiv., a causa de la recessió econòmica i del canvi en la distribució de combustibles usats en la generació d'electricitat i l'ús de carbó. El CO₂ presenta la contribució més gran, amb valors del 80 al 85 %. Per sector d'activitat, destaca clarament el grup de l'energia (77 %).

Les emissions de Catalunya representen el 13,3 % del total de les emissions espanyoles per a l'any 2013, sent la població de Catalunya el 16 % de l'espanyola i el producte interior brut (PIB), el 19 %. S'ha passat de 39,2 Mt CO₂ equiv. l'any 1990 a 42,8 Mt CO₂ equiv. l'any 2013, cosa que representa un augment del 9,2 % a causa de la recessió econòmica i de la contracció de l'activitat socioeconòmica i energètica, per raons circumstancials i no per canvis estructurals. L'any 2013, Catalunya va tenir unes emissions per habitant de 5,7 t CO₂ equiv., i el CO₂ va ocupar una posició dominant amb un 77 %. El sector «processament d'energia» és el que genera més quantitat d'emissions (70 % l'any 2013), i l'activitat de combustió amb més emissions és el «transport», amb un augment del 9,7 % en el període 1990-2013 (que representa un 27,3 % el 2013). L'any 2012, el 30,8 % corresponen a les emissions de les instal·lacions sotmeses al comerç de drets d'emissió, i el 69,2 % restant són degudes als sectors difusos. La comparació de les dades d'emissió de GEH amb el PIB indica que aquest índex disminueix en el període 1990-2013; per a Catalunya, s'estima en 685 t CO₂ equiv./M€ per a l'any 1990 i en 217 per a l'any 2013, és a dir, una reducció del 70 %. Per a la UE-28, aquesta ràtio se situa en un valor de 360 l'any 2012.

Per a la UE-15, el Protocol de Kyoto implicava reduir un 8 % les emissions de GEH durant el període 2008-2012, però la reducció mitjana va ser d'11,8 % per sota de l'any base. Per a Espanya, el compromís era no superar un augment del 15 %, però l'ha sobrepassat en 8,7 punts. En el cas de Catalunya, les emissions totals representen un 1,3 % per sobre del 15 %, i la mitjana d'emissions difuses per al període 2008-2012 va ser de 30,6 Mt CO₂ equiv., cosa que significa, des d'aquesta perspectiva, que compleix amb el compromís del Protocol de Kyoto.

L'evolució de les emissions de GEH a Catalunya es deu, principalment, a la dinàmica del cicle econòmic i no pas a una política de reducció. Tot i que hi ha hagut esforços de reducció, caldria que augmentessin d'una manera decidida. Com a mínim, les accions indicades per la UE per a l'any 2030.

3 Balanç de carboni: els embornals a Catalunya

Autors

Jordi Vayreda
Javier Retana
Robert Savé
Inmaculada Funes

Maria Teresa Sebastià
Eva Calvo
Jordi Catalan
Meritxell Batalla

Síntesi

En aquest capítol es determinen els estocs i els embornals de carboni (C) dels diferents sistemes terrestres i marins. El bosc és el sistema terrestre que manté en estoc més quantitat de carboni per hectàrea, 149,5 Mg C ha⁻¹ (en una proporció vegetació/sòl [v:s] de 60:100). Els prats ocupen la segona posició, amb 121,4 Mg C ha⁻¹ (v:s d'11:100), i a continuació trobem els conreus llenyosos i els matollars, amb 104,0 Mg C ha⁻¹ (v:s de 12:100) i 112,1 Mg C ha⁻¹ (v:s de 15:100), respectivament. En la darrera posició, hi ha els conreus herbacis, amb 100,8 Mg C ha⁻¹ (v:s d'1:100). La mar catalana ha anat augmentant

l'estoc de carboni des del 1750 fins al 2001, amb un còmput acumulat de 12 Mg C ha^{-1} . Les praderies de fanerògames, que acumulen 330 Mg C ha^{-1} (en una proporció planta/sediment de 4:100) són molt destacables. Les aigües continentals mantenen $47,9 \text{ Mg C ha}^{-1}$, però una part molt elevada és carboni inorgànic dissolt del sistema carbònic-carbonats, que es calcula que pot ser trenta vegades superior al carboni orgànic.

En termes absoluts, és a dir, extrapolant-ho a la superfície que ocupa cada sistema, el que manté més estoc de carboni és el bosc, amb 173 Tg , seguit a força distància pels conreus, amb 98 Tg , i la mar catalana, amb 92 Tg . En les darreres posicions hi ha els matollars, amb 60 Tg , els prats i les pastures, amb 21 Tg , i, finalment, les aigües continentals, amb només $0,33 \text{ Tg}$. En el cas dels conreus, els prats i les pastures, el principal contribuent és el sòl. En el cas de la mar catalana, el carboni es troba, sobretot, a l'aigua.

Pel que fa al segrest mitjà de carboni, els sediments de les aigües continentals són, clarament, els que més quantitat de carboni segresten per unitat de superfície, $7 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$, un valor set vegades superior al dels boscos, $1 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$, que, al seu torn, dupliquen la capacitat dels conreus llenyosos, $0,4 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$.

Quan s'expressa en valor absolut, el bosc és, amb diferència, el principal embornal de carboni, amb $1,3 \text{ Tg C any}^{-1}$. En canvi, els sediments de les aigües continentals passen a darrer terme, amb $0,12 \text{ Tg C any}^{-1}$, però amb valors molt semblants als dels conreus de llenyoses, amb $0,14 \text{ Tg C any}^{-1}$. Pel que fa a la resta de compartiments i sistemes, s'assumeix que o bé la capacitat d'embornal és lleugerament positiva però propera a zero, com en el cas dels matollars i els prats, o bé és totalment neutra, com en el cas dels conreus d'herbàcies. Malauradament, per als sòls i els sistemes marins encara no hi ha estudis de prou abast que permetin estimar d'una manera fiable quina és la capacitat d'embornal.

4 Evolució recent de la temperatura, la precipitació i altres variables climàtiques a Catalunya

Autors

Javier Martín-Vide
Marc Prohom Duran
Montserrat Busto

Col·laboradors

Josep Pascual Massaguier
Jordi Camins

Síntesi

En aquest capítol s'analitza l'evolució de la temperatura mitjana, de les temperatures mitjanes de les màximes i de les mínimes, i de la precipitació, a partir de sèries tèrmiques, prèviament homogeneïtzades, de vint-i-quatre punts d'observació, i pluviomètriques, també homogeneïtzades, de seixanta-vuit observatoris, del període 1950-2014 i a escala anual i estacional. S'hi ha afegit la informació i l'anàlisi d'altres variables climàtiques afins (com ara l'evaporació, la insolació, el nombre de dies de neu i de tempesta, els extrems climàtics, la temperatura de les aigües marines, l'estat de les masses de gel, etc.). A més, els observatoris de l'Ebre i Fabra i la sèrie plurisecular de Barcelona hi han aportat més cobertura temporal, cosa que permet una anàlisi amb perspectiva secular. El resultat més clar és l'increment de la temperatura mitjana anual de l'aire de $+0,23 \text{ °C/decenni}$, per al conjunt de Catalunya i per al període 1950-2014, amb un ritme d'augment de la mitjana de la temperatura màxima anual de $+0,28 \text{ °C/decenni}$, superior al corresponent a la mínima, de $+0,17 \text{ °C/decenni}$. Estacionalment, l'increment de la temperatura mitjana té una tendència més marcada, de $+0,33 \text{ °C/decenni}$, a l'estiu. En contrast, la precipitació mitjana anual no mostra cap variació estadísticament significativa al conjunt del país. D'altra banda, en coherència amb l'augment de la temperatura, s'ha produït un increment estadísticament significatiu dels dies que tèrmicament es poden considerar

d'estiu, les nits i els dies càlids, així com de la temperatura de l'aigua del mar a la Costa Brava, mentre que disminueixen amb significació estadística els dies i nits freds, i els dies de neu. Les recomanacions més importants són el manteniment d'una xarxa d'observació meteorològica amb una densitat espacial adequada, per tal de disposar de sèries climàtiques homogènies i de qualitat, i la millora en la difusió i la comunicació de la informació sobre l'evolució del clima a la població en general i als sectors econòmics més sensibles.

5 Projeccions climàtiques i escenaris de futur

Autors

Josep Calbó Angrill	Francisco Doblas-Reyes
María Gonçalves Ageitos	Virginie Guemas
Antoni Barrera Escoda	Jordi Cunillera
Javier García-Serrano	Vicent Altava Ortiz

Síntesi

Aquest capítol del TICCC presenta les projeccions climàtiques per a Catalunya, és a dir, proposa diverses estimacions de canvis en temperatura i precipitació, en un horitzó temporal que va fins a mitjan segle XXI. Amb aquesta finalitat, s'han analitzat, per a la zona geogràfica de Catalunya, els resultats de models climàtics globals inclosos en el recent *Informe d'avaluació* de l'IPCC; però, molt especialment, s'han considerat els resultats de diversos projectes de regionalització que s'han dut a terme, recentment, a escala internacional, estatal i catalana. També s'han tingut en compte, per al futur més immediat, les sortides de les prediccions decennals efectuades amb diversos models globals.

Les projeccions analitzades donen com a resultat un senyal molt robust d'augment de temperatura, a Catalunya, per als pròxims decennis. Aquest augment es manifesta en tots els horitzons temporals, en totes les estacions de l'any i en totes

les àrees geogràfiques/climàtiques de Catalunya. Considerant com a representativa la mediana dels diferents valors proporcionats pels diferents projectes de regionalització, l'augment de temperatura podria ser de +0,8 °C en el decenni present, i arribaria a +1,4 °C a mitjan segle XXI, sempre respecte a la mitjana del període 1971-2000. Els increments podrien ser més elevats durant l'estiu i al Pirineu. La precipitació sembla apuntar cap a una disminució, però amb una tendència més incerta. D'aquesta manera, el canvi seria molt poc significatiu per al decenni present. Cap a mitjan segle XXI, en canvi, el descens de la precipitació seria més marcat, amb medianes de la distribució dels valors particulars donats per cada projecció regional properes al -10 % a la primavera, l'estiu i la tardor. Amb relació a aquesta variable, la regionalització de les simulacions climàtiques és crucial en àrees com Catalunya, ja que l'orografia complexa i la interacció mar-terra queden mal representades en els models globals. En aquest treball s'han emprat, majoritàriament, escenaris d'emissions «moderats» (l'A1B i l'RCP4.5) i, per tant, els valors de canvi futur podrien ser lleugerament superiors als que se sintetitzen aquí, en cas que l'escenari que se seguís en fos un de més «alt» pel que fa a les emissions (l'RCP6 o l'RCP8.5). Tot i això, l'efecte addicional d'un escenari més intensiu en emissions no es produiria d'una manera clara fins a la segona meitat de segle.

6 Riscos d'origen climàtic

Autors

Maria del Carme Llasat	Carles García Sellés
Botija	Pere Quintana Seguí
Jordi Corominas	Marco Turco

Síntesi

Aquest capítol se centra en els avançaments produïts des del *Segon informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* (SICCC) en el camp del coneixement de l'evolució dels principals riscos naturals

d'origen meteorològic. Els estudis coincideixen a assenyalar un augment de les temperatures extremes, les onades de calor, les nits tropicals, les nits i els dies càlids i la durada de les ratxes càlides. Aquest augment és i continuarà essent més elevat a l'estiu i a les zones de muntanya. Dels extrems pluviomètrics, tan sols es detecta una tendència significativa en l'augment de la precipitació per dia de pluja, en la precipitació de caràcter convectiu i en la duració de les ratxes seques, i és molt probable que aquestes tendències s'agreugin en el futur. Aquests canvis són especialment notables a l'estiu. És possible que l'augment lleuger de les inundacions detectat principalment a l'estiu sigui conseqüència de l'augment de l'exposició i de la vulnerabilitat, però no es pot descartar completament un augment possible de les pluges d'intensitat elevada molt curtes i locals. Amb vista al futur, els escenaris no són concloents, però el possible augment de les precipitacions torrencials comportaria un increment del risc d'inundació. Hi ha indicis que la sequera podria estar augmentant en freqüència i en durada. L'augment de la temperatura estimula l'evapotranspiració; el mantell de neu disminueix i el desglaç s'avança. Això, juntament amb la reforestació de les capçaleres de moltes conques, causa una disminució dels cabals. Aquestes tendències continuaran en el futur i es veuran agreujades per la disminució de la precipitació. Així, doncs, les sequeres meteorològiques, hidrològiques i agrícoles seran més freqüents i duradores al llarg del segle XXI, i afectaran els recursos hídrics, la qualitat de l'aigua, els ecosistemes i els incendis. En els darrers quaranta anys (1970-2010) els incendis a Catalunya mostren una tendència decreixent. La modelització indica que, si no haguéssim dut a terme millores en la gestió i la prevenció d'incendis, l'escalfament del clima hauria comportat una tendència positiva en el nombre d'incendis. Els escenaris de futur apunten cap a un augment en el nombre d'incendis si no s'introdueixen noves millores en el maneig del foc.

Pel que fa als riscos geològics d'origen meteorològic, l'interès dels experts i els cercadors electrònics han facilitat l'inventari d'esllavissades i de

despreniments rocosos, cosa que ha comportat la superació de la dificultat de treballar amb fenòmens dispersos pel territori. L'augment de la qualitat i la resolució de les observacions ha permès detectar un nombre elevat de casos de caràcter local, sovint amb una freqüència anual, i rebaixar lleugerament els llindars de pluja que els desencadenen. No s'han detectat canvis evidents en el comportament dels grans esllavissaments, més sensibles a la pluja estacional. S'ha observat una tendència temporal positiva anual en l'activitat de grans allaus, estadísticament significativa, des del decenni del 1970 fins al present. Respecte a la tipologia, s'ha enregistrat un augment de la magnitud i dels episodis d'allaus de neu humida, tot i que no hi ha prou dades per a parlar de tendències. En aquest sentit, destaquen els cicles de grans allaus humides a causa de la pluja dels últims hiverns, 2013-2014 i 2014-2015. En els darrers quaranta anys, al conjunt del Pirineu s'ha observat una correlació negativa, estadísticament significativa, entre l'ocurrència de cicles de grans allaus i l'índex de l'oscil·lació de l'Atlàntic Nord (NAO). Respecte a l'evolució de la sinistralitat per allaus des del darrer informe (SICCC, 2010), s'ha incrementat la mitjana anual d'accidents i de ferits; contràriament, el nombre de morts ha disminuït, probablement per un augment en l'ús de les mesures d'autoprotecció i la conscienciació.

7 Recursos hidrològics

Autors

Josep Mas-Pla
Ramon J. Batalla
Àngels Cabello
Francesc Gallart
Pilar Llorens
Diana Pascual

Eduard Pla
Laurent Pouget
Anabel Sánchez
Montserrat Termes
Laura Vergonyós

Síntesi

Els efectes del canvi climàtic en la disponibilitat de recursos hídrics a Catalunya constitueixen un dels

impactes clau per al desenvolupament del país durant els decennis vinents. La importància de l'aigua en les necessitats humanes i en el manteniment dels ecosistemes converteix els recursos hídrics en un dels components més rellevants pel que fa a la sostenibilitat territorial. Diferents estudis i projectes realitzats a Catalunya en els darrers anys determinen que els canvis en els processos hidrològics són el resultat tant de les variacions climàtiques com d'efectes antròpics i, entre d'altres, del canvi d'usos del sòl. Tots aquests estudis, amb diferents metodologies i perspectives (hidrològiques, ecològiques i socioeconòmiques), coincideixen a l'hora de pronosticar un escenari d'escassetat hídrica que requereix mesures d'adaptació.

Aquest capítol presenta, complementàriament, unes cartografies de l'efecte de les projeccions climàtiques en els recursos hídrics, conceptualment anomenats *aigua blava*, realitzades per al conjunt de subconques de Catalunya. Aquestes aproximacions, les quals tenen relació amb les variacions de temperatura i de precipitacions estimades per als horitzons del 2021 i del 2051 i amb la distribució actual dels usos del sòl a cada subconca, assenyalen reduccions importants de la disponibilitat dels recursos hídrics, amb una zonació marcada. A grans trets, indiquen una reducció mitjana propera al 10 % a les conques pirinenques i un màxim del 22 % a les conques litorals al 2051. Aquesta reducció es manifestarà a curt termini dins dels horitzons que han estat tinguts en compte.

En aquest procés d'adaptació, cal destacar el paper de les capçaleres pirinenques com a àrees fonamentals d'abastament. Per a afrontar l'escassetat dels recursos hídrics caldrà promoure una gestió integrada del territori que tingui en compte un replantejament de les infraestructures, de les connexions, de l'ús de recursos alternatius i de la distribució territorial dels recursos per a les diferents necessitats.

8 Sistemes costaners i dinàmica litoral

Autors

Agustín Sánchez-Arcilla
Vicente Gracia
Joan Pau Sierra

Manel García-León
César Mösso

Síntesi

Aquest capítol tracta de la projecció dels impactes de climes futurs per a trams vulnerables de la costa catalana. Al començament, s'hi revisa la geodiversitat de la costa en termes meteorològics i geològics. El ventall d'impactes que en resulta (sota climes presents i futurs) presenta uns nivells d'incertesa que s'han de considerar per a poder prendre decisions. L'anàlisi es basa en les projeccions del nivell mitjà del mar i en les característiques de l'onatge per a les famílies d'escenaris RCP (trajectòries de concentracions representatives). La projecció dels impactes d'erosió i inundació per a platges i d'agitació i ultrapassament per a ports permet determinar quin és el domini costaner sotmès a aquests impactes, i també quins seran els nivells de risc que es poden esperar en platges i ports. Les conclusions del capítol s'estructuren com un seguit d'actuacions seqüencials per a afavorir la sostenibilitat de la costa. Aquest «camí d'adaptació» permetrà d'assolir uns nivells de riscos presents i futurs explícits, que han de ser considerats per a les activitats socioeconòmiques de la zona litoral.

9 Ecosistemes terrestres

Autors

Josep Peñuelas	Ander Achotegui-Castells
Jordi Sardans	Albert Gargallo-Garriga
Iolanda Filella	Dominik Sperlich
Marc Estiarte	Gerard Farré-Armengol
Joan Llusà	Marcos Fernández-Martínez
Romà Ogaya	Daijun Liu
Jofre Carnicer	Chao Zhang
Mireia Bartrons	Ifigenia Urbina
Albert Rivas-Ubach	Marta Camino
Oriol Grau	Andreu Ubach
Guille Peguero	Megan Popkin
Olga Margalef	Jennifer Albrand
Sergi Pla	Chris Wheat
Constantí Stefanescu	Daniel Nadal
Dolores Asensio	Santi Sabaté
Catherine Preece	Carles Gracia
Lei Liu	Maria Vives
Aleixandre Verger	Melodia Tamayo
Laura Rico	Jaume Terradas
Adrià Barbeta	

Síntesi

El canvi climàtic produeix, i molt probablement seguirà produint, un augment de la temperatura i de la sequera al nostre país (IPCC, 2013). Si la combinació del canvi climàtic, de les perturbacions associades (per exemple, inundacions, sequeres, incendis forestals, etc.) i de les modificacions en els altres components que formen part del canvi global (sobretot les variacions de l'ús del sòl, la contaminació i la sobreexplotació dels recursos) continuen com fins ara, és probable que superin la resiliència de molts ecosistemes (IPCC, 2014) i n'alterin l'estructura i el funcionament (Peñuelas *et al.*, 2013), i això comprometrà els serveis que actualment proporcionen (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En l'impacte del canvi climàtic, objecte d'aquest informe, influeixen les interaccions amb aquestes altres pressions i les mesures de gestió que s'adoptin.

A Catalunya, com arreu del planeta, s'han descrit nombroses evidències observacionals i experimentals del lligam que existeix entre el canvi climàtic i els

processos biològics i fisicoquímics dels ecosistemes. L'augment de temperatures, les noves pautes de precipitacions i altres canvis climàtics ja afecten els nostres ecosistemes i, també, les nostres societats. Per exemple, és ben sabut que l'inici de la primavera s'ha avançat i l'arribada de l'hivern s'ha endarrerit, motiu pel qual el període vegetatiu s'ha perllongat uns tres o quatre dies de mitjana cada decenni en els darrers cinquanta anys.

S'ha comprovat, tant en estudis observacionals duts a terme durant els darrers decennis com en estudis experimentals d'escalfament i de sequera, que algunes espècies són més vulnerables a aquests canvis que d'altres, cosa que fa que se n'alteri l'habilitat competitiva i, en darrer terme, que canviï la composició de les comunitats i que hi hagi desplaçaments en la distribució de les espècies, com ara la migració d'espècies mediterrànies a cotes més elevades en les muntanyes del país o la disminució del nombre d'espècies en els nostres matollars. En els casos més extrems, les poblacions d'algunes espècies perillan a causa de la sinergia entre l'estrès produït pel canvi climàtic, que converteix en inadequats els hàbitats on vivien, i els canvis en els usos del sòl, com ara la fragmentació del territori, que en dificulta la migració cap a hàbitats amb condicions adients perquè puguin sobreviure.

Paral·lelament a aquests canvis estructurals, s'han descrit canvis funcionals dels ecosistemes a conseqüència de l'escalfament del planeta, com ara la disminució de l'absorció de CO₂ en períodes de sequera o un augment de la pèrdua de nutrients per la lixiviació després de les pluges. També s'han pogut observar altres alteracions a conseqüència del canvi climàtic, com ara assecades més freqüents dels boscos, un risc més alt d'incendi o l'increment de les emissions de compostos orgànics volàtils biogènics.

Aquests canvis afecten i afectaran els múltiples serveis ecosistèmics productius (el subministrament de béns naturals renovables com ara pastures, aliments o medicines, o de productes de consum com ara fusta, caça o bolets), ambientals (el manteniment de la biodiversitat, la regulació de la composició atmosfèrica i del clima, la conservació del sòl i de l'aigua, o l'emmagatzematge de car-

boni) i socials (usos recreatius, educatius i de lleure, valors tradicionals culturals, o el turisme i l'excursionisme). Un dels serveis que són prioritaris actualment pel que fa a les polítiques ambientals és el que es troba lligat al balanç del carboni, ja que el canvi climàtic i altres factors relatius al canvi global alteraran l'emmagatzematge de carboni als boscos, per bé que la magnitud i la direcció del canvi no són encara clars.

En els pròxims anys, i per a pal·liar tant els efectes del canvi climàtic com l'augment del CO₂ atmosfèric que l'origina, les polítiques de reforestació de les zones pertorbades i de gestió de l'aforestació (colonització pel bosc) d'espais agrícoles abandonats haurien de tenir en compte les condicions climàtiques més àrides previstes per als pròxims anys i decennis. Hi destaca la minva de la disponibilitat hídrica a conseqüència tant de la disminució de les precipitacions i/o de l'augment de l'evapotranspiració potencial, com de l'increment de la demanda d'uns ecosistemes més fertilitzats per l'acció humana i d'una població en augment. La gestió dels espais forestals i dels naturals, en general, ha d'incorporar l'escala de paisatge en la qual s'inclogui una planificació a gran escala que tingui en compte la combinació d'espais de tipus divers així com el seu ús múltiple i l'efecte de les pertorbacions, com, per exemple, els incendis forestals.

10 Ecosistemes aquàtics continentals

Autors

Sergi Sabater	Stéphanie Gascón
Vicenç Acuña	Rafael Marcé
Ramon J. Batalla	Eugènia Martí
Carles Borrego	Margarita Menéndez
Andrea Butturini	Isabel Muñoz
Marisol Felip	Xavier Quintana
Emili García-Berthou	Francesc Sabater

Síntesi

Els sistemes aquàtics continentals inclouen rius, estanys (o llacs), llacunes (o estanyols) i embas-

saments com a masses d'aigua superficials. Aquests sistemes recullen tant les influències climàtiques com les que són fruit de l'activitat humana que es desenvolupa a la conca, de les quals les dinàmiques hidrològica, sedimentària, biogeoquímica i biològica són receptores directes. El canvi climàtic afecta la quantitat i la freqüència de les pluges i l'evapotranspiració que s'efectua a la conca, amb efectes directes en la magnitud i la freqüència dels patrons hidrològics. S'estima que el canvi climàtic pot ser el detonant de l'augment de la freqüència d'esdeveniments extrems i transitoris (com ara les sequeres i les avingudes) a les regions amb clima mediterrani, i de l'augment de la raresa de les condicions hidrològiques basals: els sistemes funcionaran cada vegada més en règim episòdic, mentre que els canvis progressius i estacionals seran més difusos. L'increment anòmal de la temperatura pot ser la causa de la disminució de la coberta del gel en els estanys pirinencs, de l'avançament i la prolongació del període d'estratificació de les masses d'aigua lacustres, i de l'increment de la temperatura de l'aigua fluvial, amb implicacions biogeoquímiques i per a la biodiversitat.

L'augment de la freqüència d'aquests episodis extrems té implicacions múltiples per als ecosistemes. D'una banda, les crescudes afavoreixen el pas ràpid de l'aigua i dels materials, cosa que comporta pics puntuals de més productivitat als ecosistemes receptors (com ara els estanys i els embassaments, les zones al·luvials i deltaïques i les zones costaneres); de l'altra, les sequeres fragmenten el continu fluvial o bé disminueixen dràsticament la durada del període d'inundació de les masses estagnants temporànies. Durant els períodes de cabal baix, que es preveu que seran més extensos a conseqüència del canvi climàtic, el temps de residència de l'aigua al sistema s'allargarà considerablement. Això té implicacions biogeoquímiques molt rellevants, amb la prevalença de processos anaeròbics que produeixen gasos amb efecte d'hivernacle, com ara l'òxid nítrós, fruit de la desnitrificació, o el metà. També s'espera que s'afavoreixi la respiració de la matèria orgànica respecte de la producció de nova biomassa, fet que entenem com un afavoriment progressiu de l'heterotròfia.

La biodiversitat dels sistemes aquàtics continentals pot ser afectada pel canvi climàtic. Els ecosistemes aquàtics mediterranis presenten una diversitat elevada de fauna i flora, i per bé que la biota s'ha adaptat als canvis hidrològics extrems, l'increment d'aquests pot posar-la al límit de la capacitat de resiliència. Això pot empitjorar les condicions vitals dels organismes i, a mitjà termini, deixar nínxols buits i exposats a la invasió per espècies no natives. En pot resultar l'homogeneïtzació de les comunitats i la disminució del nombre d'espècies endèmiques, ara per ara molt més abundants que en moltes altres regions climàtiques.

L'acció humana directa pot tenir un efecte sinèrgic en les conseqüències potencials del canvi climàtic. La capacitat de retenció de nutrients dels rius (el procés d'autodepuració) disminueix quan se n'incrementa la concentració, ja que el sistema se sobreesatura de nutrients. Les entrades contínues procedents de les depuradores d'aigües residuals contribueixen a un excés de nutrients, fet que augmenta en condicions de cabal baix. La derivació i la regulació (per mitjà de canals, preses i embassaments), o el confinament de les masses d'aigua, interfereixen en les dinàmiques hidrològiques i sedimentàries dels ecosistemes respectius, compliquen la interpretació de l'efecte del canvi climàtic i, fins i tot, posen en segon pla l'efecte que el canvi climàtic exerceix sobre aquests ecosistemes. Es tracta de l'anomenat *canvi global*, el qual inclou tant els efectes del canvi climàtic com les alteracions que l'home realitza a escales temporals i espacials diferents.

11 Ecosistemes marins i costaners

Autors

Carles Pelejero
Joandomènec Ros
Rafel Simó

Síntesi

La Mediterrània és una mar semitancada i que pateix una gran pressió a causa de l'activitat humana vora la costa, dos aspectes que la fan especialment vulnerable al canvi climàtic. Les observacions pluridecennals mostren que la mar catalana s'està escalfant a una velocitat de 0,3°C per decenni i que el nivell del mar augmenta gairebé quatre centímetres per decenni, i els models apunten que gairebé la meitat d'aquests canvis han estat causats per l'escalfament global d'origen antropogènic. Aquests canvis progressius, juntament amb episodis puntuals de sobreescalfament a l'estiu o amb un augment de les tempestes de tardor, tenen efectes en els ecosistemes marins. Les comunitats de coral·ligen dels fons litorals, formades sobretot per organismes sèssils i de creixement lent, experimenten episodis de mortaldats massives dels quals els costa molt recuperar-se. L'extensió dels alguers de *Posidonia* és sensible a la temperatura i a les variacions del nivell del mar. A l'ecosistema pelàgic, els models preveuen un increment de la producció primària bruta del fitoplàncton que no es veu reflectida en un augment de la productivitat planctònica neta perquè també s'incrementa la respiració. Tant entre els organismes sèssils com en els que es poden moure (vàgils), s'observa un desplaçament cap al nord d'algunes espècies habituals al litoral català, mentre que la presència d'espècies termòfiles vingudes de més al sud augmenta. Els hiverns suaus, la poca pluviositat i els estius càlids afavoreixen els eixams de meduses a les platges. A més, algunes algues tòxiques es poden veure afavorides per aigües més càlides i més estratificades. Alguns d'aquests canvis constitueixen amenaces per als

serveis de què els ecosistemes marins proveeixen la societat: referents culturals, recursos econòmics directes (turisme i pesca), protecció pel que fa a l'erosió, la captura i l'emmagatzemament de CO₂ atmosfèric, o l'aprofitament farmacèutic i industrial de la riquesa genètica i metabòlica. Malauradament, els agents climàtics actuen sinèrgicament i en la mateixa direcció que molts altres agents antròpics. Recomanem, doncs, que els esforços de mitigació de l'escalfament global vagin acompanyats d'esforços de millora i de regulació d'activitats d'impacte ambiental com ho són algunes arts de pesca, la pol·lució, l'explotació recreativa o la construcció. Es fa imprescindible, també, dissenyar i aplicar estratègies d'inversió en recerca i monitoratge i en protecció d'hàbitats singulars.

12 Sòls

Autors

Josep M. Alcañiz
Baldellou
Jaume Boixadera i Llobet

Maria Teresa Felipó Oriol
Josep Oriol Ortiz i Perpiñà
Rosa M. Poch Claret

Síntesi

S'analitzen els efectes del canvi climàtic en el sòl i la contribució del sol en les emissions, entre altres aspectes. Les previsions de canvi climàtic a Catalunya impliquen un augment de l'energia que incideix en el sòl, que es destina, en part, al manteniment de la vida (i a l'emissió de GEH) i, en part, al manteniment de les reserves de carboni orgànic del sòl. Els canvis d'usos del sòl, també relacionats amb el canvi climàtic, tenen un pes més gran que el canvi climàtic mateix en les emissions de GEH del sòl i, per tant, s'han de tenir molt en compte en les polítiques de mitigació. En cultius de secà, les emissions són més baixes quan s'adopta un conreu de conservació, però en sòls de regadiu són més difícils de preveure.

La combinació dels factors climàtics i de la vegetació i l'evolució causada pel canvi climàtic continuen indicant una tendència cap a l'augment de l'aride-

sa i, en conseqüència, de l'erosió, que es podria atenuar mitjançant pràctiques adients de conservació de sòls. L'augment de l'evapotranspiració potencial a causa del canvi climàtic farà disminuir la disponibilitat d'aigua als sòls. En les àrees de regadiu, caldrà una dotació més gran d'aigua per al reg i preveure fraccions de rentatge per tal d'evitar l'acumulació de sals. D'altra banda, l'augment de la temperatura podria permetre desplaçar activitats agrícoles cap a zones de més altitud, que a Catalunya també són les que tenen més risc d'erosió del sòl, perquè estan situades en zones de més pendent. Per tant, caldria implementar, amb criteris tècnics, una combinació de mesures de conreu de conservació i d'abancalaments.

Les reserves mitjanes de carboni orgànic dels sòls agrícoles de la Catalunya mediterrània i semiàrida són de 100 Mg ha⁻¹ (fins a 1 m de fondària). Per a poder estimar amb més precisió la capacitat de segrest de carboni dels sòls de tot el territori català, caldria processar les dades disponibles i integrar-les en models globals. Les previsions de canvi climàtic indiquen que els nostres sòls experimentaran una pèrdua lenta de matèria orgànica per mineralització durant els propers decennis. Per a compensar-la, l'ús de la dosi adequada de restes de collita i d'adobs orgànics de qualitat en sòls agrícoles, o d'esmenes orgàniques en la rehabilitació d'espais degradats, pot contribuir a mantenir el reservori de carboni orgànic al sòl. També és previsible, pel canvi climàtic, una certa pèrdua de biodiversitat edàfica a mitjà o a llarg termini, però més petita que la causada per canvis d'usos i altres activitats humanes.

Les millores introduïdes en la gestió de residus orgànics en faciliten la valorització al sòl, important per al manteniment de la qualitat ambiental. Per a minimitzar les emissions de N₂O i NO, i les pèrdues de qualitat del sòl, cal aplicar els fertilitzants en la dosi i de la manera adequades. L'aplicació de biocarbó (*biochar*) és una opció de mitigació dels efectes del canvi climàtic que cal considerar. S'hauria d'incloure el processat per piròlisi de biomassa de residus als plans d'energia i fer una estimació molt prudent de la capacitat de recepció de biocarbó dels sòls de Catalunya.

El marc normatiu existent no és el més adequat per a la protecció del sòl ni per al paper que ha de jugar en la lluita contra el canvi climàtic. Manca informació sobre el sòl i sobre les mesures més adequades per a la protecció i, de retruc, per a l'adaptació i/o la lluita contra el canvi climàtic. Mantenir la qualitat dels sòls és la millor recomanació perquè els agroecosistemes contribueixin a mitigar els efectes del canvi climàtic. Per tant, accions sobre els usos i el maneig dels sòls són les eines més eficaces de mitigació.

13 Sistemes agroalimentaris: agricultura, ramaderia i pesca

Autors

Maria Teresa Sebastià
Josefina Plaixats
Jaume Lloveras
Joan Girona
Nuno Caiola
Robert Savé

Col·laboradora

Rosa Llurba

Síntesi

El sector agropecuari català és plenament conscient del canvi climàtic i del canvi global, i ja fa temps que ha iniciat polítiques i actuacions de mitigació i d'adaptació a aquests canvis. Parteix de l'adaptació de l'agronomia basada en el coneixement científic per a adequar els mètodes i els sistemes de producció a les noves condicions ambientals i assegurar el manteniment quantitatiu i qualitatiu de la producció, tenint sempre en compte el context socioeconòmic, ambiental i cultural en què es projecten.

En els darrers temps s'observa un augment de la consciència dels productors i dels consumidors de productes agroalimentaris respecte a l'existència i als efectes del canvi climàtic. Això explica la intensificació tecnificada i l'agricultura de precisió que, amb campanyes de consum responsable,

han tingut un gran èxit (per mitjà dels productes de kilòmetre zero o de proximitat).

L'agricultura té dos reptes importants: l'ús de l'aigua i la gestió del nitrogen. L'agricultura de regadiu ofereix uns beneficis més elevats que la de secà en termes productius i econòmics. En aquest sentit, la millora de l'eficiència en l'ús de l'aigua (és a dir, l'increment del producte obtingut per cada gota d'aigua utilitzada) és clau per a la sostenibilitat respecte al canvi climàtic. L'agricultura de secà, que representa el percentatge més important del sòl agrícola català, presenta més risc i, per a mantenir les funcions productives, haurà d'escollir les espècies i les varietats més resistents a la sequera i fer més ús de les estratègies de gestió, com ara la rotació de conreus, el guaret o la pràctica d'altres sistemes de cultiu (com, per exemple, la conservació, la producció ecològica, la producció integrada i l'agricultura de precisió).

En l'agricultura, la gestió dels adobs nitrogenats és un factor bàsic per a la producció vegetal. Cal, però, fer-ne un ús més eficient i reduir les emissions de compostos de nitrogen i l'efecte en l'eutrofització de les aigües superficials i subterrànies. En aquest sentit, cal afinar la relació adob-reg-sòl i el maneig dels nutrients al camp.

Pel que fa a la ramaderia, la intensitat i la quantitat d'emissions varien segons les espècies i els sistemes de producció. Així, doncs, és essencial millorar les pràctiques de gestió del bestiar i de les dejeccions per a augmentar l'eficiència de producció i reduir les emissions. La ramaderia de precisió i l'aplicació de noves tecnologies com ara la nutrigènica poden contribuir al manteniment de la producció i, alhora, a la mitigació del canvi climàtic.

Atesa la importància global, els ecosistemes marins costaners són un punt important de preocupació amb relació als impactes del canvi climàtic. A causa de la importància econòmica i social, la pesca costanera està fortament arrelada a Catalunya. La gestió d'aquesta activitat s'ha de fer amb criteris de sostenibilitat i ha de tenir en compte els efectes del canvi climàtic (com ara l'escalfament global i l'acidificació del medi marí).

14 Energia

Autors

Ramon Garriga
Josep Maria Serena

Síntesi

Amb l'objectiu de donar continuïtat al *Segon informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* (SICCC), en primer lloc es posen al dia les dades de producció i de consum d'energia a Catalunya durant els darrers anys, així com les corresponents emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH). No es mostren dades tan detallades com les del SICCC per a no repetir conceptes i perquè la influència de la forta crisi econòmica dels anys objecte d'aquest TERCER INFORME SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA (TICCC) en totes les dades és tan forta que costa veure amb claredat quines millores són causades per les mesures correctores empreses i quines són conseqüència de la crisi. Tot i això, es comparen les previsions amb la realitat, així com la correspondència entre les mesures adoptades i les que la Unió Europea (UE) recomana, sense perdre mai de vista l'enorme influència que l'ús de l'energia té en les emissions de GEH, ja que representen almenys el 75 % del total.

A conseqüència de les comparacions que abans hem esmentat, s'analitzen les mesures que cal implementar els propers anys per a alinear Catalunya amb les polítiques energètiques i de reducció d'emissions de la UE que són, d'altra banda, les més avançades en el context mundial actual. Per reforçar la importància d'aquestes mesures, les comparem també amb la posició dels centres de referència dels Estats Units (EUA) que coincideixen plenament amb les que proposem en aquest capítol.

Hi destaquen, en primer lloc, la necessitat d'una millora sensible de l'eficiència energètica que passa per mesures tecnològiques i per la gestió de la demanda. Aquesta solament podrà ser eficaç si es duen a terme les tasques de sensibilització necessàries i es dota de la informació adequada al consu-

midor. En segon lloc, cal impulsar la implementació de les energies renovables que, a més de millores específiques en els mateixos sistemes de producció, requereixen avenços importants en les xarxes de distribució i en la capacitat d'emmagatzematge d'aquest tipus d'energia, ja que cal garantir el subministrament amb la màxima qualitat i amb continuïtat, i les energies renovables tenen la característica que, en general, la producció és discontinua. També cal disminuir el pes dels hidrocarburs com a combustibles d'automoció, tot i que l'ús del gas generaria menys contaminació. El fet que aquest TERCER INFORME ja té un capítol dedicat al transport, fa que s'esmenti sense entrar-hi a fons.

Aquestes implementacions cal que siguin graduals i amb objectius clars per a evitar, tant els buits causats per decisions accelerades, els quals poden fer que hi hagi rebutjos no previstos, com ara els endarreriments provocats per un excés de prudència. En aquest sentit, es recomana iniciar des d'ara ja el debat sobre el futur de les nostres centrals nuclears.

Per a poder portar a terme totes aquestes mesures, calen, almenys, tres coses: que el Govern disposi de la capacitat legislativa i normativa suficient, que s'habilitin recursos públics i privats que puguin donar lloc a una indústria de l'energia i, com a element essencial, que s'impulsi la recerca i la innovació en les línies que es creguin fonamentals per a assolir els objectius marcats, línies que no han d'estar gaire lluny de les que són objecte de l'atenció dels països punters en recerca i innovació.

15 Indústria

Autors

Àlvar Feliu Jofre
Jaume Josa i Pons

Síntesi

El capítol s'ha estructurat en quatre apartats principals. L'apartat 15.2 fa una definició precisa de

l'àmbit de la indústria manufacturera, dels sectors que la conformen i de les emissions de GEH (gasos amb efecte d'hivernacle) que s'han avaluat. L'apartat 15.3 analitza l'inventari d'emissions de GEH de la indústria a Catalunya, la distribució sectorial i per tipus de gasos, l'origen en els processos industrials i el pes que tenen en el conjunt català. L'apartat 15.4 diagnostica la situació actual del control d'emissions de GEH en els tres sectors industrials que aporten més valor afegit a Catalunya: alimentari, químic i automoció. Així mateix, es dibuixen els eixos d'actuació en què cal incidir per a reduir les emissions en els tres sectors seleccionats. Això obre una porta important a la innovació, mitjançant el redisseny del producte i la consegüent reducció d'emissions de GEH durant el període en què s'usa. L'apartat 15.5 complementa l'anterior i hi posa l'èmfasi en les sinergies entre la mitigació de les emissions de GEH, l'increment de la productivitat dels recursos a la indústria i la millora dels problemes ambientals i socioeconòmics prioritari a Catalunya. Es destaca que un desenvolupament industrial equilibrat i inclou per a assolir els objectius econòmics, socials i ambientals, demana fer tant o més esforç en la productivitat dels recursos (incloent-hi les infraestructures) que merament en la productivitat laboral. Finalment, s'aporten recomanacions per a desenvolupar i coordinar les polítiques implicades i es complementa l'Estratègia Industrial de Catalunya 2014-2020.

16 Turisme

Autors

Rosa Maria Fraguell
Sansbelló
M. Belén Gómez Martín
Joan Carles Llurdés Coit

Carolina Martí Llambrich
Anna Ribas Palom
David Saurí Pujol

Síntesi

Les recerques d'àmbit internacional sobre turisme i canvi climàtic demostren l'interès creixent que aquesta relació suscita. I, a Catalunya, on el turis-

me és un sector estratègic a l'alça, és necessari conèixer com afectaran els escenaris climàtics de futur els dos principals sectors turístics: el turisme de sol i platja i el turisme de neu. En aquest treball s'han analitzat els efectes de les projeccions climàtiques sobre la potencialitat climaticoturística; els efectes de l'augment del nivell del mar i l'erosió costanera sobre la disponibilitat de superfície de platja per a la funció recreativa, i els efectes sobre la disponibilitat del recurs de l'aigua en les zones costaneres, ateses les prediccions de reducció de precipitacions. Per al turisme de neu, mitjançant l'avaluació dels efectes del canvi climàtic en tres escenaris, s'estudia la viabilitat natural i tècnica de les actuals estacions d'esquí catalanes. I, com a resposta a les problemàtiques plantejades, es repassen, primer, les estratègies d'adaptació aplicades i, després, la implantació d'estratègies i de mesures de mitigació.

El turisme de sol i platja és altament sensible i dependent del temps meteorològic i del clima. Diferents modelitzacions conclouen que el litoral català seguirà gaudint de condicions atmosfèriques favorables per a mantenir la seva competitivitat en el mercat de sol i platja; tanmateix, la desestacionalització i la diversificació d'activitats i productes turístics és una de les estratègies fonamentals d'adaptació al canvi climàtic.

La generalitzada tendència erosiva de les platges catalanes, juntament amb la forta pressió de la demanda recreativa, disminueix la satisfacció de l'usuari i fa perillar la perdurabilitat del recurs. La construcció de dics de defensa, la regeneració de sorres i les restauracions dels sistemes dunars són actuacions dures i toves desenvolupades per a l'estabilització de les platges.

Assegurar la disponibilitat d'aigua, tant en quantitat com en qualitat, esdevé fonamental per al desenvolupament de les pràctiques turístiques. La combinació d'actuacions com la dessalinització, la reutilització, la recuperació d'aqüífers, la interconnexió de xarxes i la millora de l'eficiència, impulsades des de l'Administració, s'ha d'acompanyar de mesures d'eficiència hídrica per part del mateix sector turístic i dels turistes.

Les àrees de muntanya de Catalunya són especialment vulnerables als efectes del canvi climàtic, atesa la situació latitudinal de gairebé totes les estacions en cotes límit per a la seva viabilitat futura. En el turisme de neu, les mesures d'adaptació es dirigeixen a augmentar la capacitat de fabricació de neu artificial amb canons, la qual incrementa el nombre de pistes innivades i l'àrea esquiable, tot i que no es tendeix a la unió d'estacions ni dels seus dominis esquiables. Per a potenciar la desestacionalització de l'oferta hivernal, es proposa la transició d'estació d'esquí a estació de muntanya, amb una àmplia oferta d'activitats que no requereixin la neu.

El sector turístic mateix respon de diferents maneres als efectes del canvi climàtic. A Catalunya tenim mostres d'hotels, càmpings, ports esportius, etc., que apliquen mesures d'estalvi i d'eficiència energètica, i de reducció d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, entre d'altres accions, gràcies a la implantació de certificacions ambientals.

17 Residus i recursos

Autors

Xavier Gabarrell Durany
Ramon Farreny Gaya
Xavier Font Segura
Carles Martínez Gasol

María Eugenia Suárez
Ojeda
Joan Rieradevall
Gara Villalba

Síntesi

La gestió dels residus, juntament amb les estratègies de prevenció per a reduir el consum, obre oportunitats a una optimització més bona dels recursos mitjançant la reutilització i el reciclatge per a reduir i estalviar emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH). Els valors de recollida selectiva a Catalunya s'han estancat, i els darrers anys se situen al 38-40 %, si bé el 2007 eren només del 34 %. La via principal de tractament de la fracció restant (terme preferible a *fracció resta*, mal format

lingüísticament) a Catalunya per a l'any 2013 és el tractament mecanicobiològic (TMB) (el 52 %), seguida del dipòsit controlat (el 37 %) i la valorització energètica per mitjà de la incineració (l'11 %). Al mateix temps, la qualitat del bioestabilitzat procedent dels TMB és desigual; el paràmetre més crític és la manca d'estabilitat biològica. El bioestabilitzat es gestiona per mitjà de dipòsit controlat, en el qual genera emissions de metà fruit de la degradació anaeròbica. Això eleva el potencial d'escalfament global associat a la gestió d'aquest flux de residus. Pel que fa a les tecnologies de tractament de la fracció orgànica, el consum d'energia s'incrementa en augmentar la complexitat de la instal·lació. D'una manera inversa, les emissions a l'atmosfera disminueixen en augmentar la complexitat de la instal·lació. Així, els processos basats en piles voltejades presenten consums més baixos d'energia, però, com a contrapartida, com que no disposen d'un sistema de captació i tractament dels gasos tenen un impacte superior quant a les emissions a l'atmosfera.

A fi de comptabilitzar les emissions de GEH, l'Agència de Residus de Catalunya utilitza, des de l'any 2011, l'eina Carbon Footprint Tool for Waste Management (CO2ZW®), desenvolupada pel grup de recerca Sostenipra. La contribució principal a les emissions del tractament dels residus prové dels dipòsits controlats, que emeten grans quantitats de metà (tot i la captació de biogàs). D'altra banda, la recollida selectiva contribueix, en bona part, a reduir la petjada de carboni del sector (els impactes evitats). Les variables que més condicionen aquestes emissions són: 1) la generació de residus per habitant i 2) la fracció restant enviada directament a dipòsit controlat, les quals contribueixen a augmentar les emissions, i 3) la recollida selectiva, la qual contribueix a minimitzar les emissions. En el cas de la petjada de carboni de la gestió dels residus municipals per habitant, en el període 2011-2013 s'observa una reducció del 21 % fins a arribar a 94 kg CO₂ equiv./hab., fruit de la davallada en la generació de residus (de l'11 %) i la disminució de les emissions per tona de residu gestionat. Amb relació als crèdits de GEH, el balanç entre els generats i els evitats, l'alumini és la fracció de residus que genera

més crèdits, $-12.580 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv./t}$, en comparació dels $354 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv./t}$ del plàstic o dels $46 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv./t}$ del paper. Aquests crèdits s'obtenen tenint en compte que el 38 % del paper, el 25 % del plàstic i el 57 % de l'alumini s'exporten fora de Catalunya i d'Espanya, i que els crèdits evitats a cada país depenen de la tecnologia i també de la combinació energètica.

El factor d'emissió de GEH global del cicle de l'aigua podria arribar a ser de $2.148,4 \text{ g CO}_2 \text{ equiv./m}^3$ d'aigua consumida o més. Les incerteses en les dades fan imprescindible que es continuï treballant en els estudis globals del cicle urbà de l'aigua a Catalunya.

La situació dels residus d'origen ramader, i més concretament la dels purins, és insostenible i ha comportat el tancament de les sis plantes de tractament que hi havia a Catalunya, de manera que es torna a ser al mateix punt que deu anys endarrere.

18 Salut

Autors

Xavier Basagaña
Èrica Martínez

Krijn Paaijmans
Jordi Sunyer

Síntesi

L'objectiu d'aquest capítol és descriure els principals impactes en la salut del canvi climàtic a Catalunya. Per això, es basa en la revisió de l'evidència científica recent centrada en Catalunya i ofereix, també, projeccions sobre els efectes esperats en la salut de les condicions climàtiques pronosticades per als propers decennis.

Un dels efectes en la salut estudiat més àmpliament són les onades de calor, que provoquen augments del nombre de defuncions i hospitalitzacions de més d'un 20 %, majorment en les persones grans i les que pateixen patologies cròniques prèvies. Els resultats presentats en aquest capítol determinen que el nombre de morts a causa de la calor a Catalunya es pot multiplicar per vuit el

2050, de manera que es produirien més de 2.500 defuncions anuals durant els mesos d'estiu.

La contaminació atmosfèrica és un dels problemes que s'agreuja amb determinades condicions climàtiques, especialment amb episodis d'altres temperatures, i que causa nombrosos problemes respiratoris i cardiovasculars a la població. A Catalunya, s'estima que anualment hi ha 3.500 defuncions prematures per afectacions provocades per la contaminació de l'aire.

El canvi climàtic també pot tenir un impacte en la incidència de les malalties transmeses per vectors. Els canvis en la temperatura i les precipitacions afavoreixen l'aparició de mosquits, els transmissors principals d'aquest tipus de malaltia. En el cas de Catalunya, s'estima que el risc potencial de malalties com ara el dengue, la malària o el chikungunya augmenti.

Però el canvi climàtic pot afectar la salut de la població per altres mecanismes. Aquest capítol descriu els riscos de les onades de fred i l'exposició al fum dels incendis forestals, que s'han relacionat amb increments del nombre d'hospitalitzacions i defuncions, especialment per problemes cardio-pulmonars. A més, s'hi inclouen, breument, altres factors que poden intervenir en la relació entre el canvi climàtic i la salut, però que impliquen un risc més petit per a Catalunya (com ara les malalties transmeses per l'aigua) i que presenten diverses incerteses sobre com poden afectar Catalunya en el futur (com ara el cas de la radiació ultraviolada).

De les mesures d'adaptació de l'escalfament global, aquest capítol descriu el Pla d'Actuació per Prevenir els Efectes de les Onades de Calor sobre la Salut. A més, s'analitzen dues mesures de mitigació que tenen beneficis abundants per a la salut: la presència d'espais verds, especialment a les zones urbanes, i el foment del transport actiu.

En conclusió, la salut és un tema d'una gran rellevància pel que fa als efectes del canvi climàtic, i aquest capítol destaca com a mesures, entre d'altres, la necessitat de fomentar estils de vida saludables per mitjà de polítiques que promoguin

l'ús del transport actiu, el manteniment dels plans de prevenció dels efectes de les onades de calor, la millora de l'eficiència energètica dels edificis i la implantació de polítiques que permetin reduir les desigualtats socials i econòmiques.

19 Transport, mobilitat i logística

Autors

Francesc Robusté
Miquel Estrada

Síntesi

Les emissions i el consum energètic associats al sector del transport, la logística i la mobilitat s'han reduït durant el quinquenni 2010-2015 (en un 20 % respecte de l'any 2005), però l'apropament als objectius és conjuntural. Malgrat que les noves tecnologies desenvolupades tendeixen cap a una descarbonització del transport, l'acció afirmativa de les administracions i la conscienciació creixent sobre el canvi climàtic i la sostenibilitat, les emissions i el consum energètic del sector encara són preocupants i presenten poca factibilitat de reducció sense mesures coercitives (com ara restriccions, tarifació, regulació, etc.) d'un impacte polític evident.

20 Territori i espai urbà

Autors

Xavier Mayor Farguell
Júlia Barba Miralpeix
Clara Montaner Augé

Síntesi

Aquest capítol té per objectiu principal situar i actualitzar el valor del territori i dels espais urbans i

la relació que tenen en el context actual de canvi climàtic.

S'hi planteja l'escenari conceptual més actual, també en relació amb el canvi climàtic, respecte al qual cal desenvolupar les polítiques i accions a nivell territorial i d'espais urbans amb vista als propers anys.

Durant el darrer decenni, a Catalunya s'ha desenvolupat una profusa activitat de planificació territorial com no s'havia fet mai, i també una important planificació urbanística. Totes dues han tingut com a instrument ben innovador l'avaluació ambiental estratègica, la qual ha tingut en compte, per primera vegada i amb força, els aspectes ambientals i de sostenibilitat en els processos de redacció que es corresponen amb aquesta planificació. Així, el capítol els dedica sengles apartats (territori i espais urbans), els quals plantegen i condicionen, en essència, els futurs territorial i urbà immediats. Els apartats recullen l'aplicació dels instruments de planificació que s'ha dut a terme fins al moment, i ho fan específicament en relació amb les consideracions i les determinacions pel que fa a l'adaptació i a la mitigació que plantegen en relació amb el canvi climàtic.

A escala urbana, tot i que en els darrers anys s'han introduït aspectes en relació amb els fluxos d'energia i de matèria (més vinculats a l'edificació i l'habitatge), recentment s'han introduït altres aspectes a escala ambiental i de sostenibilitat, els quals van des de les estratègies urbanes, els models i els dissenys (urbans i d'edificis) fins a les concrecions materials que s'hi corresponen.

21 La interacció entre els sistemes naturals i els humans en les àrees més vulnerables al canvi climàtic: sistemes muntanyosos

Autors

Marta G. Rivera Ferre
Feliu López i Gelats
Bernat Claramunt

Síntesi

Per a la majoria de la població, la paraula *muntanya* evoca imatges relacionades amb l'excursionisme, l'esquí, les vaques, el formatge, l'aire fresc i/o la neu. Tanmateix, les muntanyes són més que no pas un entorn bucòlic amb granges i excursions familiars. Les muntanyes proveeixen serveis ecosistèmics i altres serveis que són vitals per a tota la població, fins i tot la que habita a la plana. De fet, la qualitat de vida de gairebé tota la població depèn, en bona part, dels béns i els serveis que les muntanyes ofereixen. El nombre d'habitants de les muntanyes ha minvat notablement i s'ha concentrat a les valls, les glaceres estan desapareixent, la població s'envelleix, l'hivern s'escurça, etc., i el canvi climàtic és un factor important en molts dels canvis a què les muntanyes s'enfronten. Aquest capítol ofereix una visió conjunta dels sistemes de muntanya, prenent com a model el Pirineu català, en el qual no només es té en compte quin és l'efecte del canvi climàtic sobre els sistemes naturals, sinó que l'espècie humana hi és present a cada moment, com a agent i com a factor de canvi. L'anàlisi dels diferents elements i factors, i les interaccions i els resultats, ens permet entreveure, a partir dels diversos desitjos i interessos que té la població pirinenca, els possibles escenaris de futur de les muntanyes catalanes. Al final del capítol

es fa evident que no hi ha solucions màgiques, i que la gestió del territori a l'hora d'afrontar el canvi climàtic demana prioritzacions i renúncies. Qui llegeixi aquest capítol podrà veure (i decidir) quin és l'escenari de futur que voldria i quins aspectes relacionats amb les muntanyes en surten beneficiats o perjudicats.

22 Polítiques i instruments per a la mitigació i l'adaptació al canvi climàtic

Autors

Josep Garriga Sala
Ismael Romeo Garcia
Irma Ventayol i Ceferino

Síntesi

L'objectiu d'aquest capítol és descriure les polítiques i els instruments principals que existeixen en l'àmbit internacional, estatal, català i local per a facilitar la gestió i la governança envers el canvi climàtic.

En l'àmbit internacional, les negociacions entre els diferents estats per mitjà de les Conferències de les Parts de les Nacions Unides han estat l'instrument principal per a lluitar contra el canvi climàtic. En aquest capítol es fa una descripció de les negociacions dutes a terme, dels principals acords presos des de Copenhaguen (2009) fins a París (2015) i de la consecució, gràcies als esforços de la Delegació de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic, del reconeixement del paper dels governs subestats en els textos oficials.

Existeixen diversos instruments d'àmbit internacional, com ara el paquet legislatiu d'energia i clima, en el qual la Unió Europea s'ha compromès a reduir les emissions en un 40 % per al 2030 respecte del 1990 i el qual preveu mesures de finançament,

de foment de les energies renovables i d'eficiència, la creació d'un mercat europeu de drets d'emissions, etc. Pel que fa a l'adaptació al canvi climàtic, destaca l'Estratègia Europea d'Adaptació al Canvi Climàtic.

En l'àmbit estatal, l'any 2007 es va aprovar el Pla Nacional d'Assignacions, l'Estratègia Espanyola de Canvi Climàtic i d'Energia Neta i el Pla Nacional d'Adaptació al Canvi Climàtic.

Al final del 2006, el Govern de Catalunya es va dotar de dos instruments molt importants: l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic i la Comissió Interdepartamental de Canvi Climàtic. L'any 2008 es va aprovar el Pla Marc de Mitigació del Canvi Climàtic a Catalunya, que posteriorment es va actualitzar com a Pla d'Energia i Canvi Climàtic 2013-2020, i l'any 2012 es va aprovar l'Estratègia Catalana d'Adaptació al Canvi Climàtic. També es disposa d'altres instruments, com ara el Programa d'Acords Voluntaris.

Avui dia ja no es discuteix la rellevància dels governs locals en la lluita contra el canvi climàtic a causa de la gran capacitat de lideratge i d'avenç que han demostrat. Tanmateix, en un marc de multigovernança nacional i internacional l'acció dels governs locals encara depèn de la sensibilitat dels governs nacionals i estatals. En aquest sentit, existeixen diverses iniciatives per a apoderar l'acció dels governs locals, com ara el Pacte d'Alcaldes i Alcaldesses pel Clima i l'Energia o el Pacte d'Alcaldes i Alcaldesses per l'Adaptació (al canvi climàtic).

Finalment, l'últim apartat tracta el mercat d'emissions com una eina per a la reducció d'emissions procedents dels sectors industrials i fa un seguiment de l'evolució dels darrers anys (l'evolució dels preus, dels mecanismes de desenvolupament net i dels projectes d'acció conjunta) i de les novetats principals.

23 Percepció i comunicació del coneixement sobre el canvi climàtic a Catalunya

Autors

Joan David Tàbara

Síntesi

Aquest capítol examina alguns dels principals resultats recents en l'evolució de l'opinió pública, analitza els processos de comunicació i d'ús del coneixement en matèria de canvi climàtic i proposa algunes recomanacions per a la millora a Catalunya. D'una banda, el canvi climàtic continua sent una de les preocupacions principals dels ciutadans, malgrat haver-se moderat, en part, a partir del 2007, arran de la crisi econòmica i la disminució de la cobertura dels mitjans de comunicació. No obstant això, cada vegada són més presents marcs interpretatius nous, com ara els que entenen el canvi climàtic com una *amença global*, però també els que l'entenen com una *oportunitat* per a la creació de llocs de treball, la millora de la qualitat de vida i el desenvolupament econòmic. El marc de l'oportunitat es mostra especialment present a l'opinió pública espanyola, la qual cosa hauria de facilitar la implementació de polítiques dirigides a potenciar l'economia baixa en carboni.

Atesa la importància d'entendre els processos de transmissió del coneixement científic sobre el canvi climàtic a la resta de la població, aquest treball també analitza la comunicació del *Cinquè informe d'avaluació* (AR5) del Grup Intergovernamental d'Experts en Canvi Climàtic (IPCC) a Espanya i a Catalunya. Amb aquest objectiu, un qüestionari respost per vint agents rellevants i l'anàlisi de la cobertura a la premsa escrita durant la publicació d'aquest informe permeten observar els impactes

i els missatges comunicats principals, així com les dificultats i els marcs interpretatius que podrien millorar la comunicació del canvi climàtic. En aquest sentit, es proposa la conveniència de marcs interpretatius que emfatitzin aspectes com ara el benestar i la salut, les oportunitats de transformació i els missatges que podrien menar cap a l'acció personal, de manera que es defugui la producció de discursos sobre «males notícies» o del canvi climàtic com un problema «del medi ambient» —en lloc d'una qüestió social, econòmica i política. Se subratlla d'una manera especial la necessitat de mostrar no solament impactes i riscos possibles del canvi climàtic, sinó sobretot solucions i exemples concrets del que hom pot fer en la pràctica en els contextos d'acció.

Concretament, les recomanacions proposades i derivades de la consulta amb agents rellevants i de l'anàlisi de material secundari tenen a veure amb les dimensions següents: 1) millorar el seguiment de l'opinió pública a Catalunya; 2) aprofitar la forta presència del marc interpretatiu de l'oportunitat del canvi climàtic per a desenvolupar l'economia baixa en carboni; 3) millorar substancialment les capacitats i els processos de comunicació del canvi climàtic a Catalunya; 4) crear i donar suport a organitzacions delimitadores que marquen les fronteres entre la ciència, la política i la ciutadania, però que a la vegada en milloren les relacions i les interfícies (*boundary organisations*); 5) segmentar i «escoltar primer» les diverses audiències i els agents socials rellevants i connectar-los en espais oberts de xarxes d'interacció, i 6) integrar, abraçar i no témer la complexitat socioambiental a fi d'evitar caure en el reduccionisme.

24 La recerca sobre el canvi climàtic

Autors

Lluís Rovira i Pato

Síntesi

Catalunya disposa ja d'una extensa i heterogènia base de recerca en canvi climàtic, tant pel que fa a grups de recerca ubicats en diferents institucions públiques, com pel que fa a un sector privat que participa intensament en projectes de recerca europeus. També la producció científica és quantiosa. En aquest text s'analitzen les principals puntes de qualitat del sistema i es fan algunes recomanacions. Així mateix, es mostren dades sobre les diferents fonts de finançament, basal i de projectes, principalment, i s'intenta anticipar possibles escenaris futurs amb la visió de mantenir tot el potencial científic intacte.

Epíleg jurídic: De Kyoto a París (COP21). Escenaris i reptes futurs en les polítiques internacionals de canvi climàtic

Autors

Isabel Pont i Castejón
Mar Campins Eritja
Juan Emilio Nieto Moreno

Síntesi

La 21a sessió de la Conferència de les Parts del Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic (COP21) i l'11a Reunió de les Parts del Protocol de Kyoto (COP-MOP11) van adoptar, el 12 de desembre del 2015, l'Acord de París i la Decisió que l'aprova i l'acompanya. Amb relació al seu antecessor, el Protocol de Kyoto, l'Acord de París és un instrument més flexible que integra més parts, que abasta un volum més gran d'emissions i que proposa una arquitectura institucional més lleugera. Aquest capítol analitza els elements essencials i les implicacions jurídiques de l'Acord de París fonamentalment des del punt de vista de Catalunya. Pel que fa a les diverses iniciatives i actuacions públiques que actualment es duen a terme en matèria de canvi climàtic, l'anàlisi se centra d'una manera especial en el Projecte de llei que s'està tramitant al Parlament de Catalunya i es posa èmfasi en les potencialitats per a fer cara als reptes que es desprenen d'aquest nou marc jurídic internacional.

