



El Canvi Climàtic a Catalunya

**2n Informe del Grup d'Experts en
Canvi Climàtic de Catalunya**



**Generalitat
de Catalunya**



2n INFORME DEL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA: ALGUNES CONCLUSIONS

Bases científiques, impactes, mitigació i adaptació al canvi climàtic

L'any 2005 es publicà el *1r Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya*, elaborat pel Grup d'Experts en Canvi Climàtic de Catalunya i promogut des del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS).

Durant 2009 i 2010 el GECCC ha elaborat el **2n Informe del Canvi Climàtic de Catalunya**. L'informe respon al mandat fet per la Comissió Interdepartamental de Canvi Climàtic (CICC) de la Generalitat de Catalunya, que en la seva sessió de 18 de juny de 2007 va establir un grup de treball constituït pel CADS, l'Oficina Catalana de Canvi Climàtic (OCCC), el Servei Meteorològic de Catalunya i l'Institut d'Estudis Catalans (IEC). L'objectiu del grup de treball ha estat el de facilitar els mitjans necessaris pel desenvolupament de l'informe i fer-ne un seguiment per tal que s'ajustés a les condicions del mandat de la CICC.

El *2n Informe* dona continuïtat al *1r Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya* - elaborat de forma pionera a tot l'Estat espanyol l'any 2005 - i s'estructura en **4 grans apartats**: 1) *Bases científiques del canvi climàtic*: el clima a Catalunya, balanços de carboni i projeccions de futur; 2) *Impactes i vulnerabilitat del medi biosfísic*: recursos hídrics, sistemes naturals i els riscos associats; 3) *Anàlisi sectorial: gestió, mitigació i adaptació*: marc institucional i normatiu, els instruments de gestió, sectors econòmics i la dimensió social; 4) *La recerca sobre el canvi climàtic a Catalunya*: fortaleses i debilitats de la recerca en canvi climàtic a Catalunya. Des d'una perspectiva metodològica, el *2n Informe* s'entreu com una aproximació a escala territorial dels escenaris de futur i les conseqüències del canvi climàtic.

L'elaboració dels treballs del *2n Informe del Canvi Climàtic a Catalunya* va començar el mes de març de 2009 amb els encàrrecs temàtics als experts. El darrer any utilitzat per a l'elaboració dels treballs és l'any 2008, pel que fa a les dades quantitatives. Una vegada es va disposar dels esborranys dels diferents capítols, van ser revisats, de forma anònima, per dues persones que emeteren un informe que ha generat la versió final del treball. Pel que fa a la redacció dels treballs hi han participat 91 persones i han revisat els textos una cinquantena de persones.

La col·laboració de la Fundació "la Caixa" i de l'Institut d'Estudis Catalans fa possible l'edició d'aquest *2n Informe*, les principals conclusions del qual es presenten públicament avui. Aquest treball, elaborat seguint una metodologia molt propera a la que utilitza el Grup Intergovernamental d'Experts de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (IPCC) representa un bon **referent** pel que fa a la visió **regional de la qüestió de l'escalfament global**.

Bases científiques del canvi climàtic

El clima a Catalunya

En el període 1950-2008, la **temperatura mitjana anual s'ha incrementat a Catalunya** a un ritme que oscil·la entre $+0,18$ °C/dècada i $+0,23$ °C/dècada i que globalment es pot estimar com de **$+0,21$ °C/dècada**. Així, mentre la temperatura màxima augmenta a un ritme aproximat de $+0,25$ °C/dècada, la temperatura mínima ho fa a $+0,17$ °C/dècada. Tant per les màximes com per les mínimes, l'augment tèrmic apreciat és estadísticament significatiu en tots els casos. L'anàlisi estacional indica que a l'estiu s'ha experimentat un augment més marcat ($+0,35$ °C/dècada), mentre que la tardor és l'únic període que no mostra una tendència estadísticament significativa d'augment ($+0,13$ °C/dècada).

Tot i l'heterogeneïtat del territori català cal dir que de l'anàlisi duta a terme el segle xx a partir de 121 observatoris, **la precipitació anual a Catalunya ha descendit un 1%** ($-6,6$ mm respecte de la mitjana catalana del període 1961-1990). El fet més remarcable és la disminució a la primavera, un 22%. L'estiu, la tardor i l'hivern presenten lleugers increments que encara no tenen significació estadística. La disminució de la precipitació durant la primavera s'ha accentuat des de 1970 i s'ha estès a l'estiu, on tot i que no té significació estadística, durant el període 1975-2000 s'ha reduït un 1,32% per any.

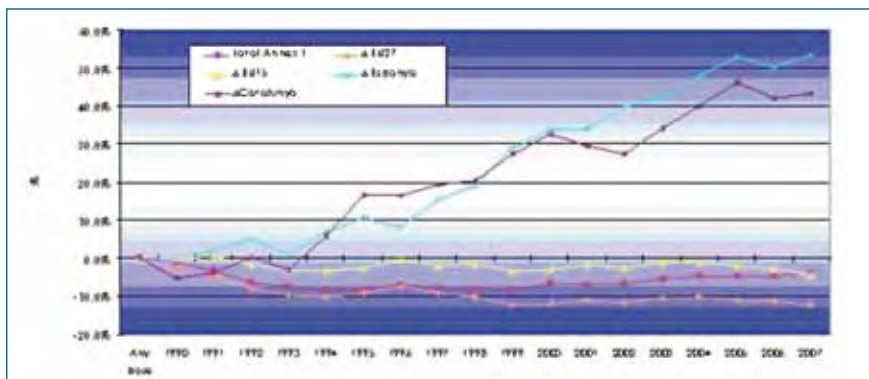
Balanços de carboni

Les **emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH)**, tant de Catalunya com d'Espanya, han augmentat en el període 1990-2007. Les emissions de Catalunya, han augmentat un 43,2% ($40,5$ a $58,1$ Mt CO_2_{eq}). Aquestes representen per a l'any base (1990) el 14% de les d'Espanya, on l'augment ha estat del 52,6% ($289,8$ a $442,3$ Mt CO_2_{eq} l'any 2007). Les emissions per càpita s'han incrementat tant a Catalunya com a Espanya en els darrers anys. En el cas de Catalunya, les emissions se situen en $6,57$ t CO_2_{eq} per habitant per l'any base (1990), que augmenten a $8,05$ l'any 2007. En el cas de d'Espanya, aquestes són superiors: $7,26$ t CO_2_{eq} per habitant l'any base (1990) que augmenten fins $9,79$ t CO_2_{eq} per habitant el 2007.

A Catalunya, el sector que més contribueix a l'emissió de GEH és el sector de processament d'energia (73,7% de les emissions totals del 2007). Aquest sector

2n INFORME DEL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA

engloba les activitats de transport (28,1%), indústries de manufactura i construcció (21,2%), i indústries del sector energètic (14,4%). El sector de processament d'energia ha augmentat un 62,8% en el període 1990-2007.



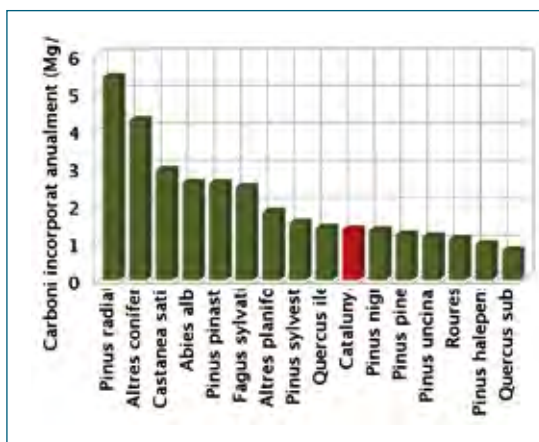
Evolució de les emissions de GEH a Catalunya, Espanya, EU15, EU25 i tots els països de l'Annex I.

Font: UNFCCC, 2009; Oficina Catalana del Canvi Climàtic, 2009.

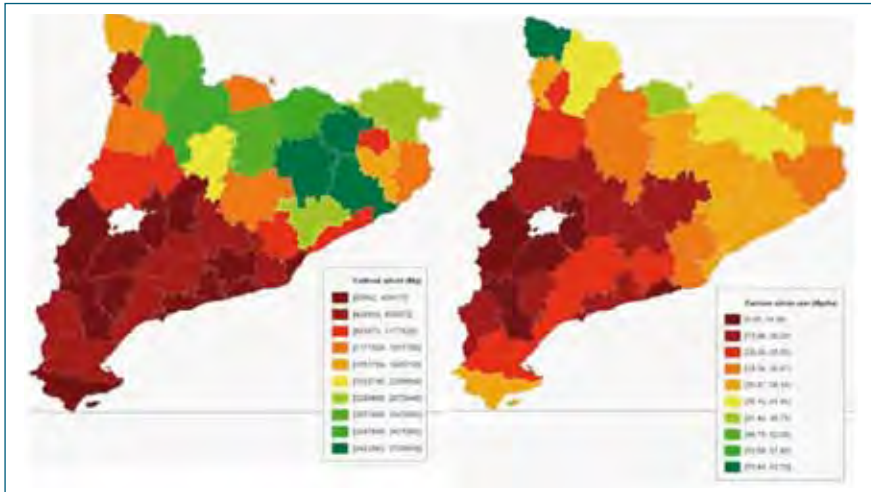
El carboni acumulat als boscos de Catalunya és de

49,29 Mt. El 21% correspon als alzinars, el 19% als boscos de pi roig i el 13% als boscos de pi blanc. Al sotabosc s'hi acumulen 5,6 Mt de carboni. Existeix una marcada diferència entre el carboni acumulat a les comarques de la meitat nord de Catalunya i l'acumulat a la meitat sud i terres de l'interior, reflectint el paper determinant de l'aigua en el control dels processos de

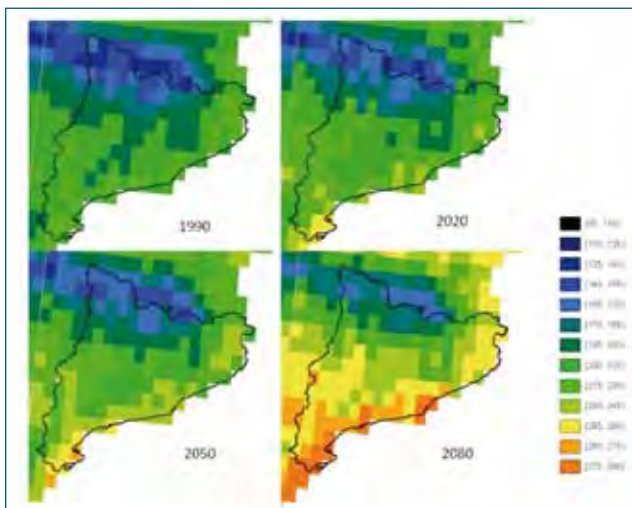
fixació i acumulació de carboni als ecosistemes forestals. Anualment els boscos de Catalunya fixen 1,34 Mt de carboni. El sotabosc representa un 10% addicional. Per compensar les seves emissions, els habitants de Catalunya requeririen una su-



Carboni incorporat anualment per diferents espècies vegetals dels boscos catalans.



Distribució per comarques del carboni total (Mg) acumulat als arbres (esquerra) i quantitat de carboni per hectàrea (dreta).



Durada del període vegetatiu a Catalunya. Les dades de 1990 s'han calculat a partir de dades climàtiques observades¹.

¹ La durada als anys 2020, 2050 i 2080 son projeccions calculades a partir del clima projectat als escenaris de canvi climàtic.

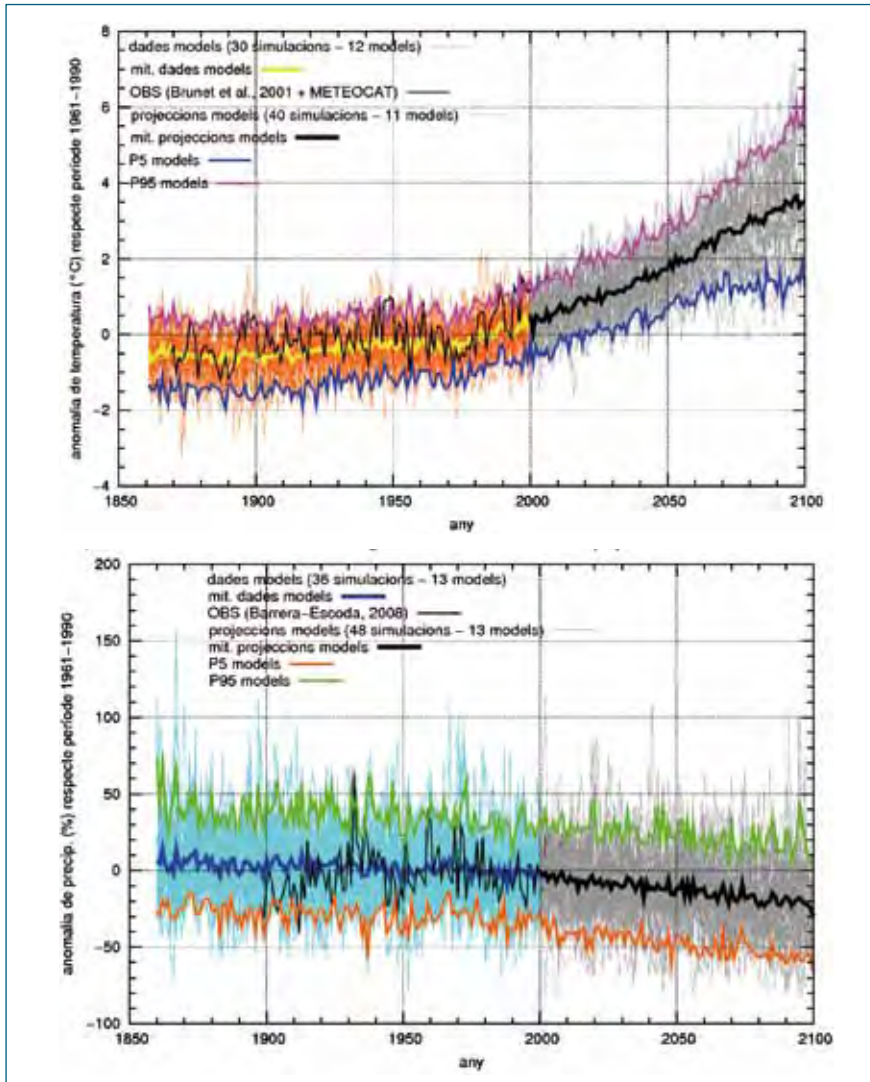
perfície forestal d'aproximadament 14,2 milions d'hectàrees de bosc, 12,5 vegades superior als 1,13 milions d'hectàrees de bosc de Catalunya.

El període vegetatiu augmenta gradualment a tot el territori però és especialment significatiu als Pirineus i al sud de Catalunya. Segons les projeccions dels models de creixement forestal aquesta elongació del període d'activitat de la vegetació tindrà efectes pronunciats tant sobre la demanda hídrica dels boscos, com sobre la seva producció.

Les aigües fonderes oceàniques i els sediments costaners formen els principals **embornals marins de carboni** de la mar catalana. A la mar catalana el transport de carboni dins d'aquest reservori té lloc a partir de tres mecanismes singulars: la convecció hivernal de mar obert, les cascades d'aigua densa costanera i l'enterrament de restes orgàniques a les praderies de *Posidonia oceanica*. El Golf de Lleó és una regió paradigmàtica en aquest sentit, ja que hi són vastament representats tots tres mecanismes. Hi ha molta variabilitat, tant pel que fa als volums de les diferents masses d'aigua que s'enfonsen any rere any, com pel que fa a l'extensió de la regió de convecció i a les taxes d'exportació de carboni resultants. Si es considera tota l'àrea del Golf de Lleó, el transport anual de carboni cap a l'embornal de les aigües fonderes degut al fenomen de la convecció de mar obert i de les cascades d'aigua densa costanera s'estima en 0,5-0,8 Mt C i 0,6 Mt C, respectivament. Quant als sediments costaners, si es considera que un 10% d'aquests estan recoberts per praderies de *P. oceanica*, això dona un enterrament de, aproximadament, 0,1 Mt C per any, degut a l'activitat d'aquests vegetals.

Projeccions i escenaris de futur

A Catalunya, en els propers anys (fins el 2020), la temperatura tendirà a augmentar, com ja ho ha fet en els darrers anys, i podria ser 0,5 °C més alta que la mitjana de finals del segle xx. La precipitació podria començar a disminuir (fins a un 10% en mitjana anual), especialment a la primavera i la tardor, i de forma una mica més marcada, a l'àrea del Pirineu. A la meitat del segle XXI, diversos treballs indiquen que **la temperatura podria arribar a pujar fins gairebé 2 °C**, respecte a la de finals del segle xx. Aquests augments, probablement més alts a l'estiu que a l'hivern, serien generals en tot el territori però menys acusats a les zones litorals. Les precipitacions, en canvi, no haurien de canviar gaire.



Evolució de les anomalies mitjanes anuals de temperatura (a) i precipitació (b) per al conjunt de Catalunya per al període 1860-2100².

² Dades obtingudes a partir de les simulacions de diferents models climàtics globals desenvolupades en el sí del quart informe de l'IPCC. Les anomalies estan calculades respecte al període de referència 1961-1990. OBS són les observacions, TMA; temperatura mitjana anual; PMA, precipitació mitjana anual; mit., mitjana; evol., evolució; precip., precipitació. SMC.

2n INFORME DEL CANVI CLIMÀTIC A CATALUNYA

Les tendències reproduïdes pels models respecte la possible evolució de la temperatura i la precipitació a Catalunya per a finals del segle XXI, referides a les condicions de finals del segle XX, es resumeixen a la taula següent

Finalment, comentar que les projeccions més fiables, tot i que amb incerteses, es refereixen a la temperatura i a la precipitació. Malgrat que existeixen treballs dedicats als possibles canvis en els fenòmens extrems, és difícil afirmar res en relació a aquests fenòmens atesa la incertesa existent que es reflecteix en resultats fins i tot contradictoris

	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Any
Costa	2,5;3,5 -10;0	3,0;4,0 -15;0	5,0;6,5 -40;-20	3,5;5,0 -20;-5	3,5;5,0 -20;-5
Interior	2,5;4,0 +5;+10	3,5;5,0 -15;-5	6,0;7,0 -35;-15	4,5;6,5 -20;-5	4,0;5,5 -15;-5
Pirineus	2,5;4,0 0;+15	3,0;4,5 -5;+10	6,5;7,5 -25;0	5,0;6,0 -15;0	4,0;5,5 -10;+5
Catalunya	2,5;4,0 -5;+10	3,0;4,5 -10;0	5,5;7,0 -30;-10	4,0;5,5 -15;-5	4,0;5,5 -15;-5

Evolució de la temperatura i la precipitació a Catalunya en el període 2071-2100 Augments de temperatura (línia superior de cada requadre, en °C) i canvis en la precipitació (línia inferior de cada requadre, en percentatge), estimats a partir de diversos treballs i documents revisats. Referent als canvis projectats, es donen rangs de valors per a finals del segle XXI, respecte dels valors de finals del segle XX.

Impactes i vulnerabilitat del medi biofísic

Riscos associats al clima

Malgrat que entre les dècades dels anys 1970 i 1980 es va observar un augment de les pluges intenses a Catalunya en comparació amb les dècades anteriors, aquesta tendència no s'ha mantingut. Alguns models pronostiquen un augment, però les incerteses són encara molt elevades. **L'augment d'inundacions sobtades i extraordinàries**, principalment a la costa, no seria degut a un augment de les pluges intenses sinó que estaria vinculat amb els canvis d'usos del sòl i urbanització.

L'índex mitjà de perill d'incendi ha augmentat durant el segle xx. Tractant-se d'un risc mixt, on el paper de l'home com desencadenant de la ignició i abandonament de terres de conreu és fonamental, es difícil concloure la seva relació amb el canviclimàtic, si bé és obvi que un augment de temperatura i de les condicions de sequera són factors favorables per un augment de la perillositat.

L'índex climàtic, corresponent al màxim nombre de dies consecutius en un any amb precipitació inferior a 1 mm, o longitud màxima de la ratxa seca, és l'únic índex d'extrems que presenta una tendència significativa temporal i espacialment en algunes regions de Catalunya, des de 1951 i per a tots els intervals temporals. Es troba que **un 30% de l'àrea de Catalunya ha experimentat un augment de la ratxa seca** de l'ordre de 2 dies/dècada, i que aquest augment es manifesta independentment de la longitud de la finestra d'anys que es prengui pel càlcul de tendències, essent la més llarga la sèrie 1951-2002. L'estació en la qual l'augment de la duració de les ratxes seques és el més marcat és la primavera.

Hi ha una tendència positiva superior al 3% per dècada en el percentatge de nits molt càlides en totes les comarques de Catalunya, amb una significança del 100%, que en valor mitjà per tot el país mostra una tendència positiva del 5% per dècada, amb una significança del 95%. L'índex relatiu al percentatge de dies molt càlids, mostra un augment del 4% per dècada, essent molt més marcat a les comarques del Baix Ebre i el Montsià. El nombre de nits tropicals creix acceleradament des dels anys 80, amb una tendència que en terme mitjà és per tota Catalunya de 1,7 dies/dècada, però que en la costa pot arribar a 5 dies/dècada. L'evolució del nombre de dies consecutius per any amb temperatures màximes superiors a 25 °C mostra una tendència mitjana de 1,9 dies/dècada, mentre que el nombre de dies que superen aquest llindar de temperatura presenta una tendència de 2,7 dies/dècada. En aquests casos les comarques pirinenques no mostren cap tendència positiva significativa.

Recursos hídrics

Les prediccions climàtiques per a l'horitzó del segle XXI assenyalen un escenari hidrològic que, en termes generals, implica una **disminució en la disponibilitat d'aigua a Catalunya**. El canvi climàtic produirà una alteració del cicle hidrològic consistent, a grans trets, amb una disminució del cabal dels rius, en una disminució de la recàrrega subterrània, i en una modificació dels diferents processos biogeoquímics que determinen la qualitat de l'aigua.

La major vulnerabilitat per efectes del canvi climàtic se situa en aquelles masses d'aigua que destinen el seu cabal a la demanda antròpica i a la producció hidroelèctrica, principalment les conques hidrogràfiques dels sistema mediterrani i les conques altes del Llobregat i Ter. La interconnexió de xarxes per a l'abastament, amb la regulació dels actuals embassaments, esdevindria una eina eficaç per garantir les funcions de l'aigua en el futur.

Respecte a la qualitat, la pèrdua de capacitat de dilució en els rius és la causa d'un increment de la vulnerabilitat en aquells trams de la xarxa fluvial on hi ha intensos abocaments urbans o industrials: curs mitjà i baix dels rius Llobregat, Ter i Fluvià, conques de la Tordera i del Francolí, i curs baix de l'Ebre. En aquest cas, l'adaptació als nous escenaris implica un major esforç en el tractament i control dels abocaments. Tanmateix, les noves condicions climàtiques poden alterar els equilibris actuals de contaminants actualment en fase sòlida, adsorbits als sediments, i la seva transferència al medi hidrològic.

La pèrdua de cabal superficial als rius limitarà les relacions hidràuliques amb els aqüífers superficials i, per tant, la seva recàrrega. Seran especialment vulnerables les formacions al·luvials del tram mitjà dels rius (Fluvià, Tordera, Segre, Ebre i altres), formacions fluvio-deltaiques (Fluvià-Muga, Ter, Tordera, Llobregat, Ebre) i altres al·luvials menors.

Sistemes naturals i diversitat biològica

Ecosistemes terrestres

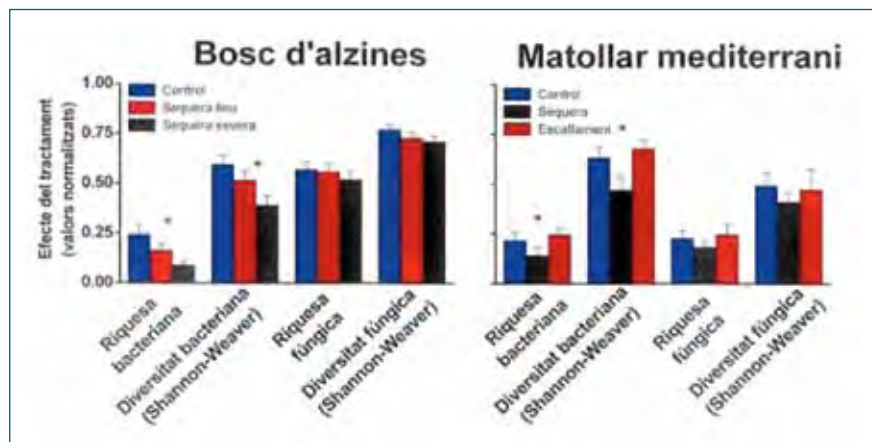
A Catalunya hi ha, a hores d'ara, una quantitat substancial de proves observacionals i experimentals sobre el lligam entre el canvi climàtic i els processos biològics i fisicoquímics dels ecosistemes. L'augment de temperatures, les noves pautes de precipitacions i altres canvis climàtics estan afectant ja el nostres ecosistemes i els

seus organismes, a més de la nostra societat. És ben sabut actualment que l'aparició de la primavera s'ha avançat i l'arribada de l'hivern s'ha retardat, de manera que **el període vegetatiu s'ha perllongat uns 4 dies** per dècada per terme mitjà durant els darrers cinquanta anys. Com que els canvis han estat diferents per a cada espècie, han variat les habilitats competitives, i es pot esperar que se'n derivin canvis en la composició de les comunitats i desplaçaments en la distribució de les espècies.

Els canvis en la composició d'espècies de les comunitats vegetals, animals i microbianes han estat acompanyats per nombrosos canvis funcionals, com minves de l'activitat enzimàtica del sòl, del reciclatge de nutrients, del fòsfor acumulat als teixits vegetals als boscos i de l'absorció de CO₂ produïdes per les sequeres, o una major pèrdua de nutrients en els lixiviats després de les pluges i un augment de les emissions de compostos orgànics volàtils biogènics (COVBs) en resposta a l'escalfament.

Les estratègies multiús per a la gestió i rehabilitació dels ecosistemes terrestres del país davant de pertorbacions climàtiques requereixen un gran esforç educatiu, de recerca i governamental. En els propers anys, **les polítiques de reforestació i de gestió d'espais agrícoles abandonats** haurien de tenir en compte els canvis que s'estan produint i les condicions que s'estan projectant per al futur immediat. Entre aquestes destaca la d'una decreixent disponibilitat hídrica com a conseqüència tant de la disminució de les precipitacions i/o l'augment de l'evapotranspiració potencial com de la major demanda d'uns ecosistemes actius més temps i d'una població creixent.

S'està produint un **progressiu creixement de l'aridesa** (escalfament i augment de l'evapotranspiració potencial sense augment de precipitacions) i es preveu per a les properes dècades (escalfament i, a més, disminució de les precipitacions) que ha de tenir importants conseqüències en la fisiologia, fenologia, el creixement, reproducció, establiment i, finalment, la distribució dels sers vius, i per tant l'estructura i funcionament dels ecosistemes. S'ha comprovat tant en estudis observacionals de les darreres dècades i anys com en estudis experimentals d'escalfament i de sequera, com unes espècies són més afectades que altres, amb la qual cosa s'altera la seva habilitat competitiva i en darrer terme la composició de la comunitat. S'ha vist una **disminució de la riquesa d'espècies dels nostres matollars**. També s'han trobat canvis funcionals, com la disminució de l'absorció de CO₂ produïda per les sequeres o la major pèrdua de nutrients en els lixiviats després de les pluges produïda per l'escalfament.

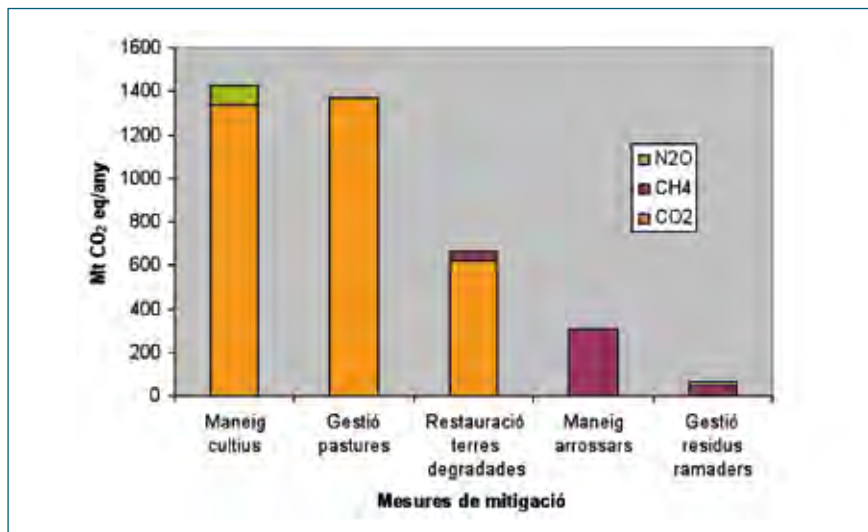


Resposta de la diversitat biològica com a conseqüència del canvi climàtic.

Les plantes i animals s'adapten als canvis climàtics també amb canvis genotípics en la seva descendència. Fins i tot plantes de vida llarga com el faig han mostrat certa capacitat de canviar la freqüència gènica en paral·lel a l'escalfament de les darreres dècades. Així s'ha comprovat al Montseny i també en plantes de vida més curta com la *Fumana thymifolia* a les brolles del Garraf on les plantes crescudes en condicions experimentals de sequera (disminució de l'aigua del sòl en un 19%) presenten diferents freqüències de diversos gens ja només després de 6 anys de tractament de sequera relativament suau. Observacionalment i experimental **hi ha resposta genotípica a les poblacions naturals com a conseqüència del canvi climàtic.**

Sòls

Atesa la **importància del reservori de carboni orgànic als sòls** de Catalunya, la seva posició majoritària en la capa superficial (0-30 cm) el fa vulnerable als efectes del Canvi climàtic, fet que es pot traduir en emissions importants de CO₂. La capacitat de segrest de carboni al sòl és limitada, de manera que augmentar-ne les aportacions no comporta en si mateix un increment de l'estoc de carboni, tot i que per contrarestar els efectes del canvi climàtic i mantenir la qualitat dels sòls de Catalunya, és convenient augmentar-hi les aportacions de matèria orgànica.



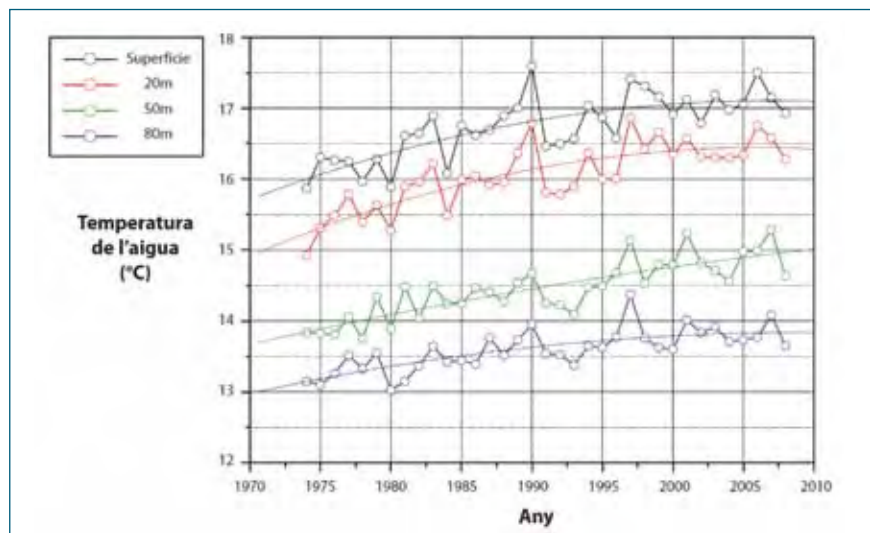
Potencial de mitigació global de les emissions GEH i mesures de gestió de sòls.

Cal planificar l'aplicació dels materials orgànics disponibles a aquells sòls amb un major potencial de segrest per tal que siguin efectius. **L'aplicació de compost** és una bona manera d'incrementar l'estoc de carboni al sòl que, a més, compensa les emissions que es produïrien en la fabricació dels fertilitzants que aportarien els nutrients equivalents als continguts en el compost.

Una **bona gestió dels fertilitzants nitrogenats**, a més de reduir el risc de contaminació de les aigües, pot ser una bona eina per reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle. Els sòls de regadiu de Catalunya contenen més carboni orgànic que els de secà, fet que demostra l'eficàcia del regatge en el segrest de carboni, si bé també tenen taxes d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle superiors. Caldria una avaluació completa de tots els processos que intervenen en les transformacions en regadiu per estimar la seva importància en el balanç de carboni.

Ecosistemes marins

L'escalfament global es reflecteix a la Mediterrània amb una pujada del nivell del mar durant el segle passat i, en els últims 30 anys, un increment de la temperatura



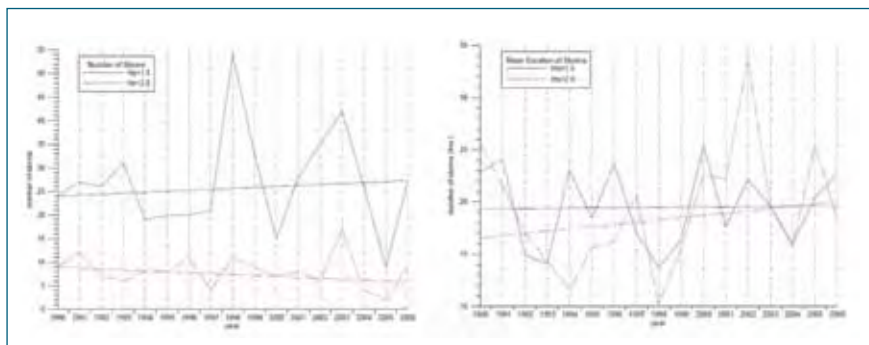
Evolució de la temperatura de l'aigua superficial.

de l'aigua superficial d'uns 0,7°C, una progressiva salinització de les aigües mitjanes i profundes, i un enfortiment de l'estratificació.

Els **efectes sobre els ecosistemes de la Mediterrània** ja s'han deixat veure per mitjà d'una tropicalització de les espècies d'algues, d'invertebrats i de vertebrats, i amb l'afavoriment de les espècies més termòfiles respecte a les més pròpies de mars temperades. Això val també per als peixos d'interès comercial, sobretot aquells les poblacions dels quals ja es troben en una situació crítica per l'explotació pesquera. També s'han mesurat episodis de mortalitat massiva d'invertebrats sèssils del coral-ligen mediterrani, deguts a períodes d'escalfament anòmal de l'aigua en l'època en què l'aliment escasseja; l'afavoriment del fitoplàncton i dels herbívors més petits per causa de l'allargament del període d'estratificació de l'aigua, i l'afavoriment dels carnívors gelatinosos, incloses les meduses.

Litoral

El nombre anual de tempestes d'onatge moderades i fortes durant el període d'observació (1990 a 2006) presenta una tendència oposada: una disminució en



Evolució del nombre i durada de les tempestes d'onatge a la costa catalana.

el nombre de tempestes fortes, mentre que hi ha un augment en el nombre de tempestes moderades. La durada mitjana de les tempestes moderades a la costa espanyola de la Mediterrània és manté relativament constant, mentre que el valor corresponent per a tempestes fortes ha mostrat una tendència creixent durant la darrera dècada. La distribució direccional d'ones incidents mostra una gran variació al llarg de la costa mediterrània espanyola. L'impacte que resulta, per a la costa catalana, subjecte a tempestes de més d'una direcció, seria un **augment de l'erosió i les inundacions sobre una costa ja vulnerable** en la seva condició actual.

En base a dades simulades, hi ha indicis de canvi en les direccions de l'onatge. Això, si es confirma, a més d'afectar a l'agitació en l'interior dels ports, suposaria una modificació de la planta de les platges catalanes. Aquesta modificació seria deguda a què també canviaran els patrons de transport longitudinal. També canviaria el transport net, sobre tot a les parts nord i sud de Catalunya, que podrien veure una disminució de les tempestes amb component nord. Per contra, tant a la part central, com a la part nord, augmentarien els temporals de component sud. Això implicaria una disminució del transport longitudinal net, dirigit de Nord a Sud, amb implicació per a la forma en planta de les platges, els dragatges dels ports i les operacions d'alimentació artificial.

L'augment del nivell relatiu mar-terra podria suposar un increment de l'erosió, particularment a les zones baixes amb subsidència, com ara els deltes i aiguamolls. La resposta erosiva de la costa també canviaria pel desplaçament cap al nord de les trajectòries de tempestes. Això implicaria una disminució de l'altura d'ona però amb un canvi en la direcció d'apropament dels trens d'onades. Tot plegat portaria

a un canvi de la configuració costanera d'equilibri amb conseqüències potencialment serioses, sobretot a les zones amb més estructures rígides (passeigs, edificis i altres).

En els trams costaners més “antropitzats” (aquesta conclusió s'aplica per tant, a les platges de Barcelona ciutat, trams del Maresme i Costa Daurada i, en general, al comportament de la vora costanera “afectada” per estructures rígides) la interacció de la dinàmica climàtica amb les estructures “humanes” també es manifestarà a través de la regulació fluvial. La concentració de pluges en el temps i la disminució del volum mitjà de precipitació portaria a una regulació fluvial diferent i probablement a una disminució de l'aportació sòlida dels rius a la costa. Aquesta nova reducció sedimentària faria encara més vulnerable el sistema costaner en front de possibles variacions de la climatologia a escala regional.

La **temperatura de la superfície del mar** està augmentant, amb una tendència clara a l'alça de la mitjana anual. Això hauria de portar a uns nivells d'oxigen dissolt inferiors que, juntament amb la disminució de la precipitació mitjana i una concentració de més esdeveniments torrencials, ocasionaria una degradació creixent de la qualitat de les aigües costaneres.

Els **impactes** associats de tot plegat seran **multisectorials i a diverses escales**. Alguns d'ells exigiran un consum d'energia i aigua més alt i indirectament agreujaran el possible canvi climàtic. Això il·lustra la importància d'actuar de manera anticipada, invocant en cas de dubte el principi de precaució, de manera que es pugui conservar un ambient tan valuós com la costa mediterrània.

Anàlisi sectorial: gestió, mitigació i adaptació

Eines de gestió

Les emissions de les empreses catalanes que participen en el mercat d'emissions en conjunt han disminuït progressivament, mentre que la participació activa en la **compravenda de drets d'emissió** ha estat fortament protagonitzada fins ara per les grans empreses del sector energètic.

L'adopció voluntària de mesures de reducció d'emissions per part dels sectors difusos resulta escassa en comparació a d'altres països europeus, si bé el *Pla marc de mitigació del canvi climàtic a Catalunya 2008-2012* ha començat a estimular accions de reducció en aquests sectors i a promoure la seva participació en els mercats d'emissions, així que s'esperen avenços significatius durant els propers anys.

Els esforços de Catalunya pel que fa a l'adaptació són coherents amb els instruments vigents i les accions preses per part de la UE i de l'Estat espanyol, i s'han impulsat un seguit d'**estudis per avaluar escenaris i riscos climàtics, així com vulnerabilitats i impactes** a diferents sectors. Malgrat això, la gestió dels riscos climàtics i l'adopció de mesures d'adaptació encara no han estat impulsades formalment i són encara estratègies poc reconegudes per part del sector empresarial i de la societat civil catalanes

Agricultura i ramaderia

Els efectes del canvi climàtic sobre el món agrari són, en conjunt, incerts, variats i complexos, i presenten moltes interaccions entre ells i amb altres factors culturals, socioeconòmics i polítics. Els conreus a Catalunya ocupen un 27% de la superfície del territori, de la qual el 19% és de secà i un 8% és de regadiu.

Els **sistemes agraris** poden tenir un paper significatiu dins la mitigació del canvi climàtic per la seva capacitat d'acumular carboni, nitrogen i d'altres nutrients als diversos compartiments de l'ecosistema, com per exemple, a la biomassa aèria dels boscos, al sòl de boscos i pastures, i l'enterrament dels residus dels conreus. Alhora, proporcionen una gran oportunitat d'incrementar el potencial de mitigació, ja que les activitats agrícola i ramadera són responsables d'una proporció alta de les emissions, principalment de les emissions difuses de gasos amb efecte d'hivernacle.

El clima és la principal causa de la variabilitat interanual en la producció agrària i **qualsevol canvi climàtic augmentarà la incertesa sobre la producció**. Considerant les projeccions sobre les diferents variables climàtiques, es pot diferenciar entre efectes de l'augment de la temperatura, interaccions d'aquests efectes amb l'augment o disminució de les precipitacions, i augment dels fenòmens climàtics extrems. Les expectatives per a l'agricultura europea són que a les zones frescals amb disponibilitat d'aigua s'allargui el període de creixement de diversos cultius, mentre que a les zones càlides meridionals la tendència sigui cap a una reducció de l'estació de creixement, amb un increment del risc de pèrdues productives per gelades tardanes. A Catalunya, com a la resta de contrades mediterrànies, l'elevada heterogeneïtat ambiental permet esperar les dues situacions.

La **situació dels cereals a Catalunya** enfront del canvi climàtic pot ser molt diferent segons es considerin zones de regadiu o zones de secà. Si disminueix la quantitat de precipitació a les zones de muntanya, les zones de reg poden veure's amenaçades l'estiu següent. Però si s'assegura la disponibilitat de l'aigua per al reg, la productivitat d'aquestes zones probablement no ha de veure's minvada. Pel que fa a la pujada de les temperatures els efectes poden ser molt diferents en funció del cultiu i de la manera com es produeixi l'increment de la temperatura. L'augment de la temperatura s'ha estimat que redueix la durada del cicle dels conreus de cereals i, si aquesta pujada es produeix a l'hivern, pot implicar una manca de vernalització en varietats de blat i ordi amb aquests requeriments i, en conseqüència, pot disminuir molt els rendiments. Uns tipus de conreu que podrien presentar problemes amb l'escalfament i l'aridització del clima serien els cereals de secà, com la civada, el blat o l'ordi. El blat és un dels cultius que mostra una resposta més gran a l'augment de CO_2 , en presència de nutrients i d'aigua, i s'ha predit un augment en la producció de blat sota aquestes condicions no limitants d'entre el 7 i l'11%. En canvi, l'increment de CO_2 pot reduir en part els efectes negatius de la sequera i portar al augment del rendiment dels cereals d'hivern de tota Europa.

A diferència dels altres grups de conreus, a Catalunya es cultiva una gran diversitat d'hortalisses, amb moltes espècies diferents i un espectre ampli de cultivars, cultivades per òrgans també molt diversos, i d'origens climàtics molt variables. A més, aquestes hortalisses es cultiven en una gran varietat de sistemes de producció: des d'un cultiu semiextensiu de ceba a les comarques de Lleida fins un cultiu en hivernacle amb els últims avenços tecnològics al litoral català (Maresme, Baix Llobregat i Litoral tarragoní). Aquesta gran diversitat de cultius i de sistemes productius

hauria de conferir a l'**horticultura** una **major capacitat de resposta per fer front als canvis climàtics**.

Alguns dels **cultius llenyosos** que tenen més importància a Catalunya, com la pomera, la perera, el cirerer i el presseguer, necessiten un nombre determinat d'hores-fred. La manca d'un nombre suficient d'hores-fred condueix a una floració més baixa, irregular, estesa en el temps i amb un quallat menor i, per tant a una probable reducció en la producció. Si la reducció d'hores-fred és prou elevada, algunes varietats de pomes i peres cultivades a l'actualitat poden ser inviàbles. En canvi, en alguns cultius com el presseguer, un canvi varietal pot solucionar la manca d'hores de fred.

Un factor fortament limitant en **zones de secà** és la manca d'aigua. En els terrenys de secà o amb regs deficitaris, la reducció de pluges, l'augment de la seva irregularitat i l'augment de les temperatures a l'estiu incrementaria l'estrès hídric, reduint la producció en cultius com l'olivera, l'ametller o l'avellaner. El conreu de la vinya (bàsicament en secà) també veuria reduït el seu potencial productiu per la reducció de la pluviometria. L'augment de temperatures, però, podria incidir positivament en la qualitat.

Els **prats semi-naturals** de les zones fredes i temperades són ecosistemes de gran valor ecològic, paisatgístic i cultural. Aquests ecosistemes constitueixen un reservori de la biodiversitat, mantingut per les poblacions locals mitjançant una gestió extensiva tradicional que a casa nostra data dels temps prehistòrics. Els prats seminaturals constitueixen un dels ecosistemes més amenaçats pel canvi climàtic des del punt de vista de la biodiversitat (Sala *et al.* 2000). Els canvis en el règim de precipitacions i de temperatura habituals i un augment en la freqüència dels fenòmens climàtics extrems podrien fer que aquests ecosistemes es tornessin molt vulnerables. A Catalunya aquests prats es troben distribuïts principalment en zones de muntanya, particularment pel Pirineu, però també per altres muntanyes com el Montseny i les d'altres serralades prelitorals catalanes, arribant fins a la terra baixa mediterrània en àrees localment més humides i frescals.

Energia

La **dependència de Catalunya de combustibles no renovables** continua augmentant tant pel decreixement de la seva producció autòctona com pel creixement

del consum d'aquest tipus de combustibles. L'increment de temperatura augmentarà les exigències al sistema energètic a Catalunya en termes de certs augments de la demanda, de reducció de rendiments, de la capacitat de generació elèctrica i de transport de les línies elèctriques, a més de les derivades de possibles aparicions més freqüents o intenses d'episodis extrems. No s'han detectat actuacions d'adaptació a aquest nou escenari. Les emissions de calor i d'humitat derivades de la combustió de combustibles contribuiran a incrementar la *temperatura de xafogor*, i com a conseqüència la disminució del confort o l'augment del consum de climatització.

Les mesures de mitigació necessàries per posar els paràmetres d'emissions, de consum i de fonts renovables als que correspondrien a Catalunya són importants i no es poden dur a terme amb petits gestos, sinó que calen polítiques integrades. La introducció del **vehicle elèctric** pot ser un **mitjà per assolir els compromisos ambientals i energètics** sempre i quan la generació elèctrica provingui d'energies renovables.

Indústria

En els darrers cinc anys, tot i que és un lapse de temps curt per a la indústria, es pot albirar un canvi notable en el sector industrial. No és el mateix en tots els sectors, però tots ells han iniciat actuacions tendents a reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle. La millora en **l'ús eficient de l'energia** ha representat un **estalvi important de les emissions**. No hi ha dubte que la tasca de sensibilització que s'ha fet des de les instàncies públiques hi ha tingut un paper important, però el que més ha empès a les reduccions d'emissions ha estat la necessitat de complir amb uns topalls pel que fa a les emissions emeses per alguns sectors, sota el risc d'haver de comprar drets si se superaven.

La raó principal per la qual s'ha començat per l'estalvi energètic és perquè, a més d'estalviar emissions, representa un estalvi econòmic directe per a la indústria quan disposa de tecnologies noves i de fàcil aplicació. Aquest fet dona una bona pista a l'hora de pensar què cal fer per continuar reduint les emissions: fer la recerca necessària que permeti introduir modificacions als processos que vagin en el sentit de l'estalvi, tant econòmic, immediat o a un termini mitjà, com de les emissions. En molts casos, principalment a les **empreses mitjanes i petites**, ni tan sols cal innovar sinó **fomentar l'aplicació correcta de les millors tecnologies disponibles**.



Tenint en compte solament dos sectors importants per a Catalunya, el del **ciment i el químic**, es pot dir que l'eficiència energètica en el conjunt del sector ha millorat en un percentatge de l'ordre del 40% i ha passat d'un consum superior als 4.500 MJ per tona de ciment a poc més dels 3.000 MJ per tona. Pel que fa al sector químic caldrà valorar quin és l'impacte per al seva incorporació en el mercat europeu de drets d'emissió a partir del 2013.

Planificació

Mobilitat i transport

Des de fa dos anys hi ha dos elements nous externs al comportament del sector que fan que la **situació del transport, la mobilitat i la logística** puguin ser diferents dels anys previs: la crisi econòmica global i les perspectives de les noves fonts energètiques per a la mobilitat (electricitat i piles d'hidrogen). La crisi econòmica global 2008-2011 ha retret els trànsits tant de viatgers com de mercaderies a llinars de començaments de la present dècada 2000-2009. La introducció de piles d'hidrogen i l'electrificació del transport disminuirà considerablement les emissions del transport en quinze anys (durant aquest període necessari per al canvi

tecnològic a gran escala i per a la viabilitat de les noves opcions energètiques quant a autonomia i preu, els vehicles híbrids faran un paper d'interfase).

Es contemplen **dues fases**. La primera, corresponent a un període de transició d'uns 15 anys **fins al 2025**, on les mesures d'augment d'ocupació, tarifació, lleu canvi modal per les inversions ferroviàries i en ecomobilitat a les ciutats (com el lloguer de bicicletes), desvincularan els efectes del canvi climàtic a la proporcionalitat d'augment dels vehicles-km de la mobilitat. La crisi global del 2008-2011 ha permès guanyar un decenni quant a nivell de trànsits (vehicles-km) i, per tant, reduir l'impacte del transport sobre el canvi climàtic. La segona fase, **a partir del 2025**, preveu per a l'escenari 2050 una mínima incidència del sector transport en el canvi climàtic quant a emissions (si l'energia elèctrica s'obté de forma neta). Tot i així, la mobilitat i el transport continuaran presentant reptes socials quant a consum energètic i externalitats (congestió, accidents, soroll, efecte de barrera, etc.).

Urbanisme i edificació

A Catalunya, la “sensibilitat sostenible” ha estat pionera i, en aquests moments, destaca per la seva inicial incidència normativa. Tanmateix, encara que la assimilació progressiva d'una certa “ètica responsable” – políticament i tecnològica ja assumida – es fa palesa en molts aspectes socioculturals, encara cal assenyalar la manca d'autèntiques experiències innovadores en el camp de l'habitatge – nous barris sostenibles i innovadors – o de grans projectes d'excel·lència, ambiciosos i referencials.

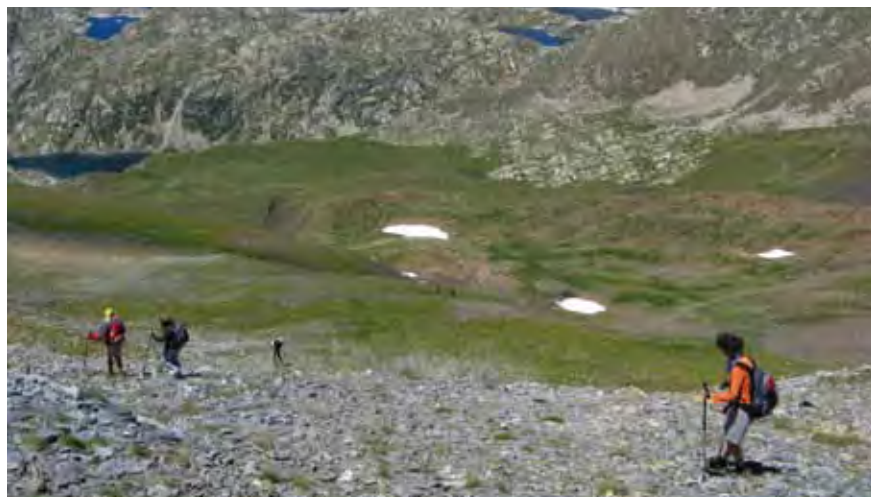
Així, pel que fa al territori s'indica passar d'una planificació excessivament limitada, rígida i/o sectoritzada a una planificació més holística i flexible, atenta a la integració entre desenvolupament, preservació i mobilitat. Des del punt de vista urbanístic, s'exposa passar d'un urbanisme continuista amb les formes tradicionals de la ciutat a un urbanisme innovador i reactivador. Es planteja una concepció arquitectònica i constructiva que passi d'una concepció merament funcional a una altra de més “relacional”, atenta als vectors bàsics de sostenibilitat (concepció integral dels cicles de l'aigua, l'energia, els materials i els residus, el confort, la salut i l'habitabilitat, l'atenció sensible al context i al paisatge, la participació i la interacció socials, l'accessibilitat i la mobilitat, passant de la racionalitat econòmica a l'aposta per la qualitat i la innovació). En relació amb el disseny i la tecnologia, es planteja passar a un disseny integrador, susceptible de tenir en compte sistemes globals capaços de respondre als reptes de la sostenibilitat, des de l'aplicació i la

investigació de processos avançats i de materials innovadors, relacionats amb la indústria constructiva i la recerca tecnològica. En l'àmbit de la gestió de la llar, es suggereix passar d'unes dinàmiques excessivament auto-responsabilitzadores a unes dinàmiques més incentivadores i gratificants, combinant la difusió i la comunicació de campanyes de sensibilització amb la capacitat d'incidir en els comportaments de manera positiva; atenent a la diversitat de les situacions, a una nova concepció dels espais de vida i producció, a les noves relacions entre espais servits/servidors i a l'aplicació de mesures bonificadores i qualificadores d'estalvi i generació..

Turisme

Pel que fa a les relacions entre **turisme i canvi climàtic**, s'ha de continuar ressaltant el relatiu desinterès en el tema, tant des del propi sector (amb la possible i fins a cert punt lògica excepció de l'esquí) com des de la pròpia comunitat científica.

El turisme de sol i platja continua semblant relativament poc vulnerable pels majors impactes que tindran les destinacions competidores, i per la possibilitat de desestacionalitzar l'oferta. Altrament, hom creu que impactes com l'escassetat de recursos hídrics o l'augment del nivell del mar es poden gestionar amb l'aplicació de noves tecnologies com la dessalinització o la construcció d'obres de defensa.



El turisme d'hivern continua sent la modalitat més vulnerable al canvi climàtic i també la que més s'esforça en desenvolupar adaptacions com la fabricació de neu artificial (també problemàtica en termes energètics i ambientals), o la diversificació d'activitats més enllà de la neu.

Les **formes alternatives de turisme** presenten també una vulnerabilitat relativament alta (en dependre molt del patrimoni natural o cultural) però, a la vegada, **són les que més es poden beneficiar de polítiques territorials i ambientals no estrictament vinculades amb el clima.**

Residus

Les oportunitats que ofereix el sector residus per reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle són nombroses i cal mantenir en el futur l'esforç en la seva aplicació. La primera de les mesures, reiterativa, és la **reducció en origen** a partir de les bones pràctiques en els diferents fluxos de residus: runes, ramaders, residus sòlids municipals, industrials, aigües residuals urbanes i industrials, i residus secundaris.

La **reducció del flux de residus secundaris serà clau, i possible**, en els propers anys, ja que ha estat el flux que més s'ha incrementat en el darrers anys. També serà clau incidir en el transport dels residus, començant pels ramaders, runes, secundaris i residus sòlids municipals; les millores en el transport es poden combinar amb la valorització material en origen, que també representen una disminució en el transport.

Un aspecte també clau és **millorar l'eficàcia de recollida del biogàs en els abocadors**, millorant-ne la gestió i operació.

Les oportunitats que ofereixen les mesures de mitigació aplicades al transport són considerables, ja que, en l'actualitat aquestes emissions no són menyspreables, i això requerirà apropar les plantes de gestió dels residus als punts de generació. A més, a mesura que disminuiran les emissions en les plantes de tractament i abocadors, les emissions en l'etapa de transport seran més rellevants. El **transport interurbà del residus sòlids municipals**, és un **factor clau en què cal actuar** per tal de disminuir en el futur aquestes emissions; també ho són els serveis de repàs i manteniment en la recollida dels residus sòlids municipals. Al mateix temps la ubicació dels punts verds i deixalleries properes als ciutadans serà clau per mini-

mitjar les emissions associades al transport amb vehicle privat dels residus a les deixalleries

A mitjà termini existeixen alternatives viables per poder anar més enllà del que preveu el *Pla Marc de Mitigació del Canvi Climàtic a Catalunya 2008-2012*:

- Ramaders: la digestió anaeròbia continua sent la via de mitigació més efectiva. Evidentment la seva implantació depèn del funcionament de les infraestructures actuals i del desenvolupament de noves.
- Residus sòlids municipals: s'ha plantejat un escenari de transició 2012 basat en el funcionament actual, les previsions dels plans de gestió –increment de la recollida selectiva de fracció orgànica dels residus municipals – disminució de la generació, entre altres – i la incorporació de la pre-estabilització biològica de les fraccions a gestionar en abocador. Els resultats demostren que els guanys que aquest escenari podria aportar a mitjà termini són considerables i no menyspreables. Aquest escenari aplicat als residus sòlids municipals permetria assolir per si sol les reduccions previstes en el Pla marc de mitigació del canvi climàtic a Catalunya 2008 – 2012 en només dos anys una vegada implantat, encara que les principals reduccions serien a mitjà termini.
- Industrials: millorar la classificació i segregació en origen de les fraccions de residus assimilables a residus sòlids municipals, i disminuir la seva gestió en abocador.
- Secundaris: millorar l'eficàcia de les actuals instal·lacions de gestió dels residus.
- Transport: millorar la logística, així com els emplaçaments de les plantes.

Salut

Per més que sigui difícil predir l'abast del **efectes del canvi climàtic sobre la salut** de la població de Catalunya, sembla altament probable que els riscos més

preocupants seran els derivats del progressiu escalfament ambiental, però, sobretot, de l'increment dels episodis de calor extrema. L'increment de la temperatura podria exacerbar la formació i agressivitat de determinats contaminants, sobretot als principals nuclis urbans, on es manté un intens tràfic rodat, consumidor de productes fòssils y generador de gasos amb efecte d'hivernacle, alguns simplement, que no és poc, causants del propi canvi climàtic i altres, endemés, nocius per a la salut, com al monòxid de carboni, els òxids de nitrogen i l'ozó, que caldrà controlar i arbitrar mesures de protecció per a la població en general.

El pol·len constitueix un al·lergogen d'origen natural, la generació i distribució del qual és sensible a les condicions atmosfèriques. El canvi climàtic pot determinar la quantitat de pol·len i el temps de generació per part de les plantes, i àdhuc l'expansió de determinades espècies vegetals a territoris on prèviament eren desconegudes. El pol·len provoca freqüents episodis d'asma i al·lèrgia a persones sensibles a aquest contaminant biogenètic i podria ésser l'origen d'un increment d'aquestes afeccions entre els habitants de Catalunya. També els contaminants minerals de generació bàsicament natural, com són les pols procedents del Sàhara, podrien causar al·lèrgies i diferents problemes respiratoris, que potencialment és possible que s'incrementin amb el canvi climàtic i la intensificació de l'aridesa tropical i subtropical.

Els impactes previsibles que el canvi climàtic pugui provocar en la transmissió de malalties infeccioses per altres territoris no representen riscos preocupants per als habitants de Catalunya.

La recerca sobre el canvi climàtic a Catalunya

Més del cinquanta per cent dels projectes competitius on participen investigadors catalans corresponen a l'anàlisi de les observacions dels canvis del clima, a l'estudi de les emissions i dels cicles biogeoquímics. A Catalunya un 20% dels projectes es dedica a estudis paleoclimatològics, una comunitat científica que recentment s'ha incrementat de manera notable en recursos humans i en capacitat d'aconseguir projectes.

Durant els darrers anys ha augmentat notablement el nombre de projectes competitius dedicats a l'estudi dels impactes del canvi climàtic i a l'anàlisi de la seva relació amb els riscos naturals. La meitat dels projectes dedicats a estudiar els impactes del canvi climàtic s'orienten a estudis d'impactes sobre el medi vegetal. Això es deu a que Catalunya disposa de dos centres, el CREAF i l'IRTA, molt potents i competitius en aquest àmbit.

A Catalunya es dedica molt poca atenció als estudis d'adaptació, mitigació i a l'anàlisi de polítiques de canvi climàtic.

La **producció científica** en forma de publicacions en revistes SCI en temes de canvi climàtic **s'ha multiplicat per 3,5 des de l'any 2000**. L'any 2008 es varen publicar 134 articles i es varen elaborar 46 tesis doctorals. El 46% dels articles publicats s'ha publicat en revistes que durant el període analitzat, 2000-2008, han inclòs menys de cinc articles d'autors catalans. Això és una mostra de la gran dispersió temàtica dels temes publicats .

En termes generals l'estructura científica que dona suport a la recerca en canvi climàtic encara és fràgil. La major part d'investigadors estan en departaments i centres en els quals la recerca sobre els temes de canvi climàtic no és estratègica.



Redacció del 2n Informe del Canvi Climàtic a Catalunya:

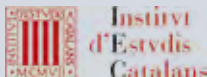
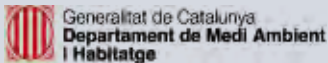
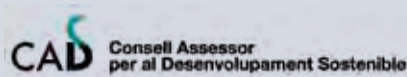
Coordinador

Josep Enric Llebot

Autors

Josep Maria Alcañiz, Miquel Alonso, J.M. Baldasano Recio, Antoni Barrera-Escoda, Martí Boada, Jaume Boixadera, Manola Brunet, Isabel Cacho, Daniel Calatayud, Josep Calbó, Eva Calvo, Mar Campins, Pep Canadell, Jofre Carnicer, Pere Casals, Mercè Casas, Lluís Coll, Marta Coll, Rafel Coma, Esteve Corbera, Joaquim Corominas, Jordi Corominas, Joan Costa, Jordi Cunillera, Jorge Curiel, Maria Díaz de Quijano, Glòria Domínguez, Isabel Escaler, Marc Estiarte, Miquel Àngel Estrada, Maria Teresa Felipó, Iolanda Filella, Xavier Font, Xavier Gabarrell, Martín Garbulsky, Ramon Garriga, Manuel Gausa, Santiago Gorostiza, Carles Gràcia, Alistar Jump, Trevor Keenan, M. del Carme Llasat, Josep Enric Llebot, Francisco Lloret, Jaume Lloveras, Rosa Llurba, Joan Carles Llurdés, Joan Llusà, Javier Martin-Vide, Lluís Martín, Josep Mas-Pla, Anna Massagué, César Mösso, Ivan Muñoz, Miquel Muñoz, Francesc Muñoz, Romà Ogaya, Alejandro J. Ortiz, Josep Oriol Ortiz, Josep Pascual, Carles Pelejero, Josep Peñuelas, Marta Pérez, Míriam Piqué, Josefina Plaixats, Rosa Maria Poch, Isabel Pont, Josep M. Raso, Marta Ribes, Laura Rico, Joan Rieradevall, Anna Rius, Albert Rivas-Ubach, Francesc Robusté, Ismael Romeo, Salvador Rueda, This Rutishauser, Joan Sabatè, Santi Sabaté, Agustín Sánchez-Arcilla, Arturo Sánchez Lorenzo, Jordi Sardans, David Saurí, Robert Savé, M. Teresa Sebastià, Roger Seco, Joan Pau Sierra, Jorge Silva, Rafel Simó, Albert Soret, Constantí Stefanescu, Joan David Tàbara, Jaume Terrades, Jordi Vayreda, Pau Vericat, Montse Vidal.

Aquest resum a estat elaborat per Josep Enric Llebot, coordinador del Grup d'Experts en Canvi Climàtic de Catalunya.



Amb el suport de:

