



EL CANVI CLIMÀTIC A OSONA

**Ponències organitzades
pel Grup de Defensa del Ter**

**Presentades el dies 14 i 31 de març de 2006
a la Universitat de Vic
i al Museu Industrial del Ter**



TEMPLE ROMÀ . VIC
PATRONAT D'ESTUDIS OSONENCS



PATRONAT
D'ESTUDIS
OSONENCS

TEMPLE ROMÀ VIC

EL CANVI CLIMÀTIC A OSONA

**Ponències organitzades
pel Grup de Defensa del Ter**

**Presentades els dies 14 i 31 de març de 2006
a la Universitat de Vic
i al Museu Industrial del Ter**

**PUBLICACIONS DEL PATRONAT D'ESTUDIS OSONENCIS
VIC**

L'edició d'aquest llibre per part del
PATRONAT D'ESTUDIS OSONENCs, ha estat
parcialment subvencionada per



PRESENTACIÓ

Primera edició: Abril de 2007

- © pels textos, els respectius autors.
- © per l'edició, el Patronat d'Estudis Osonencs
- © fotografia coberta: Maira Serra

Aquesta edició, incloent-hi el disseny de la coberta, és propietat
del Patronat d'Estudis Osonencs

Administració: C/ Santa Maria, 1 - 08500 Vic

Dipòsit legal: B-22.426-2007
ISBN: 978-84-933587-6-1

Imprès a Impremta Daví-Vic
rbla. dels Montcada, 10 - 08500 Vic

A mitjan 2003 la Comissió d'Energies del Grup de Defensa del Ter va analitzar els resultats del tercer informe del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). L'agència especialitzada de les Nacions Unides havia valorat l'impacte, l'adaptació i la vulnerabilitat de sistemes humans i naturals al canvi climàtic, i les conseqüències potencials. El 2001 es va presentar el tercer dels informes, després dels de 1990 i 1995. Aquest document (llegit detingudament), en la seva versió resumida, feia esfereir. L'informe confirmava que l'increment de la temperatura de la Terra era inqüestionable i era causada per l'home per mitjà bàsicament de la combustió d'energies fòssils. A continuació enumerava els efectes que tindria sobre les nostres latituds el canvi climàtic: temperatures màximes més elevades i més de dies de calor, temperatures mínimes més elevades i menys dies de fred, més fenòmens de precipitacions intenses amb els consegüents riscos de pluges torrencials, increment de les sequeres estivals, i dels riscos associats a la sequera: com incendis, increment de la desertització, moviments migratoris sud-nord, efectes sobre l'economia... Moltes de les previsions ja es començaven a observar durant els últims anys a la nostra comarca.

Com a grup ecologista, ens sorprenia també la manca de ressò que aquests fets provocaven entre els nostres mitjans de comunicació així com el desconeixement que la problemàtica portava incorporada. Finalment trobàvem molt a faltar la implicació de l'Administració en aquesta problemàtica.

Moltes hores de treball voluntari durant dos anys i un treball molt acurat per part dels ponents, van donar lloc a l'estudi del canvi climàtic a Osona que teniu avui entre mans. Des del Grup de Defensa del Ter us presentem un recull de les valoracions, fetes per part d'experts de la comarca, sobre quins efectes s'han detectat, quins efectes es preveuen i quines formes de mitigar-los es podrien implementar. Una constatació és comuna a totes les ponències: la mà de l'home té un efecte sobre el medi molt

més important que el canvi climàtic, contaminació de rius, d'aqüífers i de fonts, desdoblaments de carreteres i túnels, contaminació atmosfèrica, manteniment de la cria intensiva de porcí... i un problema més greu de difícil retorn, l'«emporlanat» del territori a través d'urbanitzacions, polígons, carreteres i un llarg etcètera.

L'Administració, en tots els seus nivells, no sempre està fent la seva feina de conservar i vetllar pel bon estat del medi ambient i han de ser els grups ecologistes els que han de generar consciència social a través de campanyes o llibres com el present, els que han d'alertar de les implicacions profundes i a tots nivells de l'excés que fa la nostra societat en l'explotació dels recursos, i en concret dels fòssils. La política del deixar fer o de fonamentar el progrés en la modificació profunda dels sistemes naturals, degrada la Terra i disminueix el benestar global.

L'espècie humana no sempre ha utilitzat els avenços tecnològics i intel·lectuals per garantir el benestar de la humanitat. L'economia de mercat amaga sota noves paraules el seu esperit més cru i depredador, i converteix cada recurs essencial en una mercaderia inassequible per al 80% de la humanitat.

Malgrat tot, en els darrers anys s'han plantejat —i en aquest treball es plantegen— propostes sota una nova perspectiva de progrés global amb un especial interès pel coneixement local.

Valgui doncs aquesta exhaustiva reflexió i proposta per construir una comarca, un país, un planeta més justos.

Coordinadors

GRUP DE DEFENSA DEL TER

Toni Ballús i Corrius

Josep Ors i Sellabona

Josep Verdaguer i Espauella

PRÒLEG

L'escalfament de l'atmosfera i els previsibles canvis del seu comportament, l'anomenat canvi climàtic, des de fa uns anys són un tema d'actualitat a l'opinió pública per totes les repercussions socials i econòmiques que poden tenir. El tema, però, no és nou. A finals del segle XIX, el químic i físic suec Svante Arrhenius, pensant que una possible causa de les glaciacions era el canvi de la concentració de diòxid de carboni de l'atmosfera, va imaginar-se què passaria si la concentració atmosfèrica de CO₂ augmentava i va deduir que l'atmosfera s'escalfaria. La interpretació que va fer el científic nòrdic, guardonat poc després amb el premi Nobel per les seves contribucions en el camp de la química, quan argumentava que l'escalfament de l'atmosfera seria bo perquè conduiria a hiverns més suaus i faria productives extenses zones on el conreu de cereals, fins aleshores, no era rendible, era el resultat de la seva visió des del nord d'Europa i del concepte positiu que es tenia, aleshores, del progrés. Els arguments al llarg de la història es repeteixen i fa poc més de dos anys el president de Rússia, Vladimir Putin, quan es posicionava en les millors condicions per a ell i el seu país davant de les pressions de la Unió Europea per tal que Rússia ratifiqués el protocol de Kyoto, argumentava que pel seu país el canvi climàtic serà positiu perquè suposarà un estalvi en roba d'abric i calefacció a l'hivern. Aquesta característica dual, que el canvi climàtic portarà conseqüències positives i negatives, aflora moltes vegades a les discussions sobre com cal intervenir sobre el problema. Justament aquesta naturalesa dual i les enormes dificultats per poder conèixer tant a escala local com a escala global els impactes d'un canvi del clima durant els anys propers fan poc útils els plantejaments que els utilitzen per justificar l'actuació sobre el problema del canvi climàtic enfront d'arguments com l'ús incontrolat dels recursos o la millora de l'eficiència.

La visió actual dels impactes de l'escalfament de l'atmosfera i del canvi climàtic consegüent és diferent, però, de la de començaments del segle XX. L'any 1988 l'Organització

Meteorològica Mundial i les Nacions Unides van crear el Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic, l'IPCC, amb l'objectiu d'aconseguir tenir una opinió contrastada sobre la ciència, els impactes, les mesures d'adaptació i les estratègies de gestió política sobre el problema del canvi climàtic d'origen antropogènic. Des d'aleshores l'IPCC ha produït tres informes globals, el darrer dels quals va ser publicat l'any 2001. S'espera que l'any 2008 es publiqui el quart informe, el qual posarà al dia l'estat del coneixement sobre el problema.

Fins ara, en els seus informes, l'IPCC analitza globalment els efectes i les conseqüències del canvi del clima i per això l'escala de les seves prediccions és relativament petita. Si bé la qüestió del canvi climàtic és global i afecta a tot el planeta en conjunt, els seus efectes es manifestaran de forma molt diferent a cada lloc. Per això, el mateix IPCC, en el seu darrer informe, recomana dur a terme estudis locals, tant des del punt de vista de la perspectiva dels models com dels impactes i mesures d'adaptació. A molts llocs arreu del món s'està treballant per tal de dur a terme la regionalització de les anàlisis prospectives dels models climàtics generals, també a Catalunya, de tal manera que es puguin discriminar les prediccions locals de l'evolució global de les variables climàtiques, si més no per les diferents regions climàtiques del país. Però per elaborar una estratègia d'actuació, els responsables del país necessiten alguna cosa més que prediccions sobre l'evolució de les variables climàtiques, i per això es va veure la conveniència d'aconseguir una visió conjunta sobre les característiques climàtiques del territori, de les previsions sobre la dimensió dels possibles canvis del clima a un termini mitjà i dels seus efectes i conseqüències sobre els diferents entorns de la biosfera i dels sectors econòmics i d'activitat al nostre país. Això s'ha fet per a Catalunya, quan l'any 2005 es publicà l'*Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya*, i ara tinc l'honor de prologar aquest molt rellevant document que ofereix una visió dels impactes del canvi climàtic a Osona.

Una de les conclusions generals de l'estudi, moltes vegades no explicitada, és que les transformacions socioeconòmiques a les quals està sotmesa la comarca osonenca poden comportar canvis d'activitats, d'estructura del sistema productiu i de la vida, de conductes d'ús i de consum en un termini curt i mitjà dels osonencs que tenen, moltes vegades, un impacte ambiental superior que els efectes del canvi climàtic. Podríem dir que els processos que els canvis del clima poden desencadenar modulen els canvis ambientals d'una forma que, en termes generals, no ajuden a reduir els impactes sinó que, a l'inrevés, els fan més seriosos; però que, sovint, els canvis tan dinàmics de la societat són molt més importants en magnitud i intensitat que els que es poden atribuir al canvi climàtic. Moltes vegades aquestes transformacions s'analitzen amb el nom de canvi global, una part del qual el produeixen els processos deguts als canvis del clima. Hi ha d'altres causes però que indueixen directament o indirecta al canvi global, com l'evolució de la demografia, i l'evolució de l'economia o de la implantació tecnològica. En aquest estudi aquestes causes apareixen quan es parla, per exemple, d'implantar el Codi de Bones Pràctiques en explotacions agrícoles o ramaderes, o quan s'analitza les característiques de la urbanització osonenca com de semidifusa.

En termes generals, a l'estudi també es constata el diferent grau de coneixement i, per tant, d'aprofundiment dels diferents temes sobre els quals el canvi climàtic té incidència a Catalunya i, en particular, a Osona. Així es té un bon coneixement de les magnituds meteorològiques i de l'evolució de les variables climàtiques i de les emissions de gasos a l'atmosfera per tot Catalunya, però manca la precisió a escala osonenca. Aquest no és un fet característic d'Osona sinó que és genèric per a tot el país. Així mateix, si bé manquen estudis encara pel que fa al medi natural, es coneix molt més sobre els impactes del canvi climàtic en els ecosistemes terrestres i aquàtics, en els sòls i sobre la vegetació que sobre el món industrial, el turisme o la salut. Per tant, una altra conclusió general que s'extreu de l'es-

tudi és l'heterogeneïtat del coneixement i, a la vegada, la representativitat diferent de les prediccions, ja que no és el mateix predir l'evolució de la temperatura, per exemple, que com serà afectada la productivitat d'un determinat conreu o d'una explotació ramadera, o d'un sector d'activitat social com el turisme. D'altra banda, és evident que moltes de les conclusions de l'estudi no són específiques d'Osona sinó que són extrapolables a altres zones de Catalunya i, encara més, de tota l'àrea mediterrània, amb la qual es comparteixen moltes semblances, però també queden paleses les especificitats d'Osona respecte d'altres comarques de Catalunya.

Una altra conclusió, més específica, que no obstant això es repeteix en diferents apartats d'aquest estudi, és la necessitat d'incrementar la connectivitat ecològica del territori, que actualment està massa fragmentat, amb la corresponent fragilitat i risc que la fragmentació produeix sobre els entorns i les espècies enfront de canvis ambientals com els associats al canvi climàtic.

A continuació resumeixo les conclusions de cadascun dels apartats del treball que a mi personalment m'han cridat més l'atenció.

Climatologia

El comportament climàtic de la comarca d'Osona no es diferencia apreciablement de les tendències globals elaborades pels models referits pel Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic. Sembla que la previsió sobre l'augment de la temperatura, de cara a l'any 2100, se situaria a l'entorn dels 4°C, una mica per sobre de la mitjana mundial, i que la pluvio-metria, molt més difícil de predir, sembla apuntar vers una lleugera reducció del total de precipitació anual concentrat especialment al trimestre de l'estiu.

Dinàmica hidrològica

Convé estar atents a la disminució de la quantitat d'aigua caiguda durant la primavera, estació caracteritzada per una disminu-

ció general de la precipitació a tot Catalunya. Pel que fa als rius, s'esmenta una modificació del temps de residència de l'aigua incident a la conca si canvia el patró de pluges, amb la consegüent disminució de la probabilitat de recuperació de les reserves hídriques. La tendència, no atribuïble al canvi climàtic, d'augment de la forestació i revegetació de zones destinades anteriorment a explotacions agrícoles implica un augment de la retenció de l'escorrentia natural, a la qual les tendències que s'albiren associades al canvi climàtic no ajuden. A banda de recomanacions generals sobre els canvis d'actituds d'ús dels recursos, es posa de manifest que manca estudiar amb profunditat els sistemes aquífers de la comarca, característica que es posa de relleu també en altres llocs de Catalunya a l'Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya.

Ecosistemes terrestres i aigües continentals

La gran biodiversitat de la comarca d'Osona deguda a l'existència de tres regions biogeogràfiques diferents, la mediterrània, l'eurosiberiana i la boreoalpina, fa que la manifestació del canvi climàtic es mostri d'una manera molt variada. Es fa esment que manquen estudis sobre canvis fenològics, que d'altra banda s'han constatat en altres llocs de Catalunya, i se suggereix que una millor xarxa d'espais protegits dirigida, sobretot, a millorar la connectivitat ecològica contribuiria a protegir poblacions afectades pels canvis ambientals que es veuen forçades a desplaçar-se.

Flora i vegetació

De forma semblant a la d'altres apartats d'aquest estudi, pel que fa a la flora i a la vegetació es conclou que els principals efectes vindran determinats per la manca de disponibilitat d'aigua, la qual cosa implicarà canvis en la composició florística i en la distribució de les comunitats vegetals que comportaran una disminució de les espècies centreeuropees i un augment de les espècies mediterrànies i, en conseqüència, una reducció impor-

tant de la biodiversitat florística de la comarca. A l'igual que a l'apartat d'ecosistemes terrestres i aigües continentals, per pal·liar el problema es proposa reduir la fragmentació dels ecosistemes naturals, la qual cosa passa per augmentar la superfície d'espais naturals protegits.

Ecosistemes aquàtics

Es detecta una manca de dades sobre els sistemes aquàtics d'Osona, però es constata que manté hàbitats naturals d'interès comunitari i conservació prioritària i vestigis faunístics d'èpoques més fredes i humides. Es proposa delimitar clarament l'àmbit fluvial del conjunt del territori i evitar l'ocupació de zones inundables en previsió d'episodis de cops de rius i aiguats, que segons alguns models poden augmentar com a conseqüència dels canvis ambientals que s'albiren pel futur.

Sòls

El canvi climàtic podria portar pèrdues d'humitat i increment de l'aridesa a causa de la reducció de les aportacions d'aigua i de l'augment de la taxa d'evaporació i transpiració. També els sòls podrien veure augmentar la seva salinització, la seva taxa de mineralització i les pèrdues de matèria orgànica, així com podrien també experimentar canvis en la seva microflora, pèrdua de la seva estructura i més erosió. Com a mesures de mitigació, es proposa reduir les emissions de N₂O, maximitzant l'eficiència de l'ús dels fertilitzants orgànics i minerals aportats als sòls.

Agricultura

L'excés de producció porcina, la producció amb monocultiu de cereals amb un ús elevat d'agroquímics i adobs rics en nitrogen i la disminució del nombre d'explotacions agrícoles són aspectes de caràcter general que caracteritzen i, a la vegada, afecten l'agricultura i la ramaderia d'Osona. L'agricultura osonenca és essencialment de secà, la qual cosa la fa vulnerable a la dismi-

nució de recursos hídrics induïts per l'augment de la temperatura de l'atmosfera i els canvis de patrons de la pluviometria. Per mitigar el canvi ambiental, al treball es comenten pràctiques com la reducció de la intensitat de l'ús de la terra i l'aplicació del Codi de Bones Pràctiques proposat pel DARP.

Ramaderia

La comarca d'Osona és la que té una major densitat ramadera de Catalunya i la segona amb més cens de bestiar. Els processos associats al canvi climàtic tindran un efecte poc rellevant sobre el model ramader actual, caracteritzat per la predominança del sector porcí.

Bosc

La superfície forestal és majoritària a Osona i està fortament relacionada amb l'activitat agrària. El principal efecte dels canvis ambientals associats a la climatologia sobre els boscos són les variacions en la disponibilitat d'aigua que poden induir estrès hídric, amb la consegüent vulnerabilitat a malalties i, naturalment, als incendis i, posteriorment, al canvi de les tipologies dels boscos de la comarca.

Energia

La diagnosi sobre la situació actual d'aquest sector remarca que el grau d'electrificació de la comarca és molt alt, amb xarxes elèctriques ben distribuïdes i gasoductes que abasteixen la major part de la població. Els canvis en la precipitació poden afectar la capacitat productiva d'electricitat a partir de les centrals hidràuliques com la de Sau o les instal·lacions més petites situades al llarg del Ter. La millora del paper de la comarca d'Osona respecte de les emissions l'autor del document les situa en el canvi d'hàbits de la població en un nou model social i energètic. Pel que fa a les energies que no utilitzen combustibles fòssils, a Osona la que té un potencial major de creixement és la fotovoltaica.

Indústria

El document elaborat conclou que els efectes directes del canvi climàtic sobre el sector industrial seran secundaris. Els efectes indirectes, especialment en la indústria agroalimentària, poden derivar-se d'un augment de les necessitats de manteniment, d'una major despesa energètica i de la necessitat d'invertir per donar resposta a demandes cada vegada més grans de refrigeració. Pel que fa a les mesures de mitigació i adaptació es proposa l'adopció de metodologies de gestió ambiental de les empreses que comportin, en termes generals, reduccions d'ús de recursos i millora de la producció com a resultat de la millora de l'eficiència.

Residus

Els residus municipals i els residus ramaders són els que fan una aportació més gran a les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a l'atmosfera. Es proposa, per reduir les emissions, la recollida selectiva i l'aplicació del Codi de Bones Pràctiques per a les explotacions ramaderes.

Territori

Com a característica general, i d'altra banda no exclusiva de la comarca, hi ha l'augment de la superfície urbanitzada. No obstant això, l'estudi proposa el manteniment del dinamisme socioeconòmic del darrer segle amb l'estructura de poblament equilibrada amb absència d'una macrocefàlia. La dispersió de la població, la poca distància entre els nuclis de població i la generalització de mitjans de transport ha augmentat la mobilitat, per la qual cosa cal millorar el sistema de transport públic intracomarcal.

L'estudi, sobretot, sense esmentar-ho directament identifica alguns sectors de risc, d'una manera molt suau, ja que les projeccions sobre el futur són molt aventurades. A la vegada, de forma molt suau però coincident en diversos capítols, s'esmen-

ten actuacions que són estructurals i, per tant, cares i llargues, i que perquè siguin adequades han de tenir en compte les previsions sobre l'evolució del clima. L'element que apareix en la major part dels informes sectorials és la preocupació per la disponibilitat hídrica, ja que malgrat que els models no s'acaben de posar d'acord sobre l'evolució de la precipitació, les temperatures més altes afavoriran l'evapotranspiració i, per tant, la disponibilitat d'aigua pels ecosistemes, per l'agricultura i pel consum humà serà inferior. Les polítiques d'estalvi per a la ciutadania i per a la indústria, però també de gestió del territori, de tenir cura dels sectors agrícoles i ramaders, són la resposta a aquest problema en concret, però també per a la major part de qüestions que es plantegen a l'estudi.

Per acabar, crec que és just felicitar els autors per la seva anàlisi d'un tema difícil i sovint polèmic com el canvi climàtic; i dono als promotors del treball la meua més calorosa enhorabona per tenir la idea d'elaborar-lo i per coordinar la seva elaboració i seguiment.

Barcelona, octubre de 2006

Josep Enric Llebot

Catedràtic de Física de la
Matèria Condensada de la UAB
Conseller del Consell Assessor
per al Desenvolupament Sostenible
de la Generalitat de Catalunya

CLIMATOLOGIA

Marc Candela i Garolera (Vic, 1977) és llicenciat en Geografia per la Universitat de Barcelona. La seva formació acadèmica ja es va centrar principalment en la Climatologia i la Cartografia, i des de fa algun temps s'ha especialitzat en l'estudi del fenomen conegut com a *canvi climàtic*.

Ha realitzat conferències sobre aquest fenomen i ha publicat diversos articles de temàtica climàtica, meteorològica i astronòmica a la premsa d'Osona. Ha treballat a Televisió de Catalunya i actualment realitza la previsió meteorològica per a diferents mitjans de comunicació comarcals.

1. Introducció

La nostra és una comarca amb una orografia molt heterogènia. Una conca d'erosió, amb una altitud d'uns 500 metres, ocupa la part central; trobem altiplans al sector de ponent, amb alçades mitjanes d'uns 700 o 800 metres, i serralades de fins a 1.700 metres envolten la comarca per l'extrem oriental i septentrional.

Això provoca que el clima d'Osona sigui peculiar, podríem dir que poc mediterrani, i també molt variat. A tall d'exemple, les precipitacions mitjanes anuals poden anar des de poc menys de 700 mm al Moianès i al terç sud del Lluçanès, fins als 1.200 mm d'alguns punts del Cabrerès i el Vidranès. I la temperatura mitjana anual oscil·la entre els poc més de 10°C de les muntanyes del nord-est i els gairebé 14°C dels indrets més càlids de la comarca.

Des d'un punt de vista climàtic, doncs, la comarca d'Osona constitueix un espai de forts contrastos. Això fa que sigui difícil la generalització i calgui comptar amb un gran nombre d'estacions meteorològiques per arribar a conèixer la veritable diversitat climàtica passada, present i futura del nostre territori.

Osona, de totes maneres, compta amb una de les més extenses xarxes d'estacions meteorològiques del panorama català. En molts casos, però, les observacions no compten amb l'extensió temporal necessària per considerar-les vàlides a l'hora de realitzar estudis climàtics.

Aquesta diversitat climàtica farà que la variació del clima en un futur afecti de diferent manera el territori comarcal. Aquesta complexitat dificulta l'avaluació dels canvis actuals i l'establiment de previsions de cara al futur. I tot i que s'espera que l'increment de les temperatures sigui generalitzat, els factors geogràfics poden fer variar lleugerament la seva magnitud. La variació del règim de precipitacions també diferirà d'un extrem a l'altre de la nostra comarca.

De totes maneres, progressivament ens anem acostant a un coneixement més acurat del que ens espera en un futur pròxim. Actualment s'està preparant el proper informe de l'IPCC, el Panel Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic. Aquest informe es confecciona cada cinc anys, a instàncies de l'Organització Meteorològica Mundial i el Programa de Nacions Unides per al Medi Ambient, i es proporciona als governs com una font independent d'informació. En total, un miler de científics de nombrosos països treballen en la quarta edició de l'informe, que es farà públic l'any 2007.

L'IPCC ha elaborat un conjunt d'escenaris a partir d'indicadors basats en suposicions sobre l'evolució demogràfica, l'ús i evolució de la tecnologia i l'economia. A partir d'aquests indicadors s'elaboren escenaris possibles d'emissions els quals, en definitiva, porten a una determinada composició de l'atmosfera i, per tant, a uns determinats nivells d'escalfament.

Les dades, projeccions i conclusions exposades en aquest treball estan basades, en bona part, en els informes que elabora l'IPCC.

2. El canvi en la composició atmosfèrica

El sistema climàtic està configurat per cinc components o subsistemes: l'atmosfera, la hidrosfera, la litosfera, la criosfera i la biosfera. Aquests sistemes intercanvien constantment matèria i energia entre ells. I els desequilibris en aquestes interaccions produeixen variacions en el clima a major o menor escala temporal.

És justament la millora en la comprensió d'aquests intercanvis el que permet i permetrà progressar en la comprensió i modelització del clima.

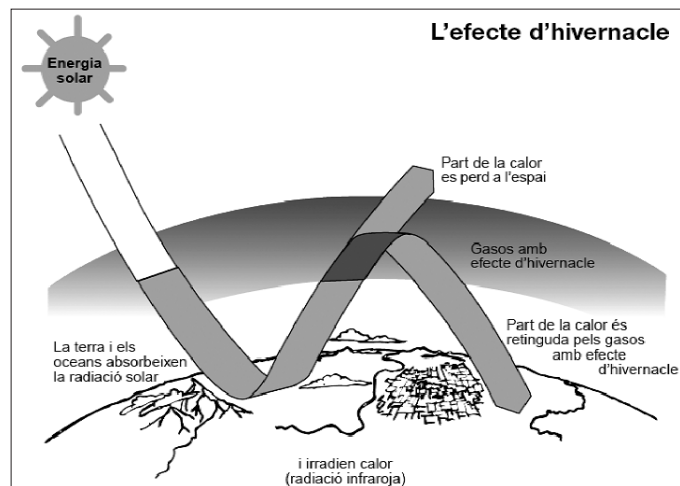
La font d'energia que mou el sistema climàtic és la radiació solar. És precisament la insolació la que escalfa el nostre planeta. La radiació que emet el Sol, que superficialment es troba a

una temperatura d'uns 6.000°C, és majoritàriament d'ona curta. L'atmosfera, però, exerceix de filtre i no permet que les radiacions de menys de 0,29 μm, els ultravioletes més lesius, arribin a la superfície.

Durant la nit, en canvi, es produeix un refredament progressiu de la superfície terrestre. A causa de les temperatures no gaire elevades del nostre planeta (uns 15°C), aquest refredament emet radiació d'ona llarga, infraroja.

Aquesta radiació és, en part, absorbida per l'atmosfera i reemesa cap a la superfície, efecte que atenua aquest refredament nocturn. A la pràctica, això permet que la temperatura mitjana del nostre planeta sigui d'uns 15°C i no d'aproximadament uns -20°C.

Aquest mecanisme és l'anomenat efecte hivernacle que, de manera natural, permet la vida a la Terra.



Font: DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT. *La política internacional contra el canvi climàtic. Cimera de Rio de Janeiro, Kyoto i Buenos Aires.* Barcelona: Generalitat de Catalunya, 1998.

Des de mitjan segle XIX, amb l'inici de l'era industrial i la consegüent explotació de combustibles fòssils, la capacitat de reemissió de la radiació d'ona llarga per part de l'atmosfera s'ha vist incrementada.

A l'atmosfera que embolcalla el nostre planeta hi ha una sèrie de gasos en concentracions més o menys elevades. Actualment la composició de l'aire sec és aproximadament d'un 78% de nitrogen i un 21% d'oxigen, mentre que l'1% restant el conformen els anomenats gasos traça que, tot i la seva escassa concentració, tenen un paper tant o més important.

Tot i que en termes generals la composició de l'atmosfera roman constant des de fa milers d'anys, la concentració d'aquests compostos més minoritaris (com ara el diòxid de carboni, el metà, el monòxid de carboni o l'ozó), molts d'ells potenciadors de l'efecte hivernacle, ha canviat molt des de l'època preindustrial i, per tant, per raons imputables a l'activitat humana. De fet, hi ha una evidència experimental de la variació de la composició atmosfèrica d'aquests gasos. A més, s'han abocat a l'atmosfera compostos amb efecte hivernacle no presents de forma natural.

Alguns d'aquests gasos potenciadors de l'efecte hivernacle són el diòxid de carboni, l'òxid nítrós, el metà o també el vapor d'aigua (que representa aproximadament el 4% de l'aire que respirem).

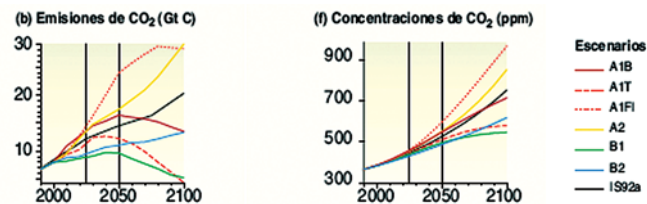
El CO₂ és el gas amb major contribució a l'escalfament global —es calcula que en un 55%— a causa de la seva elevada concentració. El CO₂ es genera en oxidar-se el carboni o qualsevol compost que en contingui. Aquest és el cas de la combustió dels hidrocarburs dels automòbils i calefaccions industrials, de l'antracita i l'hulla de les centrals tèrmiques, dels incendis forestals i de les erupcions volcàniques.

En canvi, la fotosíntesi consumeix diòxid de carboni, que s'utilitza per sintetitzar els hidrats de carboni que constitueixen la matèria vegetal. Existeix, a més a més, un important mecanisme regulador del CO₂ atmosfèric, que consisteix en una reacció d'e-

quilibrí entre els carbonats i els bicarbonats oceànics. D'aquesta manera, un excés de CO₂ és fixat en forma de bicarbonats en els oceans, sempre amb un cert desfasament o inèrcia temporal. El mar es converteix, així, en un embornal de diòxid de carboni, que retornaria a l'atmosfera en cas d'una disminució de la seva concentració a l'atmosfera. De totes maneres, encara desconeixem fins a quin punt els oceans podran realitzar aquesta funció, o si existeix algun tipus de llindar o límit en aquest mecanisme.

L'augment de CO₂ durant els últims 250 anys, que ha passat de 288 ppm (parts per milió en volum) el 1750 a 379 ppm l'any 2005, és degut principalment als motius abans exposats, tot i que també s'atribueix una part d'aquest increment de la concentració a la desforestació, la destrucció d'un dels principals embornals de CO₂.

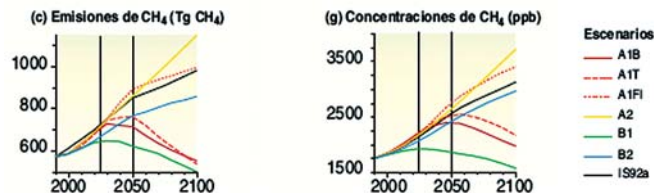
L'augment de la concentració d'aquest gas en l'última dècada ha assolit les 1,9 ppmv i les prediccions de l'IPCC per a finals del segle XXI són que la concentració de diòxid de carboni oscil·li entre 540 i 970 ppm.



Font: IPCC. *Tercer informe d'avaluació*. Cambridge, 2001.

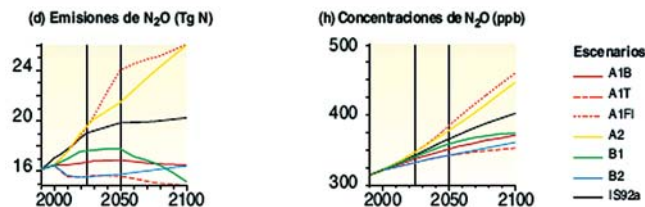
El metà (CH₄) i l'òxid nítrós (N₂O) són dos gasos també presents de forma natural a l'atmosfera, tot i que en concentracions ínfimes en comparació amb les del CO₂. El nivell preindustrial del metà era de 715 ppbv (parts per bilió en volum) i actualment arriben a les 1.774 ppbv. L'òxid nítrós, per la seva banda, ha augmentat la seva concentració de 270 ppbv a 319 ppbv en els últims 250 anys.

Ambdós gasos són generats en activitats agropecuàries diverses. El CH_4 sorgeix fonamentalment en la descomposició de la matèria en ambients pobres en oxigen. La seva permanència a l'atmosfera és relativament curta, de només dotze anys.



Font: IPCC. *Tercer informe d'avaluació*. Cambridge, 2001.

I l'òxid nítrós és alliberat per la degradació de fertilitzants nitrogenats. La seva concentració atmosfèrica és baixa, però una molècula de N_2O té un poder d'escalfament 290 vegades superior a una de CO_2 . A més, l'òxid nítrós és un dels gasos que afavoreixen la formació d'ozó troposfèric, un dels contaminants atmosfèrics més importants de les fondalades comarcals.

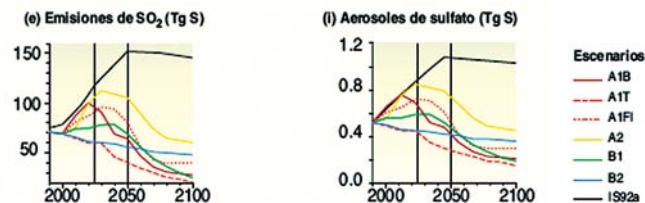


Font: IPCC. *Tercer informe d'avaluació*. Cambridge, 2001.

Un altre dels gasos més importants alhora de produir l'efecte hivernacle és el vapor d'aigua, però la seva variació durant aquest segle ha estat insignificant, ja que l'acció antròpica no aboca ni modifica substancialment la concentració d'aquest gas.

Altres gasos d'important efecte hivernacle són els hidrofluorocarburs, els perfluorocarburs (PFC) i l'hexafluorur de sofre (SF_6), tots ells d'origen industrial i per tant no presents de forma natural a l'atmosfera.

Els hidrofluorocarburs, substituïts dels clorofluorocarbonis (els famosos CFC), són menys perjudicials per a la capa d'ozó estratosfèric, però també contribueixen a reforçar l'efecte hivernacle. Els PFC i l' SF_6 tenen el gran inconvenient que el seu temps mitjà de vida a l'atmosfera és de milers d'anys.



Font: IPCC. *Tercer informe d'avaluació*. Cambridge, 2001.

Tots els escenaris preveuen un augment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle durant el segle XXI i, com a conseqüència, tots els models preveuen un augment global de la temperatura superficial i del nivell del mar i un creixement de la variabilitat climàtica.

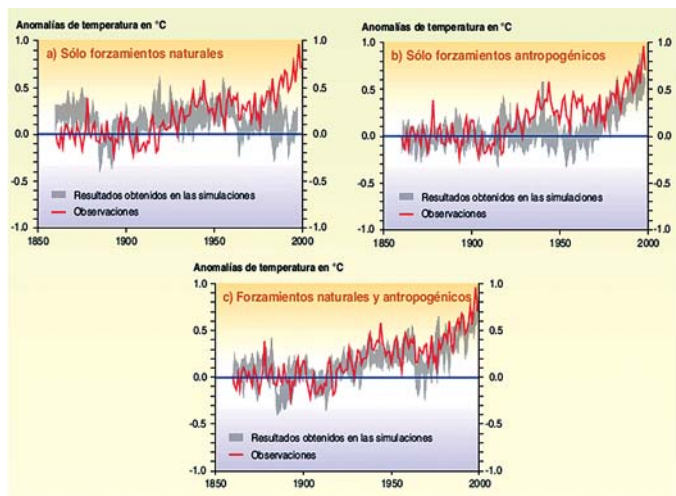
Les taxes d'aquests augments poden reduir-se si les concentracions de gasos causants de l'efecte hivernacle a l'atmosfera disminueixen la seva taxa de creixement.

3. Impactes del canvi climàtic

Els estudis paleoclimàtics ens indiquen que els canvis i les variacions en els climes del planeta són un fet absolutament normal. Les variacions en la temperatura mitjana de la Terra en els últims 400.000 anys superen els 10°C.

Però el canvi que estem vivint en l'actualitat no ens ve donat únicament per causes naturals (variacions en la inclinació de l'eix de rotació terrestre, excentricitat de l'òrbita planetària, precessió de l'eix de rotació, canvis en la intensitat de la radiació solar, grans erupcions volcàniques, canvis en els corrents oceànics i atmosfèrics, etc.), responsables dels canvis produïts en els últims milions d'anys, sinó que l'activitat antròpica té un paper fonamental en aquest nou canvi climàtic.

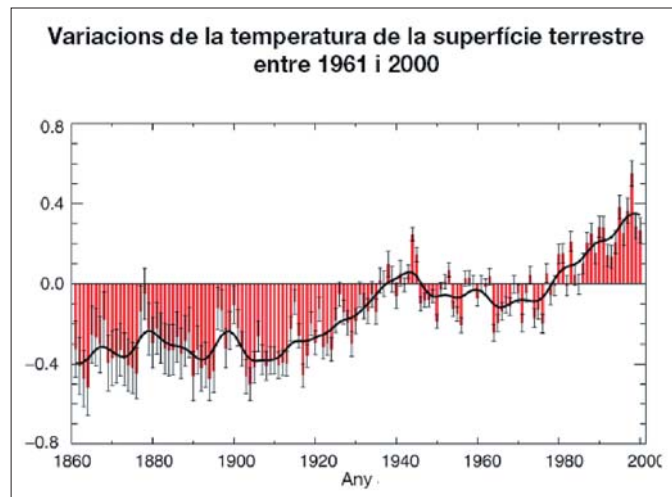
De fet, i tal i com s'observa en els següents gràfics, les variacions tèrmiques que ens donen els models climàtics coincideixen amb les observacions instrumentals quan a la variabilitat climàtica natural se li sumen els canvis provocats per l'activitat humana.



Font: IPCC. *Tercer informe d'avaluació*. Cambridge, 2001.

Fent un esforç de síntesi, la variació climàtica de l'últim segle es podria resumir, a nivell global, en els següents punts:

- La temperatura mitjana mundial de la superfície ha augmentat 0,6°C durant el segle xx, i molt probablement aquest increment hagi estat superior a la superfície continental que sobre els oceans. L'augment tèrmic durant els últims cent anys ha estat superior al de qualsevol altre segle de l'últim mil·lenni.



Font: IPCC. *Tercer informe d'avaluació*. Cambridge, 2001.

- A l'hemisferi nord, i per tant també a Catalunya i a la comarca d'Osona, la dècada de 1990 ha estat la més càlida de l'últim segle.
- L'increment de les temperatures mínimes ha duplicat l'augment de les temperatures màximes.
- La precipitació mitjana anual ha augmentat entre un 5 i un 10% durant el segle xx a l'hemisferi nord, tot i que s'ha apreciat una lleugera disminució al nord d'Àfrica i en algunes parts del Mediterrani. A la nostra comarca els

totals anuals dels últims anys no presenten una variació o tendència significativa.

- Sí que s'observa en alguns observatoris una lleu reducció dels dies de precipitació i un canvi en el règim de pluges. Les precipitacions fortes han augmentat en latituds mitjanes i altes de l'hemisferi nord.
- Increment del clima sec estival. En les últimes dècades s'ha accentuat la freqüència i la intensitat de les sequeres, sobretot en punts de l'interior dels continents africà i asiàtic.
- El nivell del mar ha augmentat entre 1 i 2 mm anuals durant els últims cent anys.
- S'ha observat una disminució de la durada de les capes de gel en rius i llacs de l'hemisferi nord d'aproximadament dues setmanes.
- S'ha observat una retirada generalitzada de les glaceres no polars, i una reducció del 10% de l'extensió de la capa de neu en els últims 40 anys.
- Ha disminuït l'extensió i el gruix del gel marí a l'Àrtic, que puntualment ha arribat a superar el 40%. En canvi, al continent antàrtic no s'hi aprecia una tendència a la reducció significativa.

Tots aquests canvis en el sistema climàtic han influït clarament en altres variacions ambientals o socioeconòmiques que es tractaran àmpliament en els següents capítols.

4. Projeccions sobre el clima futur

Les prediccions sobre el clima del futur s'obtenen a partir de models numèrics de simulació del clima. Aquests models han experimentat una notable millora en els últims anys, reduint les incerteses i ampliant la seva resolució espacial.

Els models numèrics que actualment permeten obtenir les millors prediccions són els AOGCM (Atmospheric Oceanic General Circulation Models), models tridimensionals acoblats que treballen amb resolucions de l'ordre de 2,5° de latitud i longitud i que, per tant, no fan distincions a nivell comarcal. A tall d'exemple, podríem dir que Catalunya només hi està representada per una quadrícula.

Aquests models fan prediccions sobre el clima futur a partir d'unes projeccions sobre l'evolució demogràfica, tecnològica i econòmica del planeta. Aquestes projeccions donen lloc a una sèrie d'escenaris que seran el punt de partida per als models climàtics. Així, el nostre model de desenvolupament socioeconòmic serà determinant per conèixer les emissions futures de gasos d'efecte hivernacle. A partir d'aquí podem establir la concentració d'aquests gasos a l'atmosfera i el seu efecte en el sistema climàtic.

Per tant, els increments tèrmics o del nivell marí variaran molt en funció de l'escenari previst. Això farà que en la majoria de projeccions la forquilla de possibilitats sigui força àmplia.

La majoria de models actuals, com els utilitzats en el darrer informe de l'IPCC, reproduïxen correctament el clima present i passat i, per tant, donen fiabilitat a les prediccions futures.

De totes maneres, encara continua havent-hi incerteses. Els diferents models emprats coincideixen en una sèrie de conseqüències, com podrien ser l'escalfament superficial del planeta, la variació del règim pluviomètric o l'augment del nivell marí, però difereixen lleugerament en la magnitud d'aquests canvis.

A això cal afegir-hi la dificultat actual per fer prediccions a escala regional, ja que els models actuals són poc fiables a petita escala. Per tant, les projeccions futures per a la nostra comarca corresponen a estudis sobre àrees més grans, com ara la Mediterrània o la península Ibèrica.

El darrer informe de l'IPCC preveu que la temperatura mitjana del planeta s'incrementi entre 1,1 i 6,4°C de cara a finals

del segle XXI. Aquest augment tèrmic serà més important en latituds altes i sobre les superfícies continentals.

A Catalunya, doncs, s'espera un augment de l'entorn de 3,5°C (entre 1,5 i 6,3°C). A la nostra comarca, lluny de l'efecte suavitzador del mar, l'increment serà més important, i l'augment de la temperatura mitjana en els propers cent anys podria arribar als 4°C.

Aquest augment de les temperatures no serà necessàriament progressiu i es poden arribar a produir increments de pràcticament 0,5°C per dècada a finals de segle. Durant els propers 30 anys, es creu que l'augment tèrmic serà d'aproximadament 0,2°C per dècada.

L'escalfament tampoc serà uniforme en el temps i els augments seran més acusats a l'estiu que a l'hivern.

A major temperatura de l'aire, major capacitat de retenció de vapor d'aigua. Això permet aventurar també una disminució dels dies de boira, principalment fora del trimestre hivernal. Una bona notícia per a la mobilitat a la plana de Vic, on es concentra un alt percentatge de la població i on aquest fenomen dificulta la visibilitat més de cent dies l'any. I una mala notícia per als camps i boscos, per als quals la boira representa una petita part dels seus recursos hídrics, que resulta especialment significativa durant l'hivern, quan les precipitacions associades a depressions i sistemes frontals són escasses i, en canvi, les boires són molt habituals a les fondalades.

També es preveu una major freqüència, durada i intensitat dels episodis de calor extrema, de les populars «onades de calor».

Consegüentment, es reduiran els dies de glaçada, molt freqüents a la nostra comarca, i també els dies amb precipitació sòlida, poc habituals a la plana de Vic però més freqüents a la perifèria de la comarca, on l'altitud del territori és més destacable.

En aquest punt cal advertir que algunes de les conseqüències del canvi climàtic poden semblar beneficioses per al desenvolupament

d'algunes activitats, com podrien ser les agrícoles. Però els canvis sobtats (en només algunes dècades) en el sistema climàtic accentuaran els efectes perjudicials, sobretot en els sectors més vulnerables.

Una de les conseqüències de l'increment tèrmic de la baixa troposfera seria l'elevació del nivell del mar. En funció dels diferents escenaris, els models climàtics preveuen increments d'entre 19 i 58 cm durant el segle XXI. L'expansió tèrmica de l'aigua —que hi contribuirà aproximadament en un 60 o 70%— i la fosa d'un cert volum de gel continental serien, per aquest ordre, els principals responsables d'aquest ascens del nivell marí.

Tot i que Osona no es veurà directament afectada pel canvi en el nivell de mars i oceans, les repercussions econòmiques i socials del progressiu ascens de les aigües mediterrànies segurament afectaria en major o menor mesura la nostra comarca.

Pel que fa a la precipitació, la situació és força més complexa, ja que no s'esperen els mateixos canvis a tot el planeta i, de fet, ni tan sols en el mateix sentit. En general, els models climàtics prediuen un lleuger augment a escala global. Aquest increment, però, no serà homogeni, ja que hi haurà zones on l'augment seria més significatiu (principalment les latituds elevades dels dos hemisferis) i regions on s'esperen disminucions en el total de precipitació anual.

Una d'aquestes franges on la precipitació mitjana anual es reduiria serien les latituds mitjanes de l'hemisferi nord, en els territoris propers a la Mediterrània.

Ja centrant-nos a nivell peninsular, cal tenir present que els diferents models donen diferents prediccions pel que fa a la pluviometria. En termes generals, les previsions apunten a una reducció de fins al 20% de les precipitacions estiuenques i d'un lleuger augment de fins a un 10% de les hivernals.

En cas de complir-se aquestes previsions, s'agreuaria la sequera estructural que pateix el món mediterrani durant l'estiu.

A la nostra comarca, on el règim anual de precipitacions difereix del pròpiament mediterrani (caracteritzat per tenir els màxims pluviomètrics a la primavera i a la tardor i un acusat dèficit hídric estival), i les precipitacions durant el trimestre estiuenc són importants, l'impacte de la reducció de la precipitació en els mesos d'estiu seria menor.

Molts models també coincideixen en una reducció dels dies amb precipitació. Això, junt amb l'escassa reducció dels totals anuals, ens fa parlar d'un increment en la intensitat de les precipitacions.

De fet, alguns models apunten una major severitat de les tempestes a les latituds mitjanes. De totes maneres, aquest punt no s'ha comprovat de manera experimental, i de moment el seu grau de fiabilitat és moderat.

Per últim, cal recordar que les precipitacions sòlides, i principalment les nevades, reduiran la seva freqüència a tota la comarca, fet que serà més apreciable a l'extrem oriental d'Osona, on aquest tipus de precipitació és més habitual.

Pel que fa als canvis en la variabilitat i els esdeveniments extrems, les prediccions són encara més incertes.

Els models climàtics apunten que un augment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera indueix a canvis en la freqüència, intensitat i durada dels esdeveniments extrems, com ara onades de calor, pluges torrencials, tempestes tropicals i extratropicals, fenòmens de temps sever, etc.

Tot i que el 2005 ha estat un any on les catàstrofes meteorològiques han estat a l'ordre del dia, amb vint-i-cinc tempestes tropicals a la conca atlàntica (mai fins enguany se n'havia registrat una xifra similar), alguna d'elles seguint trajectòries poc habituals i arribant a les costes atlàntiques europees i africanes; huracans que han arribat a nivell 5 en l'escala de Saffir-Simpson; o molts episodis amb mànegues i tornados al litoral català, fins ara no s'ha detectat experimentalment un augment clar dels esdeveniments extrems.

En la mateixa línia, augmenta el risc de canvis climàtics sobtats, alguns d'ells abans de dues dècades. A més, el desconeixement parcial d'alguns dels elements del sistema climàtic, com ara els oceans, poden provocar que localment la variació tèrmica o pluviomètrica a mig termini sigui de signe contrari a la de les previsions regionals dels models climàtics.

5. L'ozó troposfèric: un risc específic de la plana de Vic

Durant els últims anys, s'ha fet evident a nivell instrumental l'elevada concentració d'ozó (O_3) a nivell superficial en els municipis del centre d'Osona. La primera població que va disposar d'una estació específica per al mesurament de la concentració atmosfèrica de determinats gasos va ser Vic, el 1994. Ja en el primer any de funcionament de l'estació es van registrar en nombroses ocasions concentracions d' O_3 superiors als 180 mg/hm^3 , el llinar que suposa per llei l'obligació d'informar la població.

Manlleu, al cap de pocs mesos, també disposava d'una estació pròpia, i els registres confirmaven el que s'apuntava a Vic: els nivells d'ozó en superfície eren dels més elevats del Principat.

L' O_3 és present a la troposfera de manera natural, sovint per intrusió d'ozó estratosfèric. Però l'activitat antròpica ha afavorit que la concentració d'aquest gas a la baixa atmosfera hagi augmentat progressivament en les últimes dècades, i que puntualment es mesurin valors superiors als naturals: aleshores l'ozó es pot considerar un contaminant.

L'ozó és un contaminant secundari, és a dir, no és emès directament per cap focus contaminant, sinó que es crea a partir de reaccions fotoquímiques, amb la incidència de fotons en contaminants primaris com el monòxid de carboni, els hidrocarburs o els òxids de nitrogen.

La radiació solar és més important a finals de primavera i a principis d'estiu, i durant les hores centrals del dia. Això explica que els nivells més elevats d'ozó es registrin en aquestes dates i en aquestes franges horàries.

Els corrents dominants a les nostres latituds són del sud-oest. Això explica en part que la contaminació generada a l'àrea metropolitana de Barcelona es desplaci cap al nord-est, cap a les comarques del nord de la província de Barcelona.

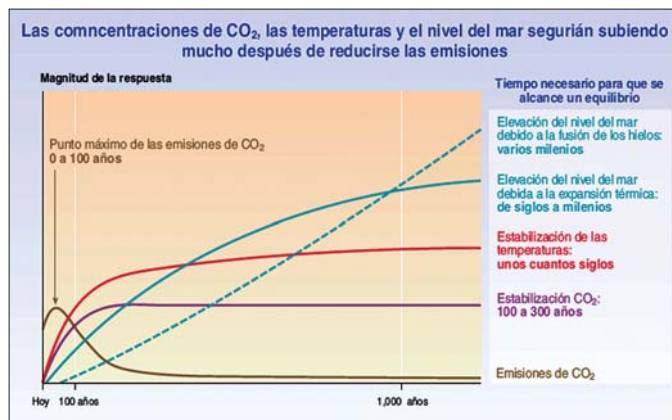
La marinada, aquest vent local que a la costa central també bufa de component sud, també és un dels factors que explica el desplaçament de contaminants cap a la nostra comarca.

A més, la particular orografia de la nostra comarca afavoreix l'acumulació de contaminants en les zones més deprimides. En jornades anticiclòniques, amb poca renovació d'aire, aquest fet es fa més evident.

L'increment de la concentració d'O₃ troposfèric ha augmentat entre un 20 i un 50% a nivell mundial durant els últims trenta anys. A Osona, els nivells d'ozó es registren des de l'any 1994 i no es poden treure encara conclusions en ferm en un període tan curt d'observacions.

6. Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca

La inèrcia en el sistema climàtic aconsella establir mesures d'adaptació als canvis que es produeixin. Tal i com mostra el gràfic, l'estabilització de les emissions de CO₂ a curt termini no aconseguirà estabilitzar la concentració d'aquest gas a l'atmosfera abans de cent anys, així com tampoc frenar l'increment de les temperatures, l'augment del nivell del mar i la disminució de la superfície marina ocupada pels gels.



Font: IPCC. *Tercer informe d'avaluació*. Cambridge, 2001.

De totes maneres, i tot i que les respostes són similars independentment de la concentració de diòxid de carboni, els efectes són progressivament més importants a mesura que els nivells d'estabilització del CO₂ són més elevats.

Així, qualsevol mesura destinada a la reducció de les emissions de diòxid de carboni estabilitzaria el forçament radiatiu i reduiria la taxa d'escalfament troposfèric.

Les emissions de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera provenen, principalment, de l'ús de combustibles fòssils. És evident, doncs, que l'actuació sobre els principals consumidors de combustibles fòssils reduiria les emissions antròpiques de gasos d'efecte hivernacle.

Pel que fa al trànsit rodat, sembla poc factible a curt termini la substitució del petroli per una altra font d'energia. Així, es fa imprescindible un ús més racional dels vehicles privats i una generalització del transport públic, sobretot en els trajectes urbans dels principals nuclis de població d'Osona i en l'eix central de la comarca (Tona-Vic-Manlleu-Torelló), que concentra més del 50% dels habitants. A més, el més que previsible incre-

ment demogràfic d'aquesta àrea accentua la necessitat d'assolir solucions en aquest àmbit.

És factible la transformació de les centrals tèrmiques actuals per tal que disposin de cogeneració.

També cal una generalització de les fonts renovables d'energia. Catalunya és una regió amb capacitat econòmica i tecnològica per aprofitar els abundants recursos naturals. L'explotació de l'energia hidràulica, eòlica i solar tenen un gran potencial al nostre país.

Seria recomanable la preservació de les grans àrees verdes, importants reserves de carboni.

El canvi en les normes col·lectives i els comportaments individuals també pot tenir efectes significatius en les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Els elevats nivells de concentració d'ozó a la baixa troposfera també es podrien reduir amb una disminució del trànsit rodat. La importació de contaminants des de l'àrea metropolitana de Barcelona, però, obliga a que els esforços per reduir l'emissió de gasos no es faci només a nivell comarcal, sinó que cal que hi participi tot el conjunt de Catalunya.

També seria útil evitar, sempre que sigui possible, l'ús de productes que continguin dissolvents orgànics.

Així doncs, cal pensar que en un futur immediat es repetiran els elevats nivells d'ozó superficial durant les tardes de primavera i estiu. Cal adaptar-nos a aquest fenomen o, si més no, advertir la població de la plana de Vic (no només dels principals nuclis de població) del risc que suposa per a la salut d'ancians, nens i persones amb dificultats respiratòries l'activitat a l'aire lliure durant les hores centrals del dia.

Referències bibliogràfiques

- CACHO, I.; GRIMALT, J. O.; CANALS, M.; SBAFFI, L.; SHACKLETON, N.J.; SCHONFELD, J.; ZAHN, R. «Variability of the western Mediterranean Sea surface temperature during the last 25.000 years and its connection with the Northern Hemisphere climatic changes». *Paleocoenography*, vol. 16, núm. 1 (2001).
- CONSELL ASSESSOR PER AL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE. *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona, 2005.
- DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT I INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA. *Atlas climàtic de Catalunya, 1:750.000*. Barcelona, 1997.
- DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT. *La política internacional contra el canvi climàtic. Cimeres de Rio de Janeiro, Kyoto i Buenos Aires*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, 1998.
- FONT, J. *Osona: la terra i la gent*. Vic: Eumo Editorial, 2004.
- IPCC. *Tercer informe d'avaluació*. Cambridge, 2001.
- MARTÍN-VIDE, J. «Decàleg del canvi climàtic». A: VILÀ VALENTÍ, J. (coord.). *Medicina, medi ambient i clima. Investigacions punta per al 2000*. Barcelona: Fundació Catalana per a la Recerca, 1999.
- MARTÍN-VIDE, J. *Fundamentos de Climatología analítica*. Madrid: Editorial Síntesis, 1992.
- MARTÍN-VIDE, J.; OLCINA, J. *Climas y tiempos de España*. Madrid: Alianza Editorial, 2001.
- RAHMSTORF, S. «Ocean circulation and climate during the past 120.000 years». *Nature*, núm. 419 (2002).
- SUMNER, G. N.; ROMERO, R.; HOMAR, V.; RAMIS, C.; ALONSO, S.; ZORITA, E. «An Estimate of the effects of climate change on the rainfall of Mediterranean Spain by the late twenty first century». *Climate Dynamics*, vol. 20 (2003).

SISTEMES AQUÀTICS

Marc Ordeix i Rigo (Vic, 1966) és llicenciat en Biologia. Ha fet un diplomat en Tecnologia de l'Aigua i un màster en Conservació de la Natura i Gestió de Recursos Naturals.

Professionalment, s'ha dedicat sobretot a l'estudi de fauna, l'anàlisi d'aigües, el control d'estacions depuradores d'aigües residuals i la diagnosi d'estat ecològic de rius. Des del 2002 és coordinador del CERM, Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis de la Fundació Museu Industrial del Ter, amb seu a Manlleu (Osona).

És coautor o autor de diverses publicacions, d'entre les quals es pot destacar: *Els Ocells d'Osona*, *El Ter. Un riu per viure-hi*, *La Fauna Vertebrada d'Osona*, *Aigües de Vic. Una visió aquàtica d'Osona*, *Els Rius Mediterranis. Catàleg de l'exposició permanent del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis*, *La Qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix, la Tordera i el Ter. Informe 2002 i Informe 2003*.

1. Introducció

1.1. Els sistemes aquàtics d'Osona al llarg del temps

Al miocè superior, a l'era terciària, fa 10 milions d'anys, el clima era subtropical. La vegetació pertanyia a l'àmbit de les selves temperades, equivalent a la laurisilva actual, relíquia ecològica de les illes Canàries, les Açores i Madeira. En resten pocs vestigis botànics, com els equisets o cues de cavall (*Equisetum sp.*) i el llorer-cirer (*Prunus laurocerasus*), que sobrevis a ben poques rieres de les Guilleries i el Montseny; en aquell temps l'acompanyaven arbres de fulla caduca semblants als actuals aurons, verns, nogueres, pollancre, salzes i oms (AGUSTÍ, 1995). La diversitat faunística també era molt elevada: en el conjunt d'Europa, no s'hi ha reproduït mai més.

Fa uns 2,4 milions d'anys, el clima es va refredar dràsticament arreu del món (AGUSTÍ, 1995). La darrera fase glacial del plistocè o del quaternari, coneguda com la glaciació de Würm, es va esdevenir entre 80.000 i 10.500 anys enrere (JUNYENT, 1996). L'estadi més intensament fred que ha resistit mai l'hemisferi nord es va assolir fa entre 20.000 i 18.000 anys. El límit inferior de la neu permanent es va situar entre els 2.100 i els 2.000 metres sobre el nivell del mar, amb llengües de glaç que baixaven fins als 900 metres sobre el nivell del mar, abraçant les serres Cavallera i de Montgrony (al Ripollès) i, només marginalment, el massís del Montseny (SERRAT, 1992). Fins als 500 metres, però, hi havia un clima molt fred que mantenia el sòl glaçat bona part de l'any (BUSQUETS et al., 1979).

Amb la darrera glaciació, el paisatge vegetal va canviar bruscament. Els arbres van quedar restringits a les zones-refugi climàticament més privilegiades: un bosc de pi negre dominava la plana de Vic, la meitat nord del Lluçanès, part del Collsacabra i les Guilleries i el vessant nord del Montseny; i al vessant meridional del Montseny principalment hi havia rouredes. Una fageda s'estenia per l'alt Congost i part del Collsacabra, les

Guillerries i el Montseny. I hi havia poblacions d'avet al Collsacabra i al Montseny (BOLÒS, 1981).

En alguns aspectes, la fauna d'aquest període ja s'assemblava a l'actual. Els peixos presents al nord-est de Catalunya eren la truita (*Salmo trutta*), el salmó (*Salmo salar*) —espècie actualment restringida als rius atlàntics de la península Ibèrica, absent a Catalunya—, la madrilleta (*Rutilus sp.*), la bagra (*Squalius cf. cephalus*), el barb (*Barbus cf. meridionalis*) i l'anguila (*Anguilla anguilla*) (JUAN-MUNS, 1988). Aquesta fauna íctica, bastant similar a l'autòctona existent als nostres dies, a excepció del salmó i la madrilleta, posseïa unes mides lleugerament superiors a les actuals, fenomen aparentment conseqüència de l'adaptació a climes freds. Entre els amfibis, devien abundar la granota roja (*Rana temporaria*) i el tritó pirinenc (*Euproctus asper*).

Uns 9.775 anys enrere s'observa com la vegetació de ribera (YLL dins VILA, 1985) estava representada bàsicament pel vern (*Alnus glutinosa*), el salze blanc (*Salix alba*), l'avellaner (*Corylus avellana*), el freixe de fulla gran (*Fraxinus excelsior*), el til·ler (*Tilia plathyphyllos*) i la noguera (*Juglans regia*). Els cursos d'aigua devien ser més constants i cabalosos que avui. Sovintejavem petits estanys habitats per espècies de peixos com la madrilleta vera (*Rutilus rutilus*), ara absent de la zona, amfibis com els gripaus o galàpets comú (*Bufo bufo*) i corredor (*Bufo calamita*) i mamífers com la rata d'aigua o rat-buf (*Arvicola sp.*).

La romanització, entre 2.200 i 1.800 anys enrere (JUNYENT, 1996), va suposar un desenvolupament agrícola veritable en un territori recobert fins al moment per una roureda de roure martinenc (*Quercus humilis*). També va aparèixer un cert deteriorament de la qualitat de l'aigua d'estanys, basses i cursos fluvials. Segurament la creació de basses agrícoles va afavorir el poblament d'amfibis.

Al segle XVI va començar la pitjor crisi climàtica que ha patit l'home modern: la petita edat glacial, que va durar, amb intensitats diferents, fins a mitjan segle XIX. La innivació era molt superior a la contemporània: d'aquí la proliferació de pous de

glaç i de neu al Montseny i al Moianès a partir del segle XVI, amb un desenvolupament màxim als segles XVII i XVIII. Van entrar en decadència a finals del XIX, tot i que algunes d'aquestes instal·lacions es van mantenir actives fins al primer terç del segle XX (RUEDA I TURA, 1995).

La fauna, que ja havia patit dues grans extincions, relacionades amb el clima postglacial i la humanització progressiva del paisatge, va començar a notar la tercera, lligada al deteriorament ambiental, fa uns 200 anys. La societat industrial del segle XIX va incrementar la destrucció d'hàbitats, va introduir contaminació química a l'atmosfera, l'aigua i els sòls de tot el món, va iniciar l'escalfament global per l'ús de combustibles d'origen fòssil i la reducció de la capa d'ozó. Des dels anys de la dècada de 1950 (segons altres consideracions, des del segle XIX), la composició de la troposfera es va anar modificant notablement; hi van créixer les concentracions de diòxid de carboni i altres gasos d'efecte hivernacle. En laboratori, un canvi d'aquesta mena causa l'augment de temperatures a mitjà o llarg termini; al medi natural, el fenomen s'associa necessàriament a canvis de composició botànica i faunística.

Als anys de la dècada de 1960 les explotacions agrícoles es van modernitzar i intensificar; van establir-se nombroses granges ramaderes, porcines i bovines. Com a conseqüència de l'excess d'adobat de les terres agrícoles, es va generar una concentració excessiva de contaminants, com són els nitrats, a les aigües subterrànies. Molts cursos d'aigua superficial van contaminar-se greument alhora que es van incrementar les captacions d'aigua, efectuant-se transvasaments des de punts cada vegada més allunyats. De tot plegat se'n va desprendre la pèrdua o la disminució de moltes espècies aquàtiques autòctones, mamífers com el turó (*Mustela putorius*) i la llúdriga (*Lutra lutra*).

Altres impactes van venir per la freqüentació excessiva, per activitats de lleure i obres públiques, com la construcció de carreteres. A partir de la dècada de 1960, el trànsit rodat va convertir-se en una causa important de mortalitat per als amfibis en

migració, com el gripau o galàpet comú (*Bufo bufo*), entre d'altres espècies.

No obstant això, a les acaballes del segle xx, alguns cursos fluvials van començar a recobrar un estat ecològic desitjable, bo i fins i tot molt bo. En part arran de la protecció de les zones humides al conjunt del continent europeu, també es va observar una millora del poblament d'ocells aquàtics, que continua a primers del segle XXI: l'ànec collverd (*Anas platyrhynchos*), la polla d'aigua (*Gallinula chloropus*) i el berrat pescaire (*Ardea cinerea*), a tall d'exemple, s'han fet francament comuns arreu (BAUCELLS et al., 1999).

D'altra banda, l'increment del comerç transoceànic des dels anys cinquanta del segle xx ha facilitat la introducció de més de vint espècies vertebrades aquàtiques, moltes d'origen americà: peixos com el peix sol (*Lepomis gibbosus*) i la perca americana (*Micropterus salmoides*), un rèptil, la tortuga de Florida (*Trachemys scripta*), i un mamífer, el visó americà (*Mustela vison*). Aquesta fauna alliberada és veritablement susceptible de provocar desequilibris en forma de competència, predació, malalties i hibridació, que poden fer desaparèixer altres espècies del país i alterar greument els hàbitats. Per sort, en alguns casos, com el de la llúdriga, s'albira el futur amb cert optimisme.

Pel que fa a l'estat ecològic dels cursos fluvials, els darrers decennis es detecta una millora, sens dubte fruit del cessament de l'activitat industrial de nombroses empreses realment agressives, especialment de la paperera de Campdevàrol, de la tèxtil de Sant Bartomeu del Grau i, especialment, d'una part considerable d'adoberies de pell de Vic. La deslocalització ha estat, en realitat, un dels factors que ha contribuït més a millorar la qualitat de l'aigua del riu Ter. El darrer decenni també s'ha vist beneficiat per l'establiment de les estacions depuradores, urbanes i industrials, i l'afinament del seu funcionament.

L'any 2005, un dels més eixuts dels darrers decennis, la majoria dels trams fluvials estudiats presentaven una qualificació entre intermèdia i bona. Els valors dels índexs biològics van

disminuir notablement el 2005 respecte dels dos anys anteriors, força humits, especialment a l'estiu, més que no pas per un augment dels abocaments d'origen antròpic, bastant estabilitzats, probablement a causa la sequera (ORDEIX et al., 2005). Vegeu-ho a les figures 5 i 6.

1.2. De què estem parlant?

Tot i que sovint parcel·lem el medi aquàtic per una qüestió pràctica (aigües subterrànies, rius, rieres i torrents, estanys i basses), cal considerar-lo com un conjunt indivisible, lligat íntimament a l'evolució de la climatologia, la composició del sòl, la presència de vegetació a la conca i a les ribes, el grau d'humanització, els cicles econòmics, la cultura, etc.

a) Aigües subterrànies

Les aigües subterrànies, del subsòl, les trobem distribuïdes en aqüífers, veritables magatzems subterranis, sovint interconnectats. Les fonts i els pous són els punts de contacte dels aqüífers amb l'exterior, per on brolla o s'extreu l'aigua subterrània.

Les terrasses fluvials i les planes al·luvials, generades pels canvis de nivell de la base dels rius al llarg del temps, constitueixen bons aqüífers, on l'aigua abunda i hi circula amb una certa rapidesa. Els terrenys calcaris i guixencs, erosionables, també permeten que l'aigua s'hi escoli per les esclotxes i hi circuli subterraniament. És el cas de bona part de la comarca, constituïda sobretot per materials calcaris, gresos i margues.

En canvi, els terrenys silícis, formats per granits, pissarres i conglomerats, són molt resistents a l'erosió i, per tant, poc fragmentables. En aquests casos, l'aigua no penetra per les roques i, consegüentment, hi és menor el volum d'aigües subterrànies. Però pel fet de ser menys mineralitzades es valoren bastant més. Això és el que succeeix a la capçalera del Ter, al Ripollès, així com al Montseny i a les Guilleries.

L'extracció d'aigües subterrànies a la plana de Vic voltaria, com a mínim, els 6 hm³ l'any (BAYÓ, 1985). En aquesta Plana, l'«esponja aquífera» alimenta pous importants a la part central. Tot i existir aquífers profunds captius, la majoria tenen poca profunditat i reben l'aigua de molt a prop: no vénen ni del Montseny ni dels Pirineus, com es creu popularment (REGUANT et al., 1986).

D'altra banda, els millors aquífers, explotats des de molt antic, es troben als contactes entre els conglomerats i els gresos de llevant de la Plana amb les margues. D'aquí ragen les fonts tan anomenades de les rodalies de l'Esquirol, Tavèrnoles, Folgueroles, Sant Julià de Vilatorrada, Vilalleons i Taradell.

El nivell superior dels aquífers, com el cabal circulant pels rius i torrents, presenta variacions al llarg de l'any, en bona part relacionables amb la pluviometria i la humitat ambiental. Aquesta variabilitat, deixant de banda consideracions climàtiques, es veu extremada per una certa sobreexplotació. Els nivells superficials dels aquífers han anat descendant amb el pas del temps: moltes fonts que antigament brollaven bona part de l'any s'han eixugat i molts trams dels cursos fluvials, com és el cas del Gurri, s'acaben eixugant habitualment del tot a l'estiu. El motiu prové sobretot de l'extracció intensa d'aigua dels pous i les fonts per abeurar quantitats creixents de bestiar estabulat, així com per a determinats usos agrícoles, industrials i domèstics. S'hi ha afegit el canvi climàtic? Falten dades per assegurar-ho, però res indica el contrari.

L'Agència Catalana de l'Aigua disposa d'una sèrie de punts a Osona on fa un seguiment regular dels nivells piezomètrics i de característiques físiques (com la temperatura) i fisicoquímiques (nitrats, etc.). Desconeixem si aquestes dades, una sèrie històrica d'entorn de deu anys de durada, han estat tractades en el sentit de veure impactes del canvi climàtic.

b) Rius, rieres i torrents

El conjunt dels cursos fluvials osonencs presenten un caràcter regular —permanent o semipermanent— i porten aigua pràcticament tot l'any, amb màxims de cabal a la primavera i la tardor, i períodes curts de poca aigua a ple hivern i a l'estiu.

La majoria pertanyen a la conca del Ter: hi corresponen el Gurri i el Meder o la Riera, el Sorreigs, la riera de Sora, el Ges i el Fornès, la riera de la Gorga, la de Rupit i la Major. Ara bé, l'extrem sud de la plana de Vic i el sud-oest del Montseny pertocquen a la conca del Besòs, a través del riu Congost. El Lluçanès i el Moianès cauen principalment a la conca del Llobregat, destacant-hi les rieres Gavarresa, Lluçanesa i de Merlès. Finalment, un sector del pla de la Calma, al Montseny, vessa cap a la conca de la Tordera, i les capçaleres d'uns quants torrents de Vidrà i de Rupit van a parar a la del Fluvià.

El riu Ter, pel fet de néixer als Pirineus però rebre una influència forta de les rieres de les planes, a la part baixa, presenta crescudes tant a la primavera, a l'època del desgel, com a la tardor, coincidint amb les pluges d'aquest temps. D'altra banda, entre Ripoll i Roda de Ter hi ha una densitat de rescloses exorbitant: una cada 770 metres, que deriven un cabal mitjà de 4,5 m³/s. Si es compara amb el cabal circulant del riu la majoria dels dies de l'any, que oscil·la entre 4,0 m³/s i 8,0 m³/s, és evident que hi resta un dèficit d'aigua notable (VILALTA I ORDEIX, 2000).

D'altra banda, la qualitat de l'aigua de molts dels rius i rieres, com el cas del Gurri, que era nefasta no gaire anys enrere (dècades de 1970 i 1980), quan la contaminació industrial hi fluctuava però no hi disminuïa, ha millorat els darrers anys, des de finals dels anys vuitanta del segle xx. Això ha estat sens dubte com dèiem més amunt, fruit del cessament de l'activitat industrial de nombroses empreses realment agressives, especialment de la paperera de Campdevàrol, de la tèxtil de Sant Bartomeu del Grau i, especialment, d'una part considerable d'a-

doberies de pell de Vic. La deslocalització ha estat, en realitat, un dels factors que ha contribuït més a millorar la qualitat de l'aigua del riu Ter. El darrer decenni també s'ha vist beneficiat per l'establiment de les estacions depuradores, urbanes i industrials, i l'afinament del seu funcionament —encara que quedin alguns aspectes concrets pendents, com l'ampliació de l'EDAR de Manlleu.

Actualment, doncs, la qualitat de l'aigua es troba en un punt relativament desitjable, amb uns índexs que fluctuen entre aigües amb una contaminació moderada fins a aigües amb una qualitat molt bona (vegeu la figura 6). Això no obstant, si l'eixutesa perdura i augmenten les temperatures, el panorama pot ser ben diferent i, consegüentment, encara caldrà extreure més les mesures de sanejament, per exemple, generalitzant la duplicació d'equips i la seva automatització —o sigui, assegurant la regularitat dels resultats— i implantant sistemes de tractament terciari.

Un cas a part, pendent actualment i des de fa decennis, és el de la vegetació de ribera, dominada en general i originàriament per les vernedes (*Alno-Padion*), concretament per la verneda amb consolda o verneda amb ortiga borda (*Lamio-Alnetum glutinosae* (= *Alneto-Lamietum flexuosi*)), que es combina amb altres espècies per constituir els boscos al·luvials amb verns, salzes blancs i freixes. Gran part del bosc de ribera, sobretot a la plana de Vic, està arraconat parcialment o total per tot un seguit d'àrees urbanitzades, conreus herbacis i plantacions de pollancre (*Populus nigra*) o carolina (*Populus deltoides*) i plàtan (*Platanus ? hispanica*), com també per l'expansió d'aquestes i d'altres espècies al·lòctones, com la robínia o falsa acàcia (*Robinia pseudoacacia*), l'ailant (*Ailanthus altissima*), el negundo (*Acer negundo*), el lledoner (*Celtis australis*) i, poc, la canya (*Arundo donax*).

En general, el bosc de ribera s'ha substituït o malmès com a conseqüència de l'expansió agrícola i, posteriorment, del creixe-

ment urbanístic i d'infraestructures: els hàbitats naturals fluvials d'interès per a la Unió Europea i, a més a més, de conservació prioritària —la pràctica totalitat dels presents potencialment vora els nostres rius—, ja només suposen un 18,6% dels hàbitats riberencs del riu Ter i un 35,8% del conjunt dels afluents de la conca del Ter a Osona (ORDEIX (coord.), 2004).

A més a més, als sectors on el bosc de ribera encara és present, hi és molt malmès i empobrit, amb signes d'alteracions importants tant pel que fa a cobertura, com a presència d'espècies introduïdes i modificació de les ribes fluvials. Segons l'índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR), bona part dels trams de riu presenten des de fa temps una qualitat molt mediocre (ORDEIX et al., 2005).

La urbanització, els antics i nous polígons industrials, les vies de comunicació, etc. fan pensar que l'interès real pels espais de ribera és senzillament testimonial. Fa pocs anys, en estudiar detingudament l'àmbit fluvial, vèiem que si a Osona es porta a terme el planejament urbanístic vigent, tan poc conservacionista pel que fa a cursos fluvials, només es permetrà el manteniment de la meitat dels hàbitats naturals de ribera (PRAT, ORDEIX I VILALTA, 2000) (vegeu la figura 1).

Si hi afegim l'increment de les temperatures i la disminució de la humitat associades a l'escalfament global, es dedueixen canvis dràstics en la vegetació de ribera, tant en l'extensió com en les vegetals constituents, amb una tendència a expandir-se aquelles espècies pròpies d'àmbits més mediterranis.

Comarca d'Osona: Hàbitats naturals i planejament urbanístic fluvial del Ter

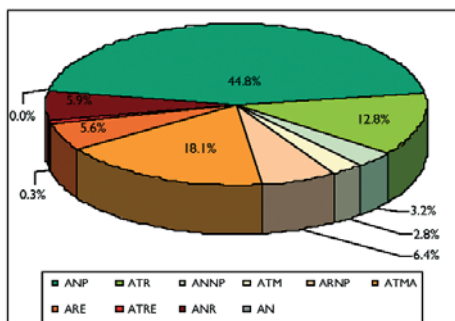
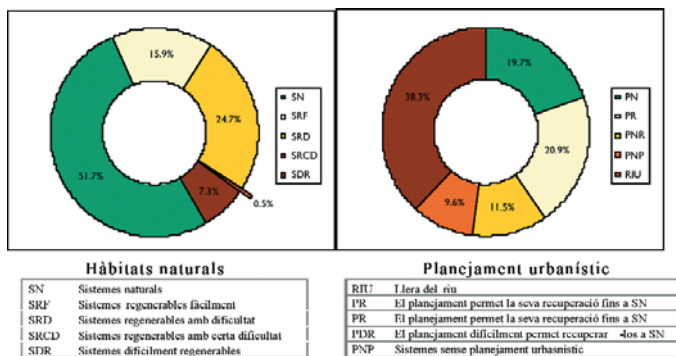


Figura 1. Hàbitats naturals i planejament urbanístic al riu Ter al seu pas per la comarca d'Osona. Font: PRAT, N.; ORDEIX, M.; VILALTA, E. *Diagnosi de Medi Natural*. Memòria inèdita elaborada per al Pla estratègic per a la gestió integral de la conca del Ter dins del Projecte Alba-

Ter/Ave del Consorci Alba-Ter. Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona i Servei d'Assaigs i Recerca Tecnològica de la Universitat de Vic, 2000.

c) Estanys temporals i embassaments

A Osona els estanys naturals permanents són inexistent. Tampoc se'n coneixen d'antics. No obstant això, a determinats sectors del centre i el sud de la plana de Vic hi ha terrenys que s'inunden temporalment de manera natural, a causa de la superficialitat del nivell freàtic, i permeten l'existència de zones reduïdes d'aiguamoll, avui en dia majorment reemplaçades per espais d'ús agrícola o urbà. A causa de la proximitat del nivell superior de l'aigua subterrània, en determinats espais, com a la Torre d'en Franc, a la part baixa del torrent de Sant Jaume (Vic), entre l'antiga carretera N-152 i la via del ferrocarril —de la mateixa manera que succeïa al Sot dels Pradals, a l'oest de Vic, abans de la seva urbanització absoluta un decenni enrere—, l'aigua s'hi acumula o hi aflora una part de l'any. S'hi desenvolupa vegetació pròpia de zones humides: joncs (*Scirpus holoschoenus*), canyís (*Phragmites australis*), boga (*Tipha latifolia*), salzes o saules (*Salix sp.*), etc. I s'hi concentren molts ocells aquàtics, ànecs collverds i diversos i nombrosos limícoles, sobretot a l'hivern.

Aquests camps inundables, sobretot en temps de pluja, constitueixen espais importantíssims per a la reproducció de la fauna, d'entre la qual destaquen amfibis com el gripau corredor o galàpet petit (*Bufo calamita*). També s'hi refan ocells en migració o a l'hivern, com la fredeluga o garsa marina (*Vanellus vanellus*). Se'n desconeix l'evolució, tant pel que fa a superfície afectada com a variabilitat de les característiques de l'aigua, i la flora i la fauna presents.

Un cas a part és el dels embassaments de Sau, que va construir-se l'any 1963, i de Susqueda, construït l'any 1968. Produïxen electricitat, energia hidroelèctrica. Alhora, a través d'una canalització que surt d'un tercer embassament, el

Pasteral, aporten aigua per a l'abastament de Barcelona i àrea metropolitana, Girona i la Costa Brava.

De bon començament, als anys seixanta del segle XX, el pantà de Sau abrigava una espècie de musclo d'aigua dolça (*Unio elongatulus*) i hom podia pescar-hi fins a vuit espècies de peixos; però aviat la qualitat no hi va evolucionar gens positivament. Hi arribava molta contaminació. La producció d'algues, reflectida en la intensitat del color verd de l'aigua de l'embassament, va anar en augment durant uns quants anys, des del 1963 fins a la dècada de 1980, quan Sau rebia les càrregues de fòsfor i altres nutrients més elevades de la seva història. Llavors, Sau es mostrava sense oxigen bona part de l'any i amb presència de gasos indesitjables, com el sulfhídric, l'amoníac i, fins i tot, el metà.

La reducció de l'aportació de nutrients, sobretot de fòsfor, en bona part deguda a les estacions depuradores, detectada a mitjan dècada de 1990, va comportar la pràctica absència d'algues cianofícies. A partir del 1994, el canvi va ser aclaparador: només hi havia manca d'oxigen els mesos d'estiu, sense la presència de metà i sulfhídric; paral·lelament, les concentracions de nutrients a l'aigua van baixar de manera força important. Els darrers anys s'ha reduït encara més la contaminació de l'aigua del Ter i actualment es detecten bons indicis de recuperació de la qualitat de l'embassament, però la introducció d'espècies de peixos al·lòctons, sobretot l'albornell o ablet (*Alburnus alburnus*), que es relaciona amb un recreixement de les algues, l'està tornant a posar en perill (vegeu la figura 3).

Per sort, a Sau s'han fet estudis limnològics des de l'any 1963 (ARMENGOL et al., 2000): es disposa d'una sèrie històrica completa de dades, d'interès científicotècnic i reconeixement internacional. Hi manca, per ara, un estudi sobre canvis associats o associables al canvi climàtic, per exemple, sobre l'evolució de la seva estratificació; probablement hi hagi dades més que suficients per poder-lo fer.

2. Impactes del canvi climàtic a la comarca d'Osona

A part de dades pluviomètriques, no es disposa de sèries històriques suficients. Hi ha, no obstant això, dades de cabals circulants al riu Ter. I cal tractar les de Sau. La resta de sèries són massa curtes per considerar-les aquí.

Com a dades de cabals circulants, només es disposa de les del riu Ter obtingudes a l'estació d'aforament de l'Agència Catalana de l'Aigua a Roda de Ter (la A0019). Aquí se'n mostra un resum, no una anàlisi enfocada a detectar indicis de canvi climàtic, encara pendent de fer.

Com la resta de rius mediterranis, el Ter presenta una variabilitat interanual elevada, que determina la presència d'anys humits i d'anys secs. Per exemple, l'any hidrològic més humit de la sèrie compresa entre el 1940 i el 2000 fou el 1971-1972, amb una aportació a Roda de Ter per sobre dels 1.100 hm³. El més eixut, l'any 1944-1945, va disposar d'una aportació de poc més de 200 hm³ (ACA, 2004); queda per avaluar quin és el total per a 2004-2005, probablement d'aquest ordre de magnitud (vegeu la figura 2).

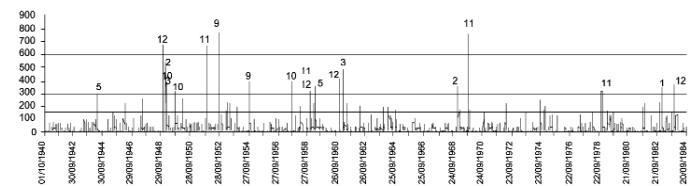


Figura 2. Cabal mitjà diari en m³/s al riu Ter a l'alçada de Roda de Ter entre els anys 1940 i 1984. Els nombres indiquen el mes de l'any en què es van produir els aiguats principals. Font: Agència Catalana de l'Aigua (2005).

Les aportacions pirinenques de la capçalera del Ter fan que, tot i les oscil·lacions notables, generalment el seu tram mitjà-alt no arribi, teòricament, a eixugar-se del tot. Ara bé, és cert que alguns anys l'escàs cabal circulant es deriva per les mànegues de

reg agrícola i pels canals en la seva pràctica totalitat. Hi influeixen, doncs, l'increment de superfície de conreus de regadiu (blat de moro i melca) i les engolfades —retencions, il·legals, d'aigua— a les rescloses. Com a conseqüència més recent de tot això, la llera del Ter al seu pas per Manlleu es va eixugar del tot a finals d'agost de 2003 i ha succeït en ocasions diverses l'estiu de 2005, sobretot de capvespre i matinada.

Una altra de les característiques dels rius mediterranis és l'estacionalitat marcada. En el seu tram mitjà-alt, el Ter presenta un comportament —denominat bimodal— propi dels rius mediterranis amb règim nivopluvial. S'observen dos mínims anuals: un a finals d'estiu, a l'agost (13,1 m³/s), i l'altre a finals d'hivern, al febrer (12,8 m³/s); i dos màxims: un a l'època de desglaç, el mes de maig (22,0 m³/s), i l'altre durant les pluges de tardor-hivern, d'octubre a desembre (15,9 m³/s). Tal i com s'observa a la figura 3, les aportacions més significatives són les procedents del desglaç, amb màxims els mesos de maig i juny. Les aportacions de les rieres de les planes, que creixen sobretot a la tardor i principis d'hivern, de setembre a desembre, són més moderades que les primaverals però, en canvi, pel seu caràcter torrencial, provoquen cops de riu més intensos.

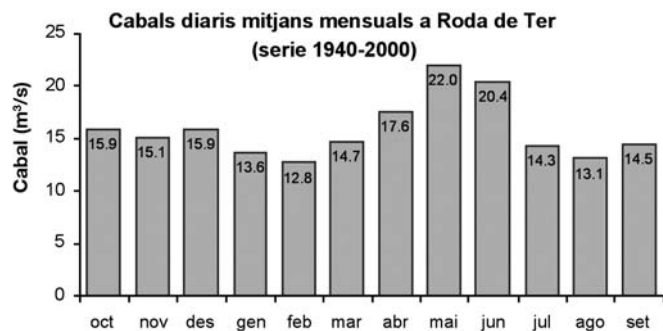


Figura 3. Cabals diaris mitjans mensuals (m³/s) al riu Ter a l'alçada de Roda de Ter (estació d'aforament A0019). Font: Agència Catalana de l'Aigua (maig de 2004).

Els aiguats del Ter més memorables, enregistrats pels cronistes, corresponen a 1552, 1678, 1763 i 1843. Sobretot als Pirineus, tot i que va afectar gran part de la conca, va tenir molt de ressò l'aiguat del 1617, «l'any del Diluvi». L'aiguat més notable del segle XX, que va afectar tota la conca del Ter, correspon al 17 i 18 d'octubre de 1940. El cabal màxim a Ripoll ja va arribar a ser de 1.700 m³ per segon. A Sau, l'aigua hi passava a 2.350 m³ per segon. El desbordament del riu va arrasar ponts, fàbriques, cases, conreus i centrals elèctriques. Els danys materials van ser quantiosos i van dificultar la represa industrial de la postguerra (COROMINAS, 1985).

Els aiguats suposen el risc natural més estès i homogeni al nostre país (COROMINAS, 1985); la tradició popular se n'ha fet un bon ressò. Històricament, han tingut un efecte notable a tota la conca del riu Ter i, concretament, per exemple, als nuclis urbans de les ciutats de Manlleu i Vic. Fins no fa gaire anys, l'opinió majoritària afavoria la transformació dels espais inundables amb finalitats productives. A moltes poblacions es van aixecar parets o murs a les ribes fluvials, per obligar l'aigua a circular només per la llera. Però aquest camí, massa estret, de tant en tant es demostra insuficient; el riu retorna a ocupar la planura d'inundació, entrant enmig de cases i naus industrials. El vestit posat els és just i massa impermeable. El fet d'asfaltar la majoria dels carrers fa que l'aigua s'infiltri amb dificultat al subsòl i en llisqui més que mai i a més velocitat cap als cursos fluvials. Ara la infiltració d'aigua a l'aquífer disminueix fruit de la proliferació de superfícies impermeabilitzades, que incrementen l'escolament superficial. La detenció o la intercepció de l'aigua de pluja també és menor davant l'absència de coberta vegetal, per la transformació de prats i boscos de la conca fluvial en terres de conreu.

Tot i l'existència de la Memòria per a la redacció de l'estudi INUNCAT (AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA, 2000), que inclou cartografia de tot el país amb la zonificació del risc d'inundació en funció de la freqüència (zones inundables amb aiguats de

període de retorn diferent), que va donar lloc al Pla especial d'emergències per inundacions a Catalunya, resta actualitzar-la i, alhora, refer els plans locals d'evacuació de la població. I ajustar la resistència de les infraestructures a la variabilitat prevista pel canvi climàtic, que preveu que les precipitacions extremes augmentin.

Pel que fa a canvis físics i a qualitat de l'embassament de Sau, les dades existents, que se sàpiga, encara no s'han tractat en el sentit de conèixer-ne la influència del canvi climàtic. Les diferències s'associen, ara com ara, a la millora de la qualitat de l'aigua a la conca. Se'n mostra un resum a la figura 4.

Any	1975	1985	1995	2005
Frsfor (SRP, ug P-PO ₄ /L)	40	128	40	24
Clorofil·la (mg/m ³)	12	25	20	15
Algues	Clorofícies i diatomees	Clorofícies i cianofícies	Clorofícies i diatomees	Clorofícies i diatomees Albornell, carpa
Peixos	Carpa	Carpa	Carpa	Albornell, carpa i silur

Figura 4. Evolució de la qualitat de l'aigua a l'embassament de Sau. Dades mitjanes anuals de Joan Armengol, Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona (com. pers.), i pròpies (2005).

Així mateix, el seguiment regular de l'estat ecològic dels cursos fluvials d'Osona permet deduir possibles escenaris futurs. El CERM, Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis de la Fundació Museu Industrial del Ter (Manlleu, Osona), en fa el seguiment de l'estat ecològic des de l'any 2002. La informació està publicada fins al 2003 (PRAT et al., 2005) però és consultable fins al 2005 en una base de dades d'accés lliure (<http://www.diba.es/mediambient/dades.asp>). Prèviament, els anys 1992-1994, s'havien fet uns quants mostreigs. La sèrie històrica és curta, però permet comparar els efectes d'un any humit, el 2004, amb un any molt eixut, el 2005, amb condicions de sanejament força semblants.

Els darrers deu o quinze anys la qualitat de l'aigua a la conca del Ter, tant des d'un punt de vista fisicoquímic com biològic, ha anat progressat adequadament —amb excepcions puntuals— al conjunt d'Osona —que inclou parts de les conques del Llobregat i del Besòs. Hi ha tingut un paper primordial la construcció de les xarxes de col·lectors i d'estacions depuradores d'aigües residuals urbanes i industrials i el reajustament progressiu del seu funcionament, però això també ha estat fruit del cessament de l'activitat industrial de nombroses empreses realment agressives.

Els cabals mesurats al Ter són molt irregulars perquè es tracta d'un riu molt condicionat per les derivacions hidroelèctriques, però tant la primavera com l'estiu de l'any 2005, un dels més eixuts dels darrers decennis, es van reflectir clarament en els cabals circulants a tota la conca del Ter. Els cabals estimats van resultar ser molt baixos de manera generalitzada, especialment a l'estiu, on nou dels vint-i-dos trams mostrejats presentaven un cabal nul o molt baix —és el cas dels rius Meder, Rimentol, Sorreigs o Ges. D'altra banda, es van observar oscil·lacions importants de cabal al llarg del dia, que arribaven a deixar el riu Ter ben eixut unes quantes hores entre les Masies de Voltregà i Manlleu, cosa que es relaciona amb el reg agrícola en expansió, sobretot de blat de moro i melca, a part dels ja descrits usos hidroelèctrics intensius.

Pel que fa a l'estat ecològic dels cursos fluvials, s'assenyala que l'any 2005 la majoria dels trams estudiats presentaven una qualificació entre intermèdia i bona. Els valors dels índexs biològics han disminuït notablement respecte de l'any anterior, força humit, probablement més aviat a causa la sequera que no pas per un augment dels abocaments d'origen antròpic, bastant estabilitzats. Així doncs, si la temperatura augmenta i l'eixutesa fluvial perdura, serà necessari afinar encara més les mesures de sanejament i d'estalvi d'aigua pel que fa a tots els usuaris del riu (vegeu-ho a les figures 5 i 6).

El CERM també disposa d'informació, tot i que aquí no es mostra, sobre l'evolució de la qualitat de la vegetació de ribera d'Osona i, menys complerta, del poblament de peixos, però la sèrie anual és relativament massa curta.

Pel que fa al conjunt de la fauna vertebrada aquàtica, hi ha una bona informació puntual associada a l'edició del llibre *Els Ocells d'Osona* (AYMERICH et al., 1991) i, posteriorment, l'aplegada a l'atles *La Fauna Vertebrada d'Osona* (BAUCELLS et al., 1999). Entre d'altres espècies, el catàleg faunístic aquàtic d'Osona encara manté vestigis d'èpoques més fredes i humides, com són la granota roja (*Rana temporaria*) i el tritó pirinenc (*Calonitron asper*). Cal fer tot el possible, doncs, per conservar els seus hàbitats i en aquest sentit és desitjable millorar les condicions ecològiques dels rius replantejant el control del reg agrícola com la viabilitat de determinades concessions —segons el Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de l'Agència Catalana de l'Aigua (2005) cal, com a mínim, suprimir dues de cada tres rescloses— i promovent l'establiment de dispositius de pas per a la dispersió o migració dels peixos autòctons a les rescloses i preses —per a truites, barbs, bagres i anguiles.

Més recentment, s'han obtingut estimacions de densitats del poblament d'ocells per a espais amplis d'Osona, aquàtics inclosos, fruit de l'elaboració de l'Atles dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002 (ESTRADA et al., 2005), i del programa de seguiment d'Ocells Comuns de Catalunya (SOCC), coordinats per l'Institut Català d'Ornitologia. Es detecta una expansió generalitzada dels ocells aquàtics, fruit de la gestió i la protecció de les àrees humides a Catalunya i arreu d'Europa. Es preveu, a més, disposar relativament aviat (el 2008) d'un atles dels ocells hivernants de Catalunya, també coordinat per l'Institut Català d'Ornitologia.

D'altra banda, i des de l'any 1992, naturalistes d'Osona i el Ripollès fan un seguiment anual dels ocells aquàtics hivernants al riu Ter entre Ripoll i els embassaments de Sau, Susqueda i el Pasteral. Aquesta informació, que els darrers anys coordina el

CERM d'acord amb el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya i el Grup de Naturalistes d'Osona (IEC), hauria de permetre albirar canvis en la fauna aquàtica associables a un canvi climàtic a mitjà termini. L'associació de les dades poblacionals dels ocells aquàtics hivernants i les onades de fred i/o hiverns més càlids i/o més freds forma part dels propòsits del grup de persones implicades però a hores d'ara encara resta pendent de realització.

Així doncs, el canvi climàtic podria alterar les característiques dels sistemes aquàtics osonencs, per exemple, fent temporals molts cursos fluvials que avui en dia es classifiquen en la seva pràctica totalitat com a permanents o semipermanents, i canviant els seus cicles biogeoquímics i les espècies de flora i fauna. I, així mateix, reduint el volum d'aigua disponible per a l'abastament, la indústria, el reg i la generació d'energia elèctrica. D'altra banda, la intensificació dels aiguats podria afectar la resistència d'infraestructures i posar en risc d'inundació àrees que fins al moment se'n consideraven exemptes.

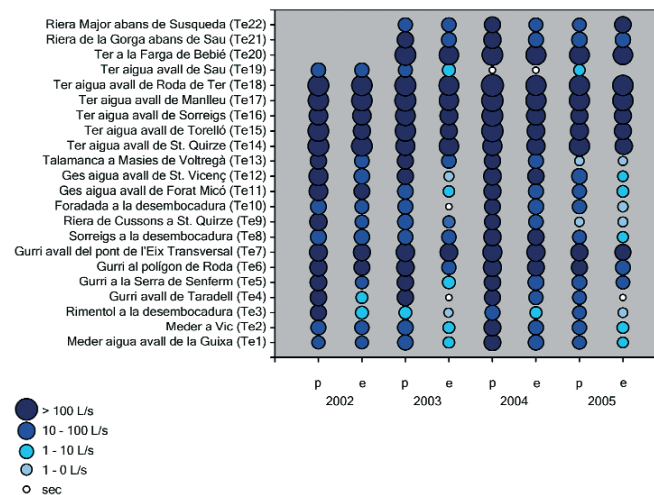


Figura 5. Cabals estimats en els vint-i-dos punts de mostreig de la conca del riu Ter a Osona durant el període 2002-2005. L'àrea dels cercles és proporcional al logaritme del cabal. p = primavera, e = estiu. Dades d'ORDEIX, M.; ORTIZ, J.; ROURA, M.; BRETXA, È.; CROSAS, X. *Seguiment de l'estat ecològic de la conca del riu Ter a Osona. Dades de l'any 2005*. Memòria inèdita del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM), Fundació Privada Museu Industrial del Ter, Can Sanglas. Manlleu (Osona), 2005.

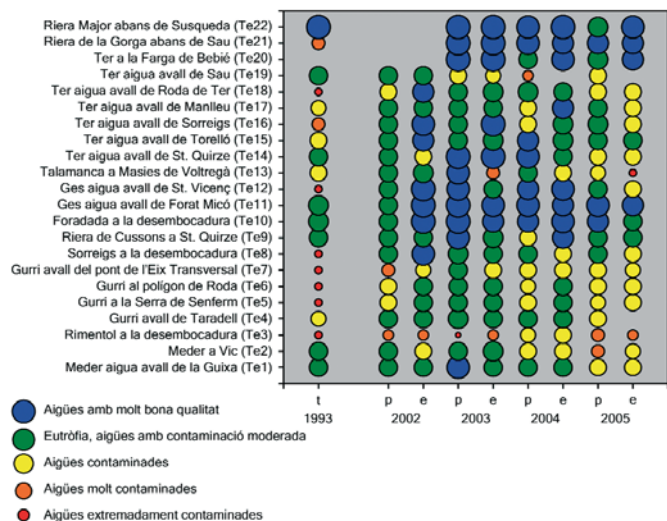


Figura 6. Índex FBILL de qualitat biològica de l'aigua, calculat als vint-i-dos punts de mostreig al 1993 i durant el període 2002-2005. L'àrea dels cercles és proporcional al valor de l'índex FBILL. t = tardor, p = primavera, e = estiu. Dades d'ORDEIX, M.; ORTIZ, J.; ROURA, M.; BRETXA, È.; CROSAS, X. *Seguiment de l'estat ecològic de la conca del riu Ter a Osona. Dades de l'any 2005*. Memòria inèdita del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM), Fundació Privada Museu Industrial del Ter, Can Sanglas. Manlleu (Osona), 2005.

3. Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca

Amb la finalitat de disminuir els efectes del canvi climàtic, que pot comportar una sobreexplotació creixent d'aigües superficials i subterrànies, cal aplicar simultàniament mesures de gestió que integrin la conservació i la millora dels sistemes aquàtics. En gran manera, s'assumeixen els criteris establerts per M. Álvarez, J. Catalán i D. García (2004), amb les puntualitzacions següents:

- Efectuar polítiques d'estalvi d'aigua, implantar cabals de manteniment de manera generalitzada, conservar i millorar la qualitat de l'aigua i fomentar la reutilització de l'aigua residual regenerada, tant com sigui possible. Com a cas concret, cal replantejar les portades d'aigua promogudes pel Consell Comarcal d'Osona els anys 1990 i 2000 —pujades d'aigua a Osona Sud i l'Esquirol—, començant pels transvasaments a d'altres conques fluvials, i regular —i controlar— el reg agrícola en expansió, sobretot de blat de moro i melca, a part dels usos hidroelèctrics intensius, que a l'estiu causen oscil·lacions importants —cruents— de cabal del riu Ter al llarg del dia. És absolutament necessari rehabilitar els recursos locals com a estratègia de restauració de la sostenibilitat del sistema.
- Conservar i millorar —restaurar— arreu els hàbitats naturals fluvials, especialment els hàbitats i les espècies d'interès comunitari i conservació prioritària per al conjunt de la Unió Europea (Directives 92/43/CEE, de 21 de maig de 1992, i 97/62/CE, per la qual s'adapta al progrés científic i tècnic la 92/43/CEE), la principal eina legal comunitària de conservació de la natura: els boscos al·luvials amb verns, salzes blancs i freixes, estanys temporals i comunitats fontinals d'aigües dures. Una part considerable dels cursos fluvials, també pel seu paper de connectors ecològics entre àrees naturals més ben conservades, hauria de

formar part de la gran xarxa d'àrees protegides de la Unió Europea, denominada Xarxa Natura 2000. A tall d'exemple seria imprescindible, com a mínim, que el Govern de Catalunya proposés d'incloure la totalitat del riu Ter dins la Xarxa Natura 2000; d'aquesta manera s'asseguraria la connexió entre el litoral mediterrani i els Pirineus, passant per les Guillerries, el Collsacabra, la plana de Vic i el Bisaura. I altres espais inundables, com l'entorn de les fonts d'aigües dures —la majoria ho són— i l'estany temporal de la Torre d'en Franc (Vic). A part de la restauració de la vegetació de ribera, també cal millorar la connectivitat ecològica dels rius replantejant la viabilitat de determinades rescloses i preses i, en qualsevol cas, promovent a la resta l'establiment de dispositius de pas per als peixos autòctons —truites, barbs, bagres i anguiles.

c. Atermenar clarament l'àmbit fluvial del conjunt del territori i evitar, immediatament, l'ocupació de les zones inundables. Tot fa preveure que una intensitat major de les pluges comporti una freqüència major de cops de rius i aiguats i cal actuar per disminuir-ne els efectes.

d. Ajustar la resistència de les infraestructures a la variabilitat prevista pel canvi climàtic, que preveu que les precipitacions extremes augmentin.

e. Millorar les sèries de dades existents (de les diverses estacions meteorològiques, de pous i fonts, de cabals circulants al Ter a Roda de Ter, de seguiment de les característiques del pantà de Sau, de seguiment de l'estat ecològic de la conca del Ter a Osona, d'ocells nidificants i hivernants, etc.) tot incrementant el registre pel que fa a dades de cabals circulants al Ter i a d'altres cursos fluvials (el Gurri, el Sorreigs, el Ges, la riera Major, per exemple), de peixos del conjunt del territori i de qualitat dels cursos fluvials, sobretot, a la conca del Llobregat —al Lluçanès.

Referències bibliogràfiques

- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. *Estudi Inuncat*. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, 2000. [Document inèdit, consultable a través de la pàgina web de gencat.net.]
- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. *Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de les Conques Internes de Catalunya*. Barcelona: Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, 2004.
- AGUSTÍ, J. *Els fòssils. A la recerca del temps perdut*. Barcelona: Edicions de la Magrana, SA., 1995. (L'Esparver Ciència, 16)
- ÀLVAREZ, M.; CATALÁN, J.; GARCÍA, D. «Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales». A: *Impactos del cambio climático en España*, 2004.
- ARMENGOL, J.; BARTRA, R.; GARCÍA, J. C.; PICÓN, A.; SACRISTÁN, J.; VIDAL, A. «Evolució de l'embassament el 1995». A: *Contribució al coneixement de l'ecologia aquàtica de l'embassament de Sau. Evolució de l'embassament als anys 1995, 1996 i 1997*. Quaderns ATLL. Laboratori. Recull núm. 2. Barcelona: Aigües Ter-Llobregat, 2000.
- AYMERICH, J.; BAUCCELLS, J.; BIGAS, D.; CAMPRODON, J.; ESTRADA, J.; MOLIST, M.; ORDEIX, M.; RAMONEDA, J.; VIGUÉ, J.; COMAS, F.; CULÍ, J.; GÓMEZ, M.; MARTÍ, J.; ORTA, J.; ROMERO, J.; SOLÀ E.; VILA, L. *Els Ocells d'Osona*. Barcelona: Lynx Edicions, 1991.
- BAYÓ, A. «Les aigües». A: SERRAT, D. (coord.). «Recursos i riscos geològics». A: FOLCH, R. (dir. gen.). «Recursos geològics i sòl». *Història Natural dels Països Catalans*, 3. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, SA., 1985.
- BAUCCELLS, J.; CAMPRODON, J.; ORDEIX, M. *La Fauna Vertebrada d'Osona. Atlas dels Peixos, els Amfibis, els Rèptils, els Ocells i els Mamífers actuals i extingits recentment de la Plana de Vic, el Pre-pirineu, el Collsacabra, les Guillerries, el Montseny i el Lluçanès*. Barcelona: Lynx Edicions, 1999.

- BOLÒS, O. DE. «El clima i la vegetació postglacial als Països Catalans». *Treballs de la Institució Catalana de Història Natural*, 9, p. 83-91. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 1981.
- BUSQUETS, P.; DOMÍNGUEZ, A.; VILAPLANA, M. *Geologia d'Osona*. Vic: Eumo Editorial, 1979. (Complements, 1)
- COROMINAS, J. «Els riscos geològics». A: SERRAT, D. (coord.). «Recursos i riscos geològics». A: FOLCH, R. (dir. gen.). «Recursos geològics i sòl». *Història Natural dels Països Catalans*, 3. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, SA., 1985.
- ESTRADA, J.; PEDROCCHI, V.; BROTONS, L.; HERRANDO, S. *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: Institut Català d'Ornitologia / Lynx Edicions, 2005, 638 p.
- GALÁN, À.; BLANC, C. «Clima». A: DIVERSOS AUTORS. *Auditoria Ambiental de Vic*. Memòria inèdita. Ajuntament de Vic, Diputació de Barcelona, 1998.
- GARCÍA CODRON, J. C. *Un clima para la historia... Una historia para el clima. Lecciones*. Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, 1996.
- JUNYENT, E. (dir.). «Els temps prehistòrics i antics fins al segle V». A: *Història, Política, Societat i Cultura dels Països Catalans*. Vol. 1. Barcelona: Fundació Enciclopèdia Catalana, 1996.
- JUAN-MUNS, N. «La ictiofauna fòssil: una altra dada per a la reconstrucció del medi ambient». A: «Dossier: Mètodes científics aplicats a la reconstrucció paleoambiental de la història». *Cota Zero. Revista d'Arqueologia i Ciència*. 4, p. 75-79. Vic: Editorial, 1988.
- ORDEIX, M.; ORTIZ, J.; ROURA, M.; BRETXA, È.; CROSAS, X. *Seguiment de l'estat ecològic de la conca del riu Ter a Osona. Dades de l'any 2005*. Memòria inèdita del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM), Fundació Privada Museu Industrial del Ter, Can Sanglas. Manlleu (Osona), 2005.
- ORDEIX, M. (coord.). *Cartografia del bosc de ribera de la conca del riu Ter per al Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures (SITXELL) de la província de Barcelona*. Memòria i cartografia inèdites elaborades per a l'Oficina Tècnica de Planificació i Anàlisi Territorial, Àrea d'Espais Naturals, Diputació de Barcelona, 2004.
- PRAT, N.; ORDEIX, M.; VILALTA, E. *Diagnosi de Medi Natural*. Memòria inèdita elaborada per al Pla estratègic per a la gestió integral de la conca del Ter dins del Projecte Alba-Ter/Ave del Consorci Alba-Ter. Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona i Servei d'Assaigs i Recerca Tecnològica de la Universitat de Vic, 2000.
- PRAT, N.; VILA-ESCALÉ, M.; SOLÀ, C.; JUBANY, J.; MIRALLES, M.; ORDEIX, M.; RÍOS, B.; ANDREU, R.; BONADA, N.; CASANOVAS-BERENGUER, R.; MURRIA, C.; PUNTÍ, T.; RIERADEVALL, M. *La Qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix, la Tordera i el Ter. Informe 2003*. Diputació de Barcelona. Volum 13. Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius Llibre en format CD interactiu. (2005).
- REGUANT, S.; BUSQUETS, P.; VILAPALANA, M. *Geologia de la Plana de Vic*. Vic: Patronat d'Estudis Osonencs, 1986. (Osona a la Butxaca, 9)
- RUEDA, J. M.; TURA, J. «El Montseny». *Quaderns de la Revista de Girona*, 58. *Guies*, 26. Girona: Diputació de Girona / Caixa de Girona, 1995.
- SABATER, F. *Característiques físico-químiques del riu Ter i els factors que la determinen*. Tesi Doctoral. Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, 1987.
- SABATER, S.; GUASCH, H.; MARTÍ, E.; ARMENGOL, J.; VILA, M.; SABATER, F. «The Ter, a Mediterranean river system in Spain». *Limnética*. 8, p. 141-149. Madrid: Asociación Española de Limnología, 1992.
- SERRAT, D. «El glacialisme». A: GUIMERÀ, J. et al. «Geologia (II)». A: *Història Natural dels Països Catalans*, 2. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, SA, 1992.

- VILA, A. «El “Cingle Vermell”: assentament de caçadors-recol·lectors del X mil·lenni B.P.». *Excavacions Arqueològiques a Catalunya*, 5. Barcelona: Direcció General del Patrimoni Artístic, Servei d'Arqueologia. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, 1985.
- VILALTA, E.; ORDEIX, M. *Diagnosi sobre usos i qualitat de l'aigua, Informe per al Pla estratègic per a la gestió integral de la conca del Ter dins del Projecte Alba-Ter/Ave del Consorci Alba-Ter*. Servei d'assaigs i recerca tecnològica, Universitat de Vic, 2000.

RECURSOS HÍDRICS

Eva Matavaques i Ramírez. De formació és Enginyera Tècnica Agrícola i dins del seu variat i poc habitual currículum és també Tècnica Superior en Química Ambiental i Tècnica Especialista en Anàlisis Clíniques.

Des de l'any 2001 és militant del Grup de Defensa del Ter en el qual ha format part de diferents comissions de treball, d'on cal destacar la Comissió de Fonts que recentment ha publicat el llibre que porta per títol *Les fonts que tenim*, editat conjuntament pel Grup de Defensa del Ter i la Diputació de Barcelona.

L'any 2004 va guanyar el premi atorgat pel Patronat d'Estudis Osonencs pel treball *Avaluació dels recursos hídrics de la riera de les Gorgues*. Aquest treball ha estat publicat recentment a la revista *Ausa*.

Actualment treballa en una empresa dedicada a tramitar projectes d'inversions destinats a millores mediambientals i de recerca i desenvolupament.

1. Introducció. El balanç hídric

El balanç hídric d'una conca hidrogràfica reflecteix les relacions entre les aportacions d'aigua provinents d'aigües superficials i/o subterrànies i per la precipitació, i la seva sortida a través de l'evapotranspiració i les descàrregues subterrànies i/o superficials.

Es considera escorrentia superficial la part de l'aigua de precipitació que arriba a terra, circula per la superfície i es concentra en petits bassals que després es reuneixen formant petits corrents d'aigua, que finalment, desemboquen al riu; juntament amb una part d'aigua subterrània que ha passat a alimentar el cabal del riu, directament o a través de brolladors.

Per evapotranspiració s'entén la part de l'aigua de precipitació que arriba a terra i s'infiltra fins a la zona d'humitat del sòl o zona no saturada, des d'on torna a l'atmosfera en forma de vapor, directament per evaporació o, d'una manera quantitativa més important, per la transpiració de les plantes.

Finalment, es considera escorrentia subterrània la part de l'aigua de precipitació que arriba a terra i penetra verticalment a través del sòl, fins a la zona saturada o d'aigua subterrània en sentit estricte; més una altra part d'aportació lateral que pot provenir de l'escorrentia subterrània o d'aquífers propers.

Aquesta escorrentia subterrània s'aproxima amb el càlcul de la diferència entre l'escorrentia superficial i els excedents que poden quedar després d'omplir les reserves del sòl i que corresponen a una part de l'aigua que, o bé s'infiltrarà profundament com a aigua subterrània o bé s'escorrerà superficialment. Això dona un volum d'infiltració estimat, ja que, més tard, una part d'aquesta aigua infiltrada podrà tornar al riu com a aigua superficial. Al cap i a la fi, però, és el que interessa a l'hora d'estimar la recàrrega dels aquífers i també a l'hora d'estimar quina ha de ser l'explotació dels recursos d'aigua subterrània sense que minvin les seves reserves.

És obvi, doncs, que la modificació dels paràmetres climàtics condiciona el balanç hídric a qualsevol escala.

2. Impactes del canvi climàtic a Osona

2.1. Les aigües superficials

Uns escenaris futurs on es plantegen episodis pluviomètrics intensos i concentrats estacionalment, reflectirien ràpidament una disminució del volum d'aigua total infiltrada al subsòl (ja que la intensitat de la precipitació superaria la capacitat d'infiltració del sòl) i un cabal superficial elevat. O sigui que el temps de residència de l'aigua dins una conca determinada disminuiria, essent traspasada ràpidament a una conca d'ordre superior, disminuint així la possibilitat de recuperar les reserves i compensar les extraccions dels recursos locals.

La majoria de rius i rieres de la comarca d'Osona són, en condicions naturals, perennes, amb una oscil·lació de cabals que depèn del règim pluviomètric i de la fosa de la neu dels Pirineus, en alguns d'ells. La irregularitat en els cabals és una altra característica de molts dels rius osonencs, on períodes d'estiatge es combinen amb grans riudes, que es deuen més a la intensitat de la precipitació que al volum de pluja durant un període llarg. Aquest fet evidencia el predomini de sòls poc permeables i formacions aquíferes poc extenses d'algunes zones de la comarca on la poca eficàcia de la precipitació per infiltrar-se i l'escàs emmagatzematge disponible per aigua subterrània originen que la pluja produeixi un ràpid augment del cabal del riu, seguit d'una ràpida disminució d'aquest al final de la pluja. Durant l'època d'estiatge el cabal quasi desapareix, ja que s'aguanta per contribucions poc importants de flux base (aigua subterrània i subsuperficial) associat a dipòsits geològics. En aquestes zones les inundacions després de pluges intenses poden ser freqüents i les conques es caracteritzen per la presència de molts corrents

tributaris. La possibilitat que aquests fenòmens extrems tinguin lloc s'incrementa amb les tendències de precipitació.

En el cas de les inundacions, el component antròpic ha estat responsable de desastres i tragèdies ocorregudes: ocupació per a habitatge, ús industrial o de lleure les zones inundables, modificació de seccions de llera, impermeabilització del terreny, etc. En aquests casos, es manifesta una certa ignorància dels processos geodinàmics en l'ordenació del territori, que permet l'ocupació d'aquestes zones de risc. En les circumstàncies previstes caldria ser molt més estrictes en l'ocupació del territori i considerar seriosament els períodes de retorn de les riudes.

2.2. Les aigües subterrànies

La instauració d'una xarxa de retenció i drenatge hídric té lloc a dos nivells no necessàriament coincidents topogràficament: la xarxa aèria, formada per torrenteres, torrents, rieres, rius, aiguamolls, embassaments, etc.; i una xarxa subaèria formada per sòl (per la seva capacitat de retenció), capes freàtiques i deus.

L'estructura geològica té un paper decisiu en el desenvolupament i el manteniment del règim hidrològic. L'homogeneïtat o heterogeneïtat de la composició litològica i tectònica constitueixen la matriu en la qual els factors climàtics modelaran la morfologia i l'edafologia mitjançant la meteorització, l'erosió i/o la sedimentació.

En el cas de la xarxa d'aigües subterrànies, estimar les tendències és molt complex ja que cal considerar, d'una banda, l'estructura del medi geològic, que té un paper decisiu en el desenvolupament i el manteniment del règim hidrològic, i de l'altra, el flux d'aigua natural des dels aquífers cap al riu.

Una breu descripció dels possibles impactes del canvi sobre aquesta relació riu-aqüífer, podria ser la següent:

a) Aqüífers al·luvials

Es consideren aqüífers al·luvials aquells situats damunt de materials al·luvials no consolidats, de naturalesa fluvial. Els nivells superiors solen presentar un caràcter d'aqüífer lliure i els inferiors són de tipus confinat, o semiconfinat.

La relació riu-aqüífer en aquest cas és la següent: en episodis de crescuda, s'estableix un flux del riu cap a l'aqüífer, amb la consegüent recàrrega de les aigües subterrànies; en canvi, en episodis de sequera és l'aqüífer qui aporta aigua al riu, sempre que el nivell freàtic se situï a una cota superior a la llera i existeixi una connexió hidràulica adequada entre ambdós elements. En aquest segon cas, el flux d'aigua subterrània és qui determina el cabal d'esgotament del riu. En el context d'unes variacions climàtiques cap a períodes de precipitació més concentrats allargant els períodes sense aportacions de pluja, seria possible preveure un pendent cap a cabals baixos durant períodes de temps més o menys llargs, la qual cosa impediria la recàrrega dels aqüífers i donaria lloc a un descens del nivell freàtic.

Quan ens trobem en anys poc humits és possible estimar el decreixement de les reserves en funció de les entrades del sistema i de les extraccions produïdes; per contra, un any humit permet una acumulació significativa de les reserves, suficient per mantenir l'exploitabilitat de l'aqüífer durant un període posterior de precipitacions escasses, ja que a partir d'una cota x , la relació riu-aqüífer esdevé de caràcter efluent i dona lloc a un important augment del cabal superficial del riu i , per tant, del drenatge natural dels recursos subterrànies.

b) Aqüífers confinats

En el cas dels aqüífers confinats, les condicions són força diferents ja que la seva recàrrega només té lloc en aquelles zones on la formació geològica —o el conjunt de formacions geològiques— que els constitueixen aflora a la superfície. El temps de residència de l'aigua en aquest aqüífer sol ser de l'ordre de

dècades, o més llarg, de manera que canvis estacionals o interanuals a curt termini poden no afectar-los de forma immediata. No obstant això, una disminució de la recàrrega perllongada i estable podria donar lloc a casos d'exploració d'unes reserves hídriques amb escassa o nul·la renovació.

Un altre paràmetre que influeix en la dinàmica hidràulica dels aqüífers és l'estació de l'any en què es produeixen les pluges. Les pluges d'hivern, que és, generalment, l'estació més seca de l'any a la comarca d'Osona, són molt importants quant a reserves d'aigua perquè: si a l'estiu es produeix un dèficit d'humitat del sòl, la major part de la precipitació que caigui durant aquest període quedarà retinguda al sòl i només una part molt mínima s'infiltrarà en els emmagatzematges subterrànies; a la tardor, com que el desenvolupament de les plantes i l'evapotranspiració disminueixen, perquè els dies són més curts, les temperatures són més baixes i la vegetació es troba en repòs, si plou s'acabarà el dèficit hídric, i serà durant l'hivern i la primavera quan la pluja es podrà infiltrar de manera més profunda i eficient per recarregar l'aigua subterrània. En aquesta situació, si considerem l'abastament d'aigua, són molt importants els períodes de sequera hivernals, perquè encara que durant l'hivern no hi hagi sequera des del punt de vista climàtic, els recursos d'aigua de l'any següent poden veure's amenaçats.

Una altra de les influències que cal considerar és la variació de l'evapotranspiració, tant per un increment de la temperatura com per una reestructuració de la coberta vegetal ja sigui per causes naturals o antròpiques —per exemple, l'erosió del sòl d'algunes zones degudes a diferents activitats com ara la ramaderia. En principi, un augment de l'evapotranspiració representaria una disminució de l'aigua al subsòl i , consegüentment, de la recàrrega de l'aqüífer.

Si a l'augment de l'evapotranspiració s'hi associés una disminució de la precipitació, els efectes s'amplificarien. No obstant això, les previsions no garanteixen una disminució de la

precipitació mitjana, sinó que aquesta presentaria una distribució diferent al llarg de l'any, amb períodes de precipitació intensa entre períodes d'escassetat pluviomètrica.

Un altre fet a considerar són les aportacions per innivació, molt importants ja que comporten una infiltració lenta i continuada resultat de la fusió de la neu; si, en canvi, el total de precipitació és en forma de pluja, n'hi ha un percentatge elevat que es transforma en escorrentia superficial i no arriba a penetrar en el subsòl.

2.3. Usos del sòl

Els canvis d'ús del territori tenen una clara influència sobre el balanç hídric d'una conca determinada. Per exemple, la forestació o revegetació de terrenys que anteriorment estaven destinats a l'explotació agrícola o forestal implica un augment del consum natural d'aigua de la conca per intercepció i transpiració.

Avui, el bosc ocupa més de la meitat de la superfície osonenca hi va guanyant terreny, tret d'alguns sectors on progressen les pastures i els prats.

En aquest sentit es mostra la importància de considerar les variacions futures de la coberta vegetal en els balanços hídrics. Si bé aquestes variacions es deuen actualment a causes antròpiques, com l'abandonament dels conreus i les pastures a zones de muntanya, cal considerar que les variacions de la precipitació i la temperatura i, amb elles, de la humitat del sòl, poden produir canvis lents en la vegetació i, per tant, influïrien en la disponibilitat futura de recursos hidrològics.

2.4. Abastament i consum d'aigua

La població d'Osona (dades de l'any 1998) consumeix anualment uns 12,9 milions de m³ d'aigua potable, i el consum domèstic (que inclou el domèstic i el municipal) és d'uns 200 l/hab. i dia. El major consum d'aigua potable es concentra en els sis municipis amb una població superior als 5.000 habitants (Vic, Manlleu, Torelló, Centelles i Roda de Ter) que consumeixen prop del 60% de tota l'aigua d'abastament.

Aproximadament un 65% de l'aigua abastada prové de cursos fluvials, principalment del riu Ter, i la resta d'aigües subterrànies (pous, mines i fonts). Seguint la política de transvasaments previstos en el Pla Hidrològic de Conques Internes de Catalunya iniciada aquest mateix any 1998, es pot considerar que les dades d'abastament d'aigua del riu Ter han crescut significativament i creixeran encara més en els propers anys.

Un exemple d'aquesta planificació la trobem al municipi de l'Esquirol, situat al sector NE de la comarca d'Osona. Aquest municipi s'abastia totalment d'aigües subterrànies locals, però avui, seguint la política de transvasaments previstos en el Pla Hidrològic de Conques Internes de Catalunya, rep aigua del riu Ter. Per uns, aquesta pujada ha de resoldre l'augment de la demanda i els hipotètics dèficits hídrics patits en algunes èpoques de l'any i garantir el subministrament en cas que hi hagi un creixement de la població; per altres, ha de solucionar la contaminació que pateixen els aquífers de la zona. L'explotació dels recursos hídrics sense conèixer les seves possibilitats de regulació i gestió ha estat determinant perquè s'originessin uns problemes de sobreexplotació que han afavorit la degradació progressiva de la qualitat de les aigües, amb totes les conseqüències que això comporta.

Fent referència a una avaluació dels recursos hídrics de la conca hidrogràfica de la riera de les Gorgues, situada en aquest municipi de l'Esquirol, realitzada durant l'any 2003 (abans de la portada d'aigües del riu Ter), les dotacions d'aigua per al con-

sum domèstic eren d'uns 366 l/hab. i dia i corresponien al 50% del consum total; un 44% corresponia a consum ramader, considerant només l'aigua de boca, i el 6% restant a consum industrial (l'estudi no abasta el nucli de Sant Martí Sescorts, ja que, tot i formar part del municipi de l'Esquirol, no es considera dins la conca hidrogràfica de la riera de les Gorgues).

La planificació hídrica implica afinar moltíssim en la gestió dels recursos disponibles, i encara més si es consideren les condicions restrictives que podrien resultar del canvi climàtic i ambiental en general.

El fet que actualment en determinats sistemes hidrològics la demanda sigui o pugui arribar a ser molt propera, o fins i tot superior, als recursos locals, posa de manifest un fet inevitable: qualsevol reducció dels recursos disponibles esdevé una amenaça per al desenvolupament tal i com s'entén actualment, que cal afrontar amb una planificació adequada.

Per exemple: abans es considerava que el cabal màxim que es podia extreure d'una conca no podia sobrepassar la recàrrega per infiltració d'aquesta conca, ja que així s'evitaria provocar un descens permanent del nivell piezomètric; no obstant això, actualment aquesta consideració no és acceptada. Per una banda, no es pot negar que si s'extreu la totalitat del cabal infiltrat, si no és que s'importi aigua d'una conca veïna o que aigües residuals tractades arribin a la capçalera de la conca, no existirà aigua disponible perquè flueixi pel corrent. Des de la perspectiva ambiental aquest fet és inadequat. Per altra banda, en algunes ocasions excepcionals pot ser raonable extreure d'una conca una quantitat d'aigua major que la que s'ingressa per precipitació. Una situació així es pot donar durant una sequera prolongada, quan la pluja dona menys aigua que la necessària per la població. En aquests casos és justificable agafar aigua de l'emmagatzematge de la conca (reserves), encara que el nivell freàtic descendeixi i ocasioni una disminució important del cabal del riu. En realitat, potser no hi ha cap altra opció, justificada o no, si es vol mantenir el mateix nivell de vida. No obstant això, aquest

préstec es considera acceptable si la sequera és realment una situació passatgera o si es coneixen perfectament les amplituds de les variacions climàtiques. Si aquest no és el cas, i en realitat la sequera és l'inici d'un període més sec, llavors no s'està agafant prestada l'aigua subterrània puntualment, sinó que s'està minvant el recurs. La determinació del cabal d'aigua que és adequat extreure d'una conca és una decisió molt important que requereix un profund i ampli coneixement del funcionament de l'aigua superficial i subterrània de la conca.

3. Propostes d'actuació com a mesures d'adaptació i mitigació del canvi

- a. Caldria estudiar amb profunditat els sistemes aquífers de la comarca per conèixer-ne millor la seva sensibilitat davant dels previsible canvis ambientals que estan arribant i la relació que existeix entre ells.
- b. Seria necessari estudiar balanços hídrics de conques concretes durant períodes llargs, per conèixer la capacitat de compensació, i de forma permanent per conèixer les variacions en les tendències.
- c. No existeix un registre actualitzat on es recullin adequadament els aprofitaments hídrics. Això permet l'existència d'irregularitats en els aprofitaments i, a més, impossibilita una gestió adequada. A més, un clima irregular i variable condiona la disponibilitat hídrica i hauria d'obligar a regular-ne acuradament els usos.
- d. L'actual creixement urbanístic s'està portant a terme sense conèixer si les necessitats futures d'un recurs limitat com és l'aigua es podran satisfer. Seria doncs convenient planificar acuradament el tipus d'activitats a desenvolupar en un territori en funció de la disponibilitat d'aquest recurs, entre d'altres.

- e. Caldria ser més estrictes amb l'ocupació del territori, la impermeabilització dels terrenys, la modificació de lleres, etc., així com definir perímetres de zones inundables on no s'hi pugui establir cap edificació ni activitat humana.
- f. Seria bo dur a terme campanyes de sensibilització social dirigides a un canvi d'actitud de la població en general, on es remarqui la necessitat del foment de l'estalvi d'aigua i s'expliquin de manera clara quines són les bones pràctiques en el consum d'aigua
- g. Caldria promoure tecnologies que fomentin la recuperació/reutilització d'aigua en les diferents activitats humanes.
- h. En aquest mateix context seria necessari millorar les xarxes de distribució d'aigua de molts municipis a fi i efecte que siguin molt més eficients.
- i. Seria imprescindible acabar amb els abocaments incontrolats d'aigües residuals i altres residus que malmeten la qualitat del recurs de l'aigua i en dificulten posteriors usos.
- j. Existeix una font important de contaminació derivada dels residus ramaders, sense tendència a millorar, que afecta tant a les aigües subterrànies com a les superficials. En relació amb això seria bo que es delimitessin perímetres de protecció d'alguns dels pous d'abastament un cop definides les àrees de recàrrega dels aquífers.
- k. Caldria definir polítiques locals eficients sobre la gestió de l'aigua, que posessin en valor aquest recurs, incorporessin criteris definits en la «Nova cultura de l'aigua» i aprofundissin en l'aplicació de la legislació actual, fent especial esment als principis i criteris establerts a la Directiva marc de l'aigua

Referències bibliogràfiques

- APARICIO, F. J. *Fundamentos de hidrología de superficie*. México: Limusa, 1999.
- BUSQUETS, P. et al. *Geología d'Osona*. Barcelona: Escola Universitària de Mestres d'Osona, 1979.
- CABEZA DÍAZ, R. *L'aigua, un recurs universal i escàs*. Barcelona: Beta Editorial, 1997.
- CONSORCI ALBA-TER. *Diagnosi Pla Estratègic conca del Ter*, 2000. [CD-ROM]
- CUSTODIO, E. et al. *Hidrología subterránea*. 2 vol. Barcelona: Omega, 1983.
- DOLZ. «La gestió dels recursos hídrics a Catalunya». *Espais Monogràfics*, 47 (1998), p. 10.
- FERNÁNDEZ, F. *Manual de climatología aplicada*. Madrid: Síntesis, 1995.
- FONT GAROLERA, J. *Osona: la terra i la gent*. Vic: Eumo Editorial, 2003.
- GONZÁLEZ, P. M. *Hidrología general agrícola*. Madrid: Espasa-Calpe, 1992.
- I.C.C. *Mapa d'àrees hidrogeològiques de Catalunya, E: 1.250.000*. Barcelona: Servei de Publicacions, Institut Cartogràfic de Catalunya, 1992.
- I.G.M.E. *Mapa Geológico de España, E: 1.50.000. Vic (332)*. Madrid: Servicio de Publicaciones, Ministerio de Industria y Energía, 1983.
- I.G.M.E. *Mapa Geológico de España, E: 1.50.000. Manlleu (294)*. Madrid: Servicio de Publicaciones, Ministerio de Industria y Energía, 1994.
- I.G.M.E. *Mapa Geológico de España, E: 1.50.000. Ripoll (256)*. Madrid: Servicio de Publicaciones, Ministerio de Industria y Energía, 1993.
- MARTÍN VIDE, J. «La gestió dels recursos hídrics a Catalunya». *Espais Monogràfics*, 47 (1998), p. 9.

- MIRALLES. «La gestió dels recursos hídrics de Catalunya».
Espais Monogràfics, 47 (1998), p. 9.
- NARBONA, C. *Agricultura y medio ambiente*. Barcelona: Galaxia Gutenberg, 1999.
- PASCUAL, J. «La gestió dels recursos hídrics de Catalunya».
Espais Monogràfics, 47 (1998), p. 12.
- PRICE, M. *Introducing groundwater*. Cgapman & Hall, 2003.
[Versió castellana: Agua subterránea. Mèxic: Limusa, 2003.]
- REGUANT, S. et al. *Geologia de la Plana de Vic*. Barcelona: Patronat d'Estudis Osonencs, 1986.

RAMADERIA

Ferran Garcia Moreno (Vic, 1971). Llicenciat en Veterinària per la Universitat Autònoma de Barcelona. Postgrau en Agricultura Biològica per la Universitat de Barcelona. Cursos sobre Polítiques públiques en agrobiodiversitat per la Red de Instituciones Vinculadas a la Capacitación en Economía y Políticas Agrícolas en América Latina y el Caribe i sobre Agroecologia: disseny d'agrosistemes biodiversos i sostenibles per la Universitat de Califòrnia, Berkeley.

Actualment forma part de l'equip d'Anàlisi i Campanyes de Veterinaris Sense Fronteres i coordina la campanya «No et mengis el món».

Docent en cursos i conferències en àmbit acadèmic (UAB, UB, UPC i Universitat de Vic), autor de diversos articles en premsa, informes i material didàctic sobre polítiques agràries i coautor del llibre *La deuda ecológica española. Cuando la economía española cruza nuestras fronteras*.

1. Introducció

Osona té unes peculiaritats que fan que l'anàlisi del model ramader sigui altament interessant. Hem de considerar que Osona és la comarca més ramadera de Catalunya conjuntament amb el Segrià; la producció de carn de porc i de vedella i la producció de llet representa el 86% del PIB del sector primari, cas gairebé únic a Catalunya on la mitjana d'aquestes tres produccions arriba al 26%.¹ Per altra banda és també la comarca amb més densitat de bestiar porcí del país i la segona (després del Segrià) en nombres absoluts de cens porcí, i si tenim present que el cens porcí no es distribueix homogèniament per tota la comarca sinó que es concentra en alguns dels seus municipis, el fet encara és més excepcional.

Aquests trets fan que els efectes intracomarcals i les implicacions extraosonenques de la ramaderia de la comarca siguin de gran magnitud. Efectes ambientals i socials.

Un altre vector que hem considerat per veure el dibuix complet és que el tipus de ramaderia que s'ha anat imposant ha estat la intensiva-industrialitzada, mentre que la petita i mitjana producció familiar ha anat desapareixent com a la resta del país. També al voltant d'aquesta especialització ramadera s'ha creat un important sector d'*agrobusiness* (subministradors de productes i serveis a la ramaderia intensiva) i agroalimentari. Per tant, podríem considerar que a Osona existeix un autèntic clúster² ramader, i més concretament del sector porcí que ha anat esdevenint l'eix central de la producció.

Aquestes peculiaritats fan que qualsevol aspecte que afecti o pugui afectar l'estructura productiva ramadera tingui un impacte més gran que en altres zones sobre l'economia (que inclou aspectes socials no monetaris i aspectes ambientals).

1. *Anuari Socioeconòmic de la Comarca d'Osona*, 2005.

2. Un «clúster» és un grup de diversos projectes, activitats i iniciatives en una àrea específica, la formulació, suport i revisió de la qual es realitza conjuntament.

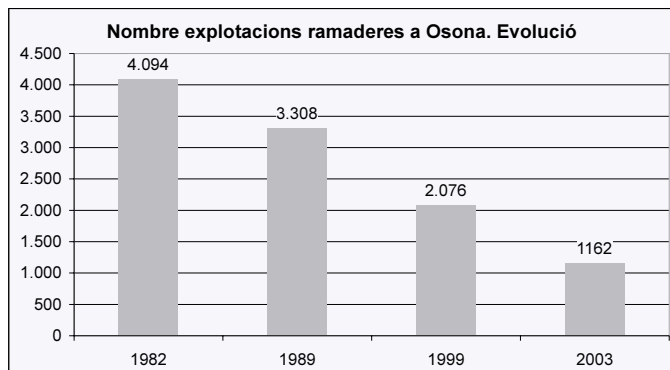
2. Evolució recent i situació actual de la ramaderia a Osona

La comarca d'Osona constitueix un cas únic a Catalunya³ pel que fa a predominança de la ramaderia en el sector primari, un sector també més elevat que la mitjana catalana.⁴

Però tot i que tradicionalment aquesta ha estat una important vocació osonenca, en els darrers anys l'estructura ha anat variant.

2.1. Reducció del nombre de pagesos i d'explotacions ramaderes

La reducció en el nombre d'explotacions ha estat imparable a Osona i ha afectat totes les produccions. També el nombre de pagesos s'ha reduït en una proporció de dos de cada tres.⁵



Font: Idescat.

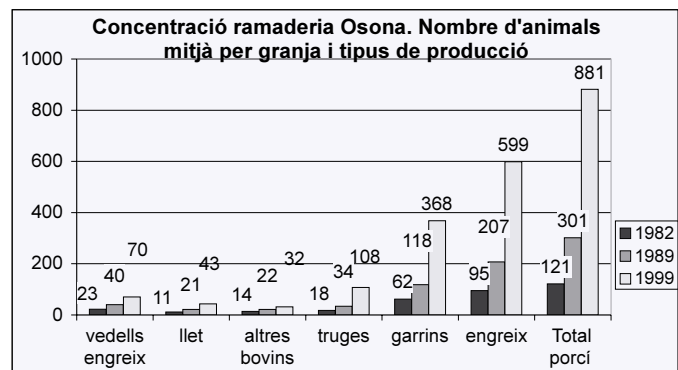
3. Osona conjuntament amb el Segrià.

4. El sector primari representa a Osona el 3,6% del PIB, mentre que a Catalunya baixa fins a l'1,6%. *Anuari Estadístic Osona*, 2005.

5. Idescat.

2.2. Concentració. Menys explotacions però més grans

De la mateixa manera que s'han reduït les explotacions, no ha passat el mateix amb el cens de les produccions majoritàries (boví i porcí) que ha augmentat i com a conseqüència s'ha produït un fenomen clar de concentració del nombre d'animals per explotació. Les causes són diverses però, sens dubte, una de les més importants són les economies d'escala que apareixen quan el marge per unitat productiva es redueix, com ha passat en la ramaderia catalana.

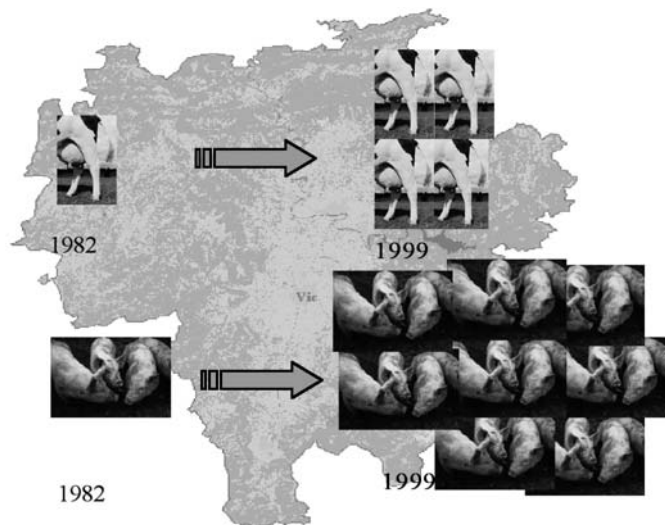
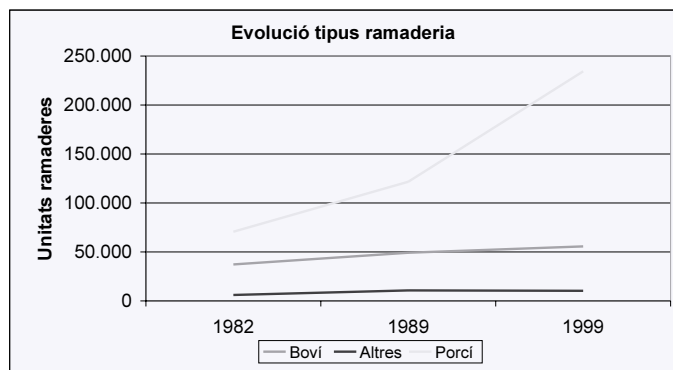


Font: Elaboració pròpia, dades Idescat.

2.3. Concentració. Més porcí

Aquesta concentració no s'ha produït però amb la mateixa intensitat per cada tipus de producció. El cens que ha augmentat de manera molt significativa és el de porcí i la concentració per explotació i en el territori s'ha accentuat molt en els darrers anys.

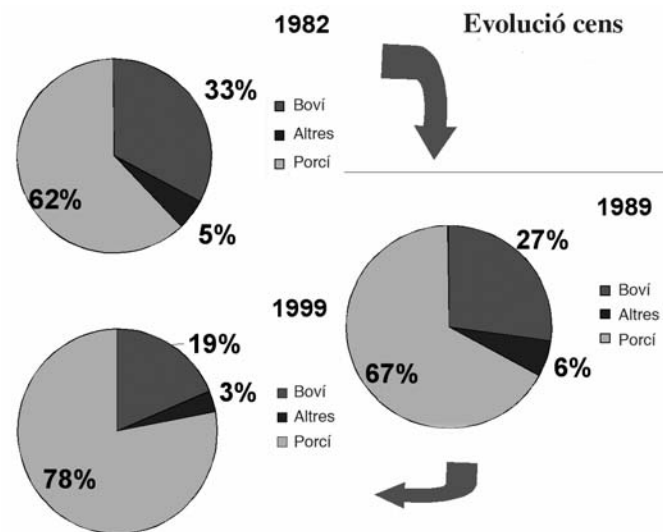
Osona està caminant cap a una mena de monoproducció ramadera on la producció porcina esdevé predominant.



Evolució dels censos i gràfic de concentració de boví i porcí.
Font: Idescat.

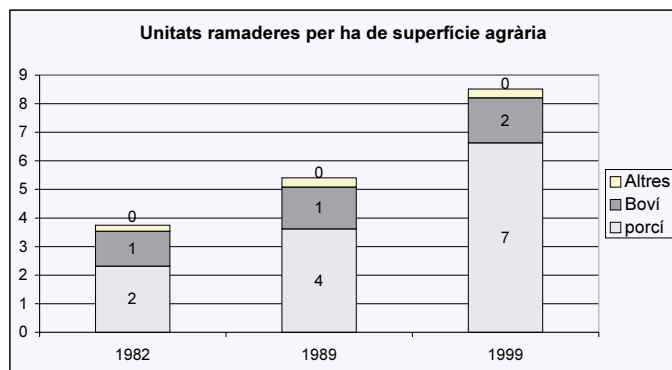
2.4. Hi ha prou terra?

Podem fer un darrer exercici i calcular la superfície agrària que correspon a cada tipus de producció. El resultat ens indica, primer, que el nombre d'unitats ramaderes per hectàrea de SAU s'ha doblat en els darrers quinze anys i, segon, que en el porcí s'ha triplicat en el mateix període i actualment ocupa l'espai del 78% de la SAU.



Una manera de determinar la sobrecàrrega que suposa aquesta densitat per la SAU osonenca la podem trobar en calcular la càrrega ramadera màxima autoritzada per la ramaderia ecològica i que es calcula per no sobrepassar els 170 kg de N/ha/any que es consideren el màxim aconsellable. Actualment Osona dobla aquesta xifra, és a dir, la quantitat de N que aboquem a la SAU és el doble del que permetria la ramaderia eco-

lògica que es pot considerar un estàndard de mínims per mantenir l'ecosistema mínimament conservat.⁶ Ja només amb el cens porcí assolim el total d'hectàrees de la SAU osonenca. La manera oficial de calcular el balanç nitrogenat a Catalunya agafa com a dada de referència no els 170 kg N/ha/any de la ramaderia ecològica, sinó 210 kg N/ha/any; en aquest cas, el sobrant osonenc és del 32%.⁷

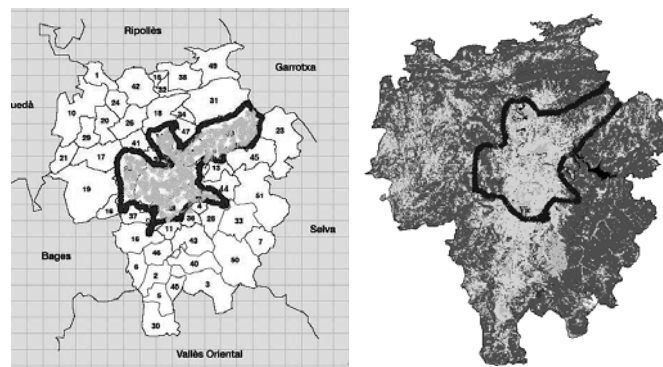


Font: Idescat i elaboració pròpia.

2.5. Concentració en l'espai

La producció porcina, predominant a Osona, no està homogèniament distribuïda per la comarca sinó que es concentra en 7 dels 51 municipis. En concret a Santa M. de Corcó, Manlleu, Gurb, Vic, les masies de Voltregà, Sant Bartomeu del Grau i Folgueroles. Aquests 7 municipis concentren, de mitjana, entre el 50-60% del cens d'engreix i entre el 30-40% del cens de tru-

ges. En total sumen poc més d'11.000 ha de SAU i la densitat aquí arriba aproximadament a les 11 UR per ha, un 40% més de densitat per superfície que a la resta de la comarca.⁸



Zones de més densitat porcina.

2.6. Aspectes socials. Producció sense pagesos. Integració

Segons les darreres dades, la integració en la fase d'engreix porcí és gairebé total, entre un 80-90%;⁹ si bé en la fase reproductiva (truges) encara es conserva certa dosi de règim de propietat, un 75% de mitjana a Catalunya. La segona producció quantitativament parlant a Osona, la carn de boví, també ha patit una intensa integració.

La disminució progressiva del nombre d'explotacions de totes les produccions a Osona indica que el sector primari fa temps que està immers en una profunda crisi estructural des del punt de vista social.

6. Elaboració pròpia amb dades d'Idescat i el Reglament 2092/91 UE.

7. Pla Estratègic Osona XXI. Ponència Medi Ambient i Sostenibilitat.

8. Elaboració pròpia amb dades del DARP, 2003.

9. DARP.

2.7. Aspectes ambientals. Contaminació

Els impactes ambientals de les produccions intensives osonenques són diversos però destacarem la contaminació d'aigües superficials i de capes freàtiques amb els residus procedents de les dejeccions ramaderes. Deixant clar que no és l'únic factor, ni probablement el més important, sí que té una responsabilitat remarcable en el procés de contaminació dels aqüífers.

3. Impactes del canvi climàtic a la comarca d'Osona

3.1. Disponibilitat de farratges

Un dels efectes esperats del canvi climàtic significaria una reducció en la quantitat de farratges disponibles per a la ramaderia osonenca. Respecte a aquest punt hi ha dues consideracions: el destí dels farratges és principalment el boví de llet, cosa que no afectaria la principal producció osonenca que és la de carn. Si la magnitud del canvi fos significativa i suposés un increment més o menys important de la compra d'aliments de fora de l'explotació agreujaria encara més la precària situació econòmica de les explotacions familiars i completaria encara més la seva viabilitat.

Osona, de fet, és una zona clarament importadora de productes destinats a l'alimentació animal. Els dos principals productes alimentaris amb destí a la producció animal intensiva són els cereals i la soja. Si Osona hagués de conrear tota la soja que utilitza per a la seva producció porcina necessitaria gairebé 2,5 vegades la superfície de conreu que té actualment, o el 61% de tota la seva superfície total. La soja utilitzada per a la producció porcina sumada a la de llet i vedells suposaria gairebé tres vegades la SAU i el 70% de tota la superfície osonenca. Si a més hi afegim el cereal, aleshores la desproporció és molt significativa

ja que ens caldrien, teòricament i de manera aproximada, més de dues Osones per conrear el cereal que consumim, o més de set vegades tota la superfície de cultiu de la comarca.



Superfície real que necessita la ramaderia osonenca per alimentar-se de soja.

Malgrat que, com hem vist anteriorment, gairebé tot el seu potencial agrari el destina no a l'alimentació humana sinó a l'alimentació animal, la magnitud ramadera és tal que cal importar enormes quantitats de productes, tant els que s'inclouen en els pinsos animals (cereals i lleguminoses principalment) com farratges. Aquesta dependència alimentària del sector li confereix un nou aspecte de vulnerabilitat que les previsions de canvi climàtic no fan sinó empènyer en el mateix sentit.

No podem oblidar que els efectes ambientals a les zones productores de la soja transgènica (Argentina i Brasil, principalment) que importem són també molt intensos i destaca entre ells la desforestació (causa directa del canvi climàtic) i l'erosió dels sòls agrícoles, a banda de negatius efectes socials sobre les poblacions de les zones productives.¹⁰

10. Vegeu www.noetmenglismon.org.

També hem vist en l'apartat d'agricultura que existeix un risc de reducció en les produccions cerealístiques de secà de la comarca si es produeix una variació en la pluviometria. Aquest fet, que puntualment per a algunes explotacions pot ser important, com a context general afectaria poc a l'estructura ramadera, ja que com s'ha descrit, la situació actual és de gran importació de cereals de fora de la comarca per a l'alimentació animal i el fet de disposar d'un menor percentatge de cereals interns no afectarà el model. Tot i que si pot comprometre la viabilitat d'alguna explotació familiar que ara utilitza la pròpia collita cerealística com a principal font d'alimentació animal i que passaria a necessitar la compra externa, amb el consegüent augment dels costos d'alimentació animal.

3.2. Malalties

L'increment de les patologies animals és un altre dels efectes descrits com a possibles en les previsions de canvi climàtic a Catalunya.¹¹ Algunes malalties estan molt lligades a les condicions ambientals i un increment de temperatures i una variació en la pluviometria podria realment suposar un increment de les malalties, algunes de vinculades a artròpodes i d'altres vehiculades per mosques i mosquits serien les més destacades. Hi ha dues forces que empenyen en el mateix sentit que la previsió de canvi climàtic: la densitat animal creixent que existeix a Osona i les condicions intensives també creixents que afavoreixen la immunosupressió dels animals i la propensió a les patologies infeccioses.

Per altra banda, aquests dos fets semblen més intensos en l'esfera sanitària animal que el mateix canvi climàtic. Les malalties parasitàries que, teòricament, es veurien afavorides per l'alteració climàtica afecten més a les produccions extensives i

aquelles on la relació entre el bestiar i el medi ambient és més estreta, no és el cas de les produccions ramaderes osonenques que són majoritàriament intensives i, per tant, desacoblades del medi ambient.

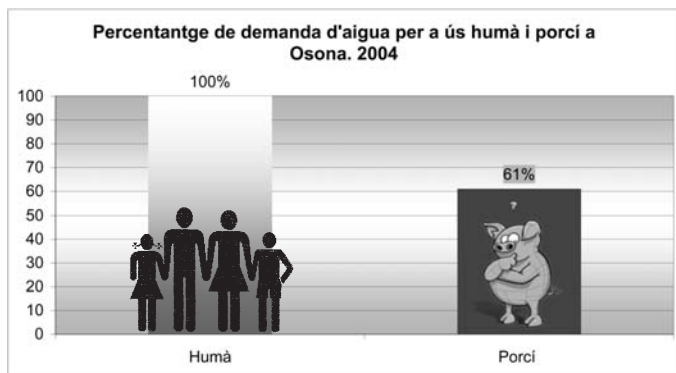
3.3. Augment dels gasos d'efecte hivernacle

Com hem vist anteriorment tendeixen a augmentar gasos amb efecte hivernacle com el diòxid de carboni, l'òxid nitrós i el metà. El seu origen és divers; en bona part, però, és antropogen i més en concret de cert tipus d'agricultura i ramaderia. Les pràctiques agroramaderes intensives, en un major o menor percentatge, però, també estan implicades en aquesta emissió de gasos d'efecte hivernacle.

3.4. Aigua: punt crític

Una de les conclusions del canvi climàtic a Catalunya ens anuncia una possible reducció de les pluges a zones de secà com la comarca d'Osona. A banda de les conseqüències agrícoles descrites, sembla clar que l'aigua serà un element encara més crític del que ja ho és a hores d'ara per la comarca. Tot ens indica que s'exercirà una important pressió sobre els recursos hídrics i la disponibilitat d'aigua; la ramaderia intensiva, de la qual Osona és líder a Catalunya, i l'increment de la població seran causants d'aquesta pressió; i, per altra banda, la possible reducció de les pluges agreujaria aquest fet. La ramaderia intensiva osonenca afecta el recurs aigua en dos sentits: incrementant fortament la demanda i contaminant les aigües superficials i les altres reserves comarcals. En definitiva, redueix molt la disponibilitat d'aigua per a necessitats humanes bàsiques.

11. Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya.



Font: Elaboració pròpia i ACA.

Com a exemple d'aquesta pressió, la cabana porcina osonenca té una demanda d'aigua, només considerant el seu consum directe, i no pas el de l'aigua necessària per a la neteja i altres activitats, equivalent a més de 85.000 persones,¹² l'equivalent al consum domèstic que el 60% de la població d'Osona, o el mateix que Vic, Manlleu, Roda de Ter, Torelló, Centelles i Tona juntes.

La contaminació de les aigües principalment per nitrats procedents de l'activitat agrícola i ramadera limita encara més la disponibilitat d'aigua de qualitat mínima. «Un aspecte rellevant [a Osona] és la baixa qualitat de les aigües subterrànies, bàsicament per problemes de contaminació per nitrats, amb nivells molt superiors als màxims permesos per la normativa vigent. En molts pous de la Plana de Vic els nivells de nitrats superen els 100 mg/l, sobrepasant de manera clara els 50 mg/l que permet la legislació vigent. Aquesta contaminació de les aigües subterrànies en alguns abastaments municipals ha impossibilitat el seu aprofitament per al consum humà.»¹³

12. Elaboració pròpia amb dades de 3tres3 (www.3tres3.com) i Agència Catalana de l'Aigua.

13. Pla Estratègic Osona XXI.

4. Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca

Els reptes als quals s'enfronta la ramaderia osonenca i als quals s'enfrontarà en el seu futur immediat són importants. La pressió social i ambiental que exerceix la producció intensiva i corporativa és alta i Osona camina cap a una monoramaderia, contaminant i sense pagesos. Una ramaderia totalment corporativa, no familiar i sense la diversitat que és la clau de la sostenibilitat.

La connexió entre agricultura i ramaderia és només aparent; com hem vist l'agricultura osonenca s'orienta a la ramaderia però no existeix una integració en un mateix espai i temps de les dues activitats, sinó que les dues intensificades i corporatives viatgen en paral·lel.

La recuperació d'una ramaderia diversa, integrada en el territori, que es nodreix i nodreix al mateix temps una agricultura local, dimensionada a la capacitat ambiental i socialment afavoridora d'una pagesia familiar, esdevé un imperatiu que les previsions de canvi climàtic no fan sinó que confirmar. L'aigua esdevé un element clau en el futur comarcal, el retorn a una producció ramadera menys demandant d'aigua i menys contaminant de l'existent hauria de formar part de les polítiques públiques. Aquest menor consum i contaminació passa per un decreixement ramader osonenc, la reducció del cens, especialment de bestiar porcí, pel retorn a sistemes de producció pagesa més extensius, més distribuïts pel territori i integrats amb pràctiques agrícoles també més agroecològiques.

Seguir amb l'aïllament de l'entorn actual només condueix a forçar més els ecosistemes locals i internacionals, la sobredimensió del sector osonenc és tan gran que els seus impactes ambientals i socials van més enllà del territori català i fins i tot europeu, com hem vist per la soja. Aquesta «externalització» del sector, aquesta demanda constant d'inputs de l'exterior en realitat no fa més que tancar un cercle viciós que porta a més canvi

climàtic. La demanda d'inputs creixent en realitat suposa un increment de les superfícies destinades a obtenir-los, i l'alta densitat local fa que aquest increment de superfície calgui buscar-lo més enllà de les nostres fronteres, especialment en països empobrits i a base, en molts casos, de provocar desforestació. La producció de soja amb destí a Europa, de la qual Osona és un important consumidor, s'apunta com la principal causa actual i amenaça futura de la desforestació amazònica,¹⁴ una desforestació que és una important causa de canvi climàtic.

Cal modificar molts dels esquemes econòmics i de consum actuals per revertir la situació de canvi climàtic i adaptar-nos millor als seus efectes. En el nostre cas un esquema fonamental que cal variar és el ramader.

Referències bibliogràfiques

DIVERSOS AUTORS. *Anuari Socioeconòmic de la Comarca d'Osona*. 2005.

DIVERSOS AUTORS. *Impactos del cambio climático en España. Informe anual de la indústria i el consum agroalimentaris a Catalunya*. Barcelona: DARP. Generalitat de Catalunya, 1998-2003.

IPPC. «Impacts, adaptation and vulnerability». *Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary of policy makers*. 2001a.

IPPC. «Mitigation». *Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary of policy makers*. 2001b.

PLA ESTRATÈGIC OSONA XXI. Ponència Medi Ambient i Sostenibilitat.

14. Greenpeace.

AGRICULTURA

Bernat Vilarasau Alsina (Barcelona, 1969). Enginyer Agrònom per la Universitat de Lleida i Enginyer Tècnic Agrícola per l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona. Curs d'especialització professional: «Agroecologia: disseny d'agroecosistemes biodiversos i sostenibles» per la Universitat de Califòrnia, Berkeley. Actualment és tècnic del Servei de Desenvolupament Rural del Lluçanès, impulsat per l'Ajuntament de Lluçà. Experiència com a pastor i tècnic d'explotacions de ramaderia ovina a la comarca d'Osona.

Durant tres anys (1994-1997) va coordinar un projecte de desenvolupament agropecuari a la zona andina de Bolívia finançat per Intermón i Veterinaris Sense Fronteres, ONG amb la qual col·labora actualment com a membre del grup VSF-Osona.

Ha realitzat cursos i conferències a diferents àmbits universitaris (Universitat de Lleida, Universitat Autònoma de Barcelona, Universitat de Vic...) sobre la importància de l'agricultura familiar i de l'agroecologia com a eina per construir un desenvolupament rural sostenible.

1. Introducció

El futur de l'agricultura a Osona està condicionat per multitud de factors. Aspectes com la mundialització de l'economia i els acords en el si de l'OMC, l'ampliació de la UE a vint-i-cinc membres, reformes de la PAC, canvis en les estructures socials i familiars, en els usos dels sòls..., segurament afectaran de forma molt més rellevant que el canvi climàtic l'activitat agropecuària. Amb paraules del capítol sobre agricultura i silvicultura de l'*Informe sobre Canvi Climàtic a Catalunya* (SEBASTIÀ et al., 2005):

«Els efectes del canvi climàtic sobre l'agricultura són incerts, variats i complexos, i presenten interaccions entre ells i amb factors culturals, polítics i econòmics, els quals poden tenir unes repercussions tant o més grans que el canvi climàtic.»

A més, el model de producció agroindustrial i l'estructura productiva amb un fort biaix cap a la producció porcina, comporten en si mateix amenaces i impactes per al futur de l'agricultura de la comarca. Molts cops el canvi climàtic només comportarà un agreujament o disminució d'aquests impactes. Hem de ser conscients que moltes d'aquestes amenaces les porta implícites la manera de produir i que només canvis en el model d'agricultura i ramaderia poden aportar solucions veritables.

Trobem més encertat parlar de com afecten els canvis ambientals en la línia del doctor Josep Mas-Pla en el capítol sobre recursos hídrics de l'*Informe sobre Canvi Climàtic a Catalunya* (MAS-PLA, 2005), on diu:

«Els canvis observats en el cicle hidrològic no poden ser atribuïts únicament al canvi climàtic, cal considerar els efectes de tot un conjunt de canvis d'origen antròpic molt lligats a les tendències socioeconòmiques experimentades pel nostre país durant les darreres dècades. Per aquest motiu caldria

estudiar les modificacions en el cicle de l'aigua com a resultat del canvi ambiental global, no tant com a conseqüència únicament del canvi climàtic.»

És important fer esment de la dificultat de predir amb cert grau de certesa els efectes d'aquests canvis ambientals. La complexitat dels sistemes naturals i la manca d'informació rigorosa, amb sèries històriques prou representatives, dificulten molt els treballs de predicció (IPPC, 2001a). És difícil saber l'abast real dels canvis climàtics; s'han dibuixat diferents escenaris hipotètics, i és molt complex precisar les conseqüències d'aquests hipotètics canvis en la producció agrària.

Malgrat això, hi ha evidències científiques del canvi climàtic i estan documentades algunes correlacions elevades de canvis en el medi natural amb conseqüències directes sobre els sistemes productius (IPPC, 2001a).

Farem un dibuix de l'agricultura de la comarca d'Osona per definir després l'impacte que el canvi ambiental està tenint sobre la producció agrària, i mirar d'apuntar com un escenari de modificació del clima pot afectar els canvis que ja s'estan experimentant.

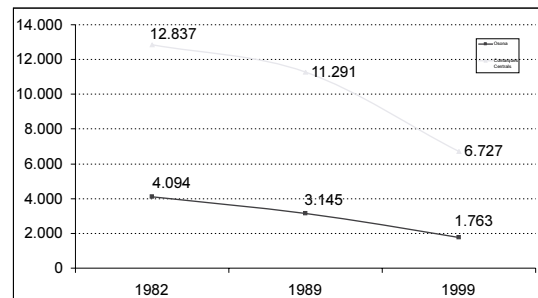
Per últim, farem un recull d'estratègies o iniciatives que poden minimitzar aquells impactes negatius que aquest canvi ambiental pot representar per a l'agricultura, no tant per la persistència del sistema actual com perquè es mantingui la capacitat productiva i l'equilibri natural dels nostres agroecosistemes, així com la viabilitat de la gent que viu de treballar la terra.

2. Característiques de l'activitat agrària de la comarca

Les dades de la comarca més recents responen al cens agrari de 1999 i per tant hem de suposar que poden haver experimentat variacions en els últims sis anys. Malgrat això creiem que en aquests anys s'han accentuat les tendències experimentades a finals del segle XX, i no hi ha hagut canvis importants en l'orien-

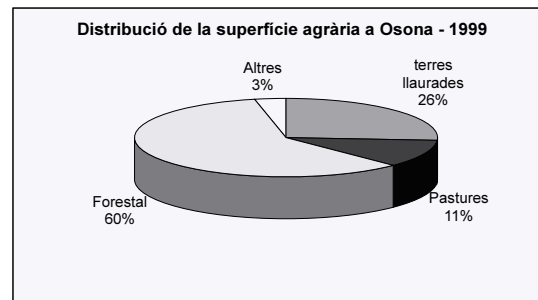
tació productiva. La variació més rellevant d'aquest temps pot ser la transformació que ha patit el sector de la construcció, que ha esdevingut un motor econòmic i ha modificat els usos del sòl, principalment a la plana de Vic.

Evolució del nombre d'explotacions amb SAU a Osona i Catalunya. 1982-1999.



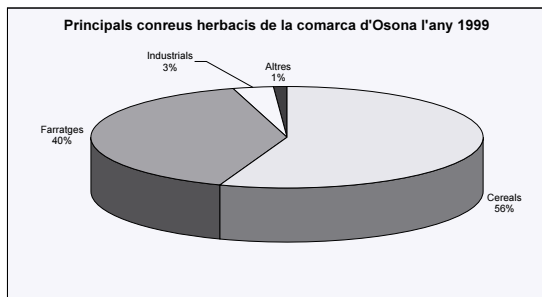
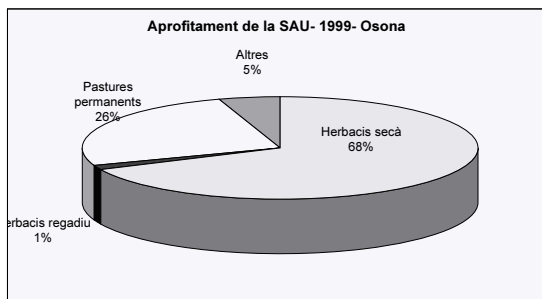
Font: IDESCAT.

Com podem observar, el nombre d'explotacions a les comarques centrals ha patit una disminució propera al 50%, que a Osona arriba fins quasi el 60%. Aquesta disminució no s'ha aturat i situa Catalunya com una de les regions europees on s'està experimentant una recessió del nombre d'explotacions agrícoles més important.



Font: IDESCAT.

La superfície forestal és majoritària a la comarca i està fortament relacionada amb l'activitat agrària. Les utilitats i interaccions entre els camps i els boscos molts cops són menystingudes en fer anàlisis parcials com si fossin ecosistemes sense relació. És una deformació de la parcialitat amb la qual a vegades s'enfoquen els estudis i les anàlisis dels sistemes agraris. La manca d'estudis seriosos sobre aquestes utilitats i interaccions ens fa difícil poder precisar com els canvis en la massa forestal poden afectar l'activitat agrària.



Principals conreus herbacis - 1999 - hectàrees

Cereals	13.514
Blat	6.196
Ordi	5.408
Civada	754
Sègol	48
Blat de moro	660
Melca	206
Farratges	9.710
Altres	249
Patates	160
Lleguminoses per gra	30
Hortalisses	59
Industrials	807
Gira-sol	430
Colza i llavor naps	195
Plantes aromàtiques	41
Soja	73

Font: IDESCAT.

Sintèticament podríem dir que l'agricultura d'Osona és una agricultura de secà, amb predomini dels cereals i orientada majoritàriament a la producció d'aliments per al bestiar. Hem de pensar que a més dels farratges, un percentatge molt significatiu dels cereals de gra conreats té com a destí la producció de pinsos.

Si observem el pes que té la ramaderia en la producció final agrària de la comarca, i més concretament en la porcicultura, entendrem que fora dels porcs la resta de produccions són secundàries o complementàries. L'anàlisi però d'aquesta realitat tan característica de la comarca està desenvolupada en el capítol referent a la ramaderia. Però és inevitable fer-hi referència perquè aquest biaix cap a la producció porcina condiona de forma radical l'agricultura que es fa a la comarca, i la manera de fer-la.

3. Impactes del canvi ambiental sobre l'agricultura a la comarca d'Osona

3.1. Escalfament i cicle de l'aigua

Tots els estudis existents referents al canvi climàtic a la península Ibèrica coincideixen a dir que l'efecte potencialment més rellevant és l'impacte sobre el cicle de l'aigua (CASTRO, et al., 2005). A més hi ha un notable consens sobre la natura d'aquest canvi que es concretaria en una possible disminució de les precipitacions i sobretot una distribució anual més irregular, amb un augment de les pluges torrencials (EVANS, 1997).

Aquesta possible disminució de les aportacions d'aigua de pluja tindria múltiples efectes sobre els ecosistemes aquàtics naturals. S'han apuntat entre altres la disminució dels cabals mínims dels rius, i la dificultat de recàrrega de freàtics (MAS-PLA, 2005). Aquests efectes condicionarien la quantitat i la qualitat de l'aigua disponible per a diferents usos.

L'altre efecte descrit és la variació de la distribució anual de la precipitació, ja que s'incrementaria la freqüència de pluges intenses i torrencials seguides de períodes de sequera intermitents (MAS-PLA, 2005).

L'impacte d'aquestes variacions sobre l'agricultura d'Osona no és comparable al que pot tenir en zones de secà de pluviometria més minsa i limitant, en regadius que es troben al límit de la utilització d'aquest recurs, o sobre les zones litorals d'horticultura intensiva (SEBASTIÀ et al., 2005).

De totes maneres hi ha estudis que apunten que la interacció entre els canvis en el cicle de l'aigua i l'escalfament de l'atmosfera poden acabar agreujant l'efecte de la disminució de recursos hídrics sobre l'agricultura de secà frescal com és la de la comarca d'Osona (IGLESIAS, 2000).

L'eficàcia d'aprofitament de l'aigua per part del conreu depèn en bona part de l'estructura del sòl i de la seva capacitat de retenció d'aigua. La capacitat de retenció de l'aigua d'un

terra depèn de la seva estructura fisicoquímica. El contingut en matèria orgànica i l'acció dels microorganismes del sòl tenen un rol molt important en la constitució d'una estructura equilibrada (ALCAÑIZ et al., 2004). Un augment de les temperatures mitjanes del sòl pot comportar un increment de la mineralització de la matèria orgànica amb efectes contraproductius sobre la seva fertilitat a mig termini i en l'eficàcia d'utilització de l'aigua.

D'altra banda, l'ús actual dels sòls agrícoles pot ser un factor limitant. El monocultiu de cereals, i l'excés d'adob amb purins, produeix una reducció de la capacitat dels terres per retenir aigua. Canvis en aquests usos agrícoles poden esdevenir imprescindibles per mantenir les produccions davant de situacions de crisi hídrica.

Hi ha un possible efecte que pot tenir un increment de la concentració de CO₂ a l'atmosfera en la millora de l'eficàcia hídrica. S'han descrit adaptacions a aquestes atmosferes enriquides amb CO₂ amb la disminució del nombre d'estomes per unitat de superfície foliar (BOWLES, 1993). Això fa disminuir l'evapotranspiració i redueix les necessitats hídriques. L'abast d'aquest efecte en la productivitat és molt complex de valorar, ja que l'escalfament faria augmentar l'evapotranspiració foliar compensant el possible estalvi descrit.

Les previsions d'augment de la temperatura ambiental varien des de poques dècimes de grau fins a diversos graus centígrads durant el segle XXI. La distribució anual d'aquests augments tampoc no està del tot clara. Sembla bastant probable que es produeixi una disminució dels dies de gelades i un augment de temperatures extremes en èpoques estivals (IPPC, 2001).

La disminució de dies de gelada pot tenir efectes beneficiosos en la producció herbàcia, sempre que no hi hagi limitacions d'aigua i nutrients. Pot augmentar la producció de farratges i cereals d'hivern. Però no és tan senzill de predir-ho; també s'ha descrit, per exemple, que l'increment de temperatures es donaria sobretot a la nit i això faria augmentar la respiració nocturna

i podria portar a una disminució de la productivitat neta (KUKLA; KARL, 1993).

La manca de fred pot afavorir, també, la major presència de plagues i males herbes que aprofitin de forma eficient aquests canvis de temperatures (GATES, 1993). L'actual pressió de monocultiu de cereal a molts camps de la comarca és afavoridor de molts problemes de manca de fertilitat, de plagues i males herbes endèmiques que produeixen estralls en la producció dels nostres camps i en la seva rendibilitat. Aquests perjudicis són tant o més importants que el que es poden sobrevenir per efectes de l'augment de les temperatures.

3.2. Augment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle i contaminants

Els gasos que segons els estudis existents tendiran a augmentar seran els gasos amb efecte hivernacle com el diòxid de carboni (CO₂), l'òxid nítrós (N₂O), el metà (CH₄) i els gasos contaminants com l'ozó (O₃) i l'amoníac (NH₃) (IPPC, 2001). La ramaderia és una important font d'emissió d'òxid nítrós i metà i per l'estructura productiva de la comarca a Osona aquest és un problema important.

Hi ha molts estudis que intenten predir la resposta dels diferents conreus a un augment de la concentració de diòxid de carboni a l'atmosfera. Sembla clar que pot ser afavoridor d'un increment en l'eficàcia de l'activitat fotosintètica i per tant en la producció de matèria seca total, sempre que no hi hagi altres factors limitants. No és tan clar que això representi sempre un augment productiu del conreu. Podria ser positiu en els conreus farratgers. En canvi, s'han fet estudis que apunten que aquest augment de producció vegetal no es tradueix de forma proporcional en la producció de gra en els cereals (DIKSTRA et al., 1993). L'efecte beneficiós dependrà de la presència d'aigua i nutrients en el terra que facin possible l'increment productiu.

Les interaccions amb les variacions en el cicle de l'aigua i amb l'escalfament atmosfèric, que ja s'han descrit, poden condicionar molt aquest increment productiu (ALLEN et al., 1997).

En el pla estratègic de la comarca d'Osona es reflecteix la problemàtica de la contaminació per ozó, que supera els límits mínims establerts, i s'apunta a l'adob amb purins com a un possible responsable de l'emissió dels gasos contaminants precursors de l'ozó. La concentració de gasos contaminants no és degut a canvis en el clima, sinó a causes antròpiques, les més importants de les quals són la ramaderia intensiva i el model de mobilitat predominant (Pla Estratègic Osona XXI).

Els possibles impactes de l'ozó sobre l'activitat agrària són molt variables, i el més significatiu és una possible fitotoxicitat que representi una reducció en els rendiments agrícoles (INCLÁN, 1999).

3.3. Augment d'anys climàtics extrems

Episodis freqüents de sequeres, inundacions, tifons i huracans que ja s'estan donant actualment podrien ser deguts al canvi climàtic (IPPC, 2001). Aquests episodis podrien augmentar en freqüència i extensió territorial. No cal dir els efectes desastrosos que aquestes catàstrofes tindrien sobre l'agricultura. Això podria revertir en una major irregularitat de la producció, augmentant la precarietat de l'agricultura i fent-la més dependent dels ajuts d'emergència o de les assegurances.

La distribució d'aquestes catàstrofes a escala planetària podria afectar l'agricultura de diferent manera segons el país o regió. A Osona, pot repercutir sobre un encariment de les matèries primeres per a l'alimentació del bestiar, a més dels possibles efectes d'erosió eòlica, en temps de sequera, o hídrica, en casos de pluges torrencials, de la capa de sòl fèrtil.

El tipus de maneig agrícola d'aquest sòl pot aguditzar o minimitzar aquests efectes. Els sòls equilibrats amb cobertura

vegetal i pendents suaus seran més resistents que els sòls desequilibrats, nus i amb forts pendents.

4. Mesures d'adaptació per a l'agricultura osonenca

La millor manera d'aconseguir minimitzar els impactes del canvi ambiental sobre l'agricultura és mirar d'enfortir la vitalitat dels ecosistemes que la sustenten. Aquest enfortiment necessita d'un canvi de paradigma productiu. L'actual model productiu és coherent amb els models de desenvolupament socioeconòmics del conjunt de la societat i indèstria. Sense un replantejament a nivell global de les prioritats de la nostra societat hem de ser conscients que anirem apedaçant un sistema que fa aigües per molts llocs.

Podríem destacar els següents punts de l'impacte que ha tingut el model agroindustrial en l'agricultura de la comarca:

- a) Abandonament de terres marginals.
- b) Disminució del nombre d'explotacions familiars agràries.
- c) Augment de la integració ramadera.
- d) Pèrdua de biodiversitat conreada.
- e) Augment de contaminació d'origen agrari i ramader.
- f) Pèrdua d'eficàcia energètica dels conreus.
- g) Increment de la dependència dels insums externs.
- h) Disminució de l'autosuficiència alimentària de la comarca.

Cada un d'aquests punts s'hauria de concretar i definir dependent del tipus d'activitat agrària a la qual ens referim. Un repàs de les dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya sobre la comarca d'Osona en referència als diferents punts esmentats ens quantificaria les afirmacions anteriors. Per qüestions d'espai no entrarem ara a fer aquesta descripció.

Per tal d'afavorir l'adaptació de l'agricultura osonenca als canvis ambientals futurs cal engegar estudis seriosos des de les

instàncies científiques corresponents sobre l'estat agroecològic dels sistemes agraris de la comarca i investigar les mesures efectives per enfortir-los.

Segons l'agroecologia (ALTIERI, 2002) els principis bàsics d'un agroecosistema han de ser:

- a) Conservació dels recursos renovables.
- b) Adaptació del cultiu a l'ambient.
- c) Manteniment de nivells moderats però estables en el temps de productivitat.

Per tal d'assolir aquest objectiu el maneig d'un sistema agrari ha de:

- a) Reduir l'ús d'energia. Mantenir una proporció alta entre producció/insum energètic.
- b) Reduir la pèrdua de nutrients disminuint el rentat i l'erosió, millorar el reciclatge de nutrients.
- c) Promoure la producció local d'aliments.
- d) Reduir els costos, augmentant l'eficàcia de les explotacions familiars mitjanes i petites que permetin un sistema agrícola divers i flexible.

Algunes pràctiques agrícoles en aquesta línia serien:

- a) Mantenir la cobertura vegetal per afavorir la conservació del sòl i l'aigua.
- b) Subministrar regularment matèria orgànica madura per afavorir l'activitat biòtica del terra.
- c) Mecanismes de reciclatge de nutrients mitjançant rotació de conreus, llegums, sistemes conreu-ramaderia.
- d) Assegurar la regulació de les malalties i plagues, a través del control biològic i la biodiversitat funcional.
- e) Escollir les varietats que millor s'adaptin a les condicions agroclimàtiques del moment.

Concretar quines d'aquestes mesures són aplicables per part dels pagesos d'Osona és un repte a assumir entre tècnics i page-

sos. També cal, però, la implicació de polítics i societat civil de la comarca ja que difícilment es pot donar una agricultura com la que he descrit anteriorment sense un canvi de paradigma productiu.

Si repassem els diferents impactes del canvi ambiental previst veurem que els aspectes comentats aconseguen una major adaptació dels sistemes agraris als diferents escenaris bioclimàtics dibuixats.

S'aconsegueix minimitzar la pèrdua de sòl fèrtil, augmentar l'eficàcia en l'ús de l'aigua, disminuir l'emissió de gasos contaminants i hivernacle, un sistema agrari més divers i flexible, i per tant més adaptable; en definitiva, un agroecosistema enfortit i, per tant, més capaç d'enfrontar els canvis futurs, tant climàtics com socioeconòmics.

5. Mesures per la mitigació del canvi ambiental

L'agricultura genera el 4% del CO₂ emès però fins al 20 % de les emissions antropògenes de GEI (en MtCeq/any), principalment de CH₄ i N₂O (IPPC, 2001b). A més, actualment el principal motor de la desforestació de l'Amazònia és l'ampliació de terres destinades al conreu de la soja, molt vinculat a l'alimentació de la porcicultura intensiva. Això té un impacte directe sobre la disminució dels embornals de CO₂ que agreugen l'efecte hivernacle.

Com ja s'ha descrit, només un canvi en el model productiu pot aportar solucions duradores. Hi ha, però, algunes de les mesures per tal de mitigar el canvi ambiental provinent de l'agricultura que s'han descrit (IPPC, 2001b) que ens semblen adaptables a la comarca. Per tal de mitigar el canvi climàtic des de l'agricultura caldria:

a) **Augmentar la fixació de CO₂** mitjançant la reducció de la intensitat d'ús de la terra, aplicant les tècniques de l'anomenada

agricultura de conservació (AC). L'AC consisteix en la reducció del treball de la terra amb sistemes de conreu mínim fins al sistema de sembra directa. Al dossier tècnic de setembre de 2005 del DARP sobre cereals d'hivern es fa la següent afirmació (CANTERO I GREGORI, 2005):

«En els darrers seixanta anys, s'ha comprovat en nombrosos estudis d'altres països, en condicions mediterrànies com la nostra, que els sistemes d'AC proporcionen avantatges agrònomicos, econòmics i ecològics com la conservació d'aigua, la protecció contra l'erosió del sòl, l'increment de la matèria orgànica i de l'activitat biològica del sòl, la reducció de les despeses del conreu, del temps i de la mà d'obra, entre altres.»

b) **Reduir emissions de CO₂, NO₂ i NH₄** mitjançant l'aplicació general i obligatòria del codi de bones pràctiques agràries del DARP i de la utilització de l'agricultura de conservació en el conreu d'herbacis.

Hem de ser conscients que la realitat del sector primari de la comarca és tan desequilibrada, per l'excés de la producció porcina, que qualsevol recomanació que no comenci per una reducció de la cabanya porcina tindrà un efecte parcial i reduït. Aquest aspecte està tractat amb molt més detall al capítol referent a la ramaderia elaborat per Ferran García.

Les recomanacions que fa el codi de bones pràctiques agrícoles referides al nitrogen són (DARP, 2005):

1. Ajustar les aportacions de nitrogen a les necessitats de cultiu:
 - coneixent la composició dels fertilitzants, siguin minerals o orgànics;
 - calculant l'adobat utilitzant algun mètode (balanç de nitrogen, anàlisi del sòl o la planta...);
 - aplicant els fertilitzants en la forma i moment que siguin més eficaços:

– anotant les quantitats de fertilitzants aplicats.

2. Realitzar un maneig adequat dels fems, els purins i les gallinasses dins de l'explotació:

- reduint-ne el volum;
- reduint el contingut de nutrients, especialment nitrogen i fòsfor de les dejeccions;
- disposant de suficient capacitat d'emmagatzematge.

3. Adequar la gestió del reg.

4. Evitar la contaminació directa de les aigües:

- mantenint les distàncies de protecció i no fent aplicacions de fertilitzants prop de cursos d'aigua, pous o fonts;
- no aplicant fertilitzants en condicions desfavorables com, per exemple, sòls gelats i entollats.

Els que coneixem la realitat de la comarca sabem que encara estem molt lluny que s'apliquin aquestes recomanacions als nostres conreus. Mentre l'estructura productiva sigui la que és serà molt difícil complir amb aquests requisits. Per altra banda, s'han fet avenços amb l'aprovació dels Plans de Dejeccions Ramaderes i les Llicències Ambientals, però encara està per veure la seva aplicació real, més enllà d'augmentar la paperassa i donar feina a més d'un gabinet tècnic.

El consens que hi ha actualment entre tècnics, Administració i pagesos sobre la conveniència d'aquestes recomanacions, juntament amb l'impuls de l'agricultura de conservació, és un bon punt de partida. Només fa uns deu anys, mantenir aquests arguments a l'escola d'agronomia era força insòlit. Per tant s'ha de valorar el camí recorregut sent conscients que encara ens queda molt per fer i que és necessari seguir avançant.

Esperem que aquest estudi pugui contribuir d'alguna manera a crear la consciència social i política necessària per afrontar els reptes que facin possible una agricultura més sostenible i equitativa a la comarca d'Osona.

Referències bibliogràfiques

- ALCAÑIZ, J. M.; BOIXADERA, J.; FELIPÓ, M. T.; ORTIZ, O.; POCH, R. M. «El sòl i el canvi climàtic: els papers dels sòls de Catalunya en el canvi climàtic». A: *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*, 2004.
- ALLEN JR., L. H.; BAKER, J. T.; BOOTE, K. J. «L'effet fertilisant du CO₂: production et retention accrues d'hydrate de carbone en termes de rendement en biomasse et en grain». A: BAZZAZ, F. A.; SOMBROEK, W. G. *Changements du climat et production agricole*. Roma-París: FAO Polytechnica, 1997.
- ALTIERI, M. «La Agroecología. La alternativa dentro del Sistema». A: LABRADOR, J.; PORCUNA, J. L.; BELLO, A. *Manual de agricultura y ganadería ecológica*. Madrid: Vida Rural, 2002. (S.E.A.E.)
- CANTERO, C.; GREGORI, J. «Tècniques de conreu del sòl en cereal d'hivern». A: *Dossier Tècnic N05: Cereals d'hivern: varietats, treball del sòl i control de males herbes i malalties*. Barcelona: Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, setembre 2005.
- CASTRO, M. DE; MARTÍN-VIDE, J.; ALONSO, S. «El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI». A: MORENO, J. M. *Evaluación preliminar de los impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Proyecto ECCE*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 2005.
- DIJKSTRA, P.; SCHAPENDON, A. H. C. M.; GROENWOLD, K. «Effects of CO₂ enrichment on canopy photosynthesis, carbon economy and productivity of wheat and faba bean under the field conditions». A: VAN DE GEIJN, S. C.; GOUDRIAAN, J.; BERENDSE, F. *Climate change; crops and terrestrial ecosystems (agrobiologische thema's, 9)*. Wageningen: Cabodlo, 1993.

- EVANS, T. E. «Les effets des changements dans le cycle hydrologique mondial sur la disponibilité des ressources en eau». A: BAZZAZ, F. A.; SOMBROEK, W. G. *Changements du climat et production agricole*. Roma-París: FAO Polytechnica, 1997.
- GATES, D. M. *Climate changes and its biological consequences*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 1993.
- IDESCAT. Estadístiques agrícoles 1989-1999. Web de la Generalitat de Catalunya.
- IGLESIAS, A. *Impacto del cambio climático en la agricultura: escenario para la producción de cultivos en España*. Servicio de Estudios BBVA, 2000. (El Campo, 137)
- INCLÁN, R.; RIBAS, A.; PEÑUELAS, J.; GIMENO, B. S. «The relative sensitivity of different mediterranean plant species to ozone exposure». *Water, air and soil pollution*, núm. 116 (1999).
- IPPC. «Impacts, adaptation and vulnerability». A: *Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary of policy makers*. 2001a.
- IPPC. «Mitigation». A: *Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary of policy makers*. 2001b.
- KUKLA, G.; KARL, T. «Nighttime warming, and the greenhouse effect». *Environmental Science and Technology*, vol. 27, núm. 8 (1993).
- MAS-PLA, J. «Recursos hídrics, dinàmica hidrològica i canvi climàtic». A: *Informe sobre Canvi Climàtic a Catalunya*, 2005.
- PLA ESTRATÈGIC OSONA XXI. Ponència Medi ambient i sostenibilitat.
- SEBASTIÀ, M. T.; CASALS, P.; DOMÍNGUEZ, G.; MARTÍN, C.; COSTA, J. «Agricultura i silvicultura». A: *Informe sobre Canvi Climàtic a Catalunya*, 2005.

BOSCOS / SILVICULTURA

Jordi Vigué Ruaix (Vic, 1969). Enginyer de Forests per la Universitat de Lleida. Des del gabinet d'enginyeria que dirigeix (Enginyeria Forestal Vigué-Subirà S.C.P.) treballa en tota mena de projectes relacionats amb el sector forestal: projectes d'ordenació, plans de gestió forestal, plans de prevenció d'incendis, repoblacions, construcció de pistes forestals, estudis d'impacte ambiental, etc. A més realitza tasques de direcció i supervisió de la gestió forestal en diverses finques de la comarca d'Osona, el Ripollès, la Garrotxa i el Berguedà.

Ha col·laborat amb el Pla Estratègic de la Vall del Ges, Orís i el Bisaura i en la redacció del Pla Estratègic de Desenvolupament Rural de Sant Feliu de Pallerols. Des de l'inici de la seva activitat professional col·labora amb el Consorci Forestal de Catalunya i ha participat en l'organització de diverses edicions de les Jornades Tècniques Silvícoles.

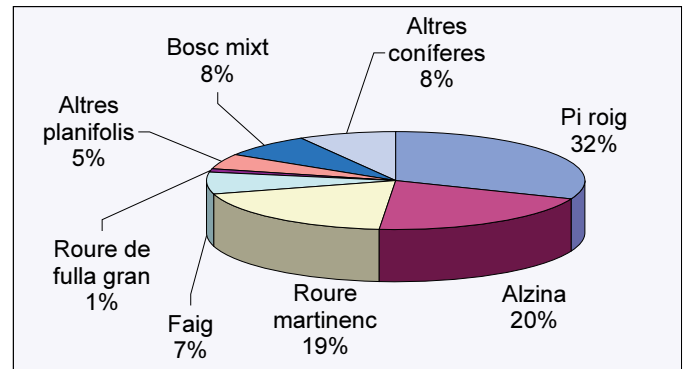
El gabinet Vigué-Subirà Enginyeria Forestal és membre de la Xarxa de Custòdia del Territori.

D'altra banda és un ornitòleg i anellador expert, membre del Grup d'Anellament Calldetenes-Osona i de l'Institut Català d'Ornitologia. És un dels autors del llibre *Els Ocells d'Osona*.

1. Introducció

Un 67% de la superfície de la comarca d'Osona és de caràcter forestal i un 58% és bosc (*Inventari ecològic i forestal de Catalunya*). Tot i ocupar la major part de la comarca, els boscos representen un percentatge petit en l'economia comarcal i això fa que sovint no rebin l'atenció que es mereixen. Analitzar l'impacte del canvi climàtic sobre els boscos pot ajudar a adonar-nos de la seva importància, sovint deguda més a les externalitats i beneficis indirectes que generen (paisatge, protecció contra l'erosió, regulació del règim hídric), que no als beneficis econòmics obtinguts amb la fusta o la llenya.

A Osona el tipus de bosc més abundant és la pineda de pi roig, seguida dels alzinars i les rouredes de roure martinenc. A molta distància queden les fagedes, les pinedes de pi blanc i els boscos mixtos (*Inventari ecològic i forestal de Catalunya*).



Gràfic 1. Superfície ocupada per les diferents espècies a la comarca d'Osona (Font: *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Regió Forestal II*. CREA, 2001.)

Es tracta en general de boscos poc capitalitzats, amb arbres d'edats que normalment varien entre 60 i 80 anys i de diàmetres poques vegades superiors a 35 cm. A la major part de la comarca la gestió forestal ha tendit a una explotació basada només en criteris econòmics i no s'hi ha aplicat una silvicultura adequada. Com en tot hi ha excepcions, especialment a la zona del Montseny i les Guilleries, on hi ha una important tradició silvícola.

Inevitablement el canvi climàtic comportarà importants efectes sobre les masses forestals, no en va el clima és un dels factors amb major influència sobre les característiques i l'estat dels boscos. La dimensió dels possibles efectes del canvi climàtic variarà segons si es compleixen les previsions més optimistes o les més pessimistes i segons la velocitat a la qual es produeixin aquests canvis. A més, l'evolució socioeconòmica de la comarca pot provocar alguns canvis al medi amb efectes sinèrgics amb el canvi climàtic.

2. Impactes del canvi climàtic a la comarca d'Osona

2.1. Aspectes generals

Algunes amenaces citades per a l'agricultura (SOMBROEK I GOMMES, 1997, MIGLIETTA et al., 2000) que també han de tenir-se en compte per als boscos són:

- Modificació de les condicions generals dels factors de producció (temperatura, disponibilitat d'aigua i nutrients), que pot portar a un empitjorament de les condicions de creixement.
- Augment de l'estrès en les plantes produït per altes temperatures.
- Reducció de la productivitat i el creixement per la disminució de la disponibilitat hídrica i de nutrients i l'augment o aparició de períodes d'aridesa.

- Augment de la variabilitat i de la incertesa del clima.
- Augment dels danys com a conseqüència de malalties i plagues.

Amb independència de l'evolució de la pluviometria, un increment de la temperatura pot provocar per si mateix situacions d'estrès en les plantes, un augment de la demanda d'aigua per l'increment de l'evapotranspiració i un major consum de reserves que comporta una menor resistència a perturbacions (GRÀCIA et al., 2004). Al sòl un increment de la temperatura provocarà una major taxa de mineralització de la matèria orgànica que a llarg termini pot conduir a una pèrdua del reservori de nutrients del sòl (SEBASTIÀ et al., 2004). Aquests efectes i les seves conseqüències sobre els boscos es veuran multiplicats per qualsevol disminució de la pluviometria i també per l'increment de la seva variabilitat tant anual com estacional.

Les previsions per a l'evolució de la pluviometria presenten una major variabilitat que per la temperatura segons els escenaris considerats, però hi ha una tendència a la reducció de la pluviometria anual, que podria ser més acusada a la primavera, i en canvi podria produir-se un augment de les precipitacions a la tardor (DE CASTRO et al., 2004). La reducció de precipitació a la primavera pot ser un aspecte especialment problemàtic per als boscos, ja que és una de les èpoques de l'any amb major necessitat hídrica per la brotada, especialment per als caducifolis.

La gestió forestal tant a la comarca d'Osona com al conjunt de Catalunya es troba en una situació delicada: els productes que s'obtenen tenen un valor econòmic cada vegada més baix, els costos d'explotació són cada vegada més elevats i s'ha de competir en qualitat i preu amb productes provinents del nord i l'est d'Europa. El canvi climàtic empitjorarà aquesta situació, perquè els boscos del nord d'Europa augmentaran la seva productivitat per efecte de l'escalfament i la fertilització en materials nitrogenats (KELLOMÄKI et al., 2000). Tot plegat pot provocar l'abandó de la gestió d'uns boscos cada vegada més exten-

sos per l'abandonament de les activitats agrícoles, més secs a causa de l'increment de la temperatura i per tant amb un increment del risc d'incendi. A més, les zones afectades per incendis forestals poden patir també fenòmens erosius més importants per l'augment de la freqüència de pluges torrencials després d'un estiu calorós (SEBASTIÀ et al., 2004).

2.2. *Canvis en la tipologia dels boscos*

Actualment els boscos de la comarca d'Osona presenten sovint una dinàmica de canvi d'espècies que en alguns casos es veurà afavorida pels efectes del canvi climàtic, però en altres casos es pot entrar en processos de degradació i arribar a situacions crítiques. El que és encara més preocupant és que els incendis forestals i els períodes de sequera poden provocar la mort d'extenses àrees boscoses.

Els boscos marcadament mediterranis, alzinars i pinedes de pi blanc que actualment queden restringits al sud de la comarca, incrementaran la seva superfície i s'expandiran cap al nord. En el cas dels alzinars, que actualment es troben també en àmplies zones de la comarca per sobre del límit de la inversió tèrmica, tindran tendència a desplaçar les rouredes i si se suavitzen prou les temperatures hivernals podrien ocupar també el fons de la plana de Vic. Part dels alzinars existents avui per sobre del límit de la inversió tèrmica ocupen vessants molt eixuts, principalment per tractar-se de zones amb sòls molt prims i per tant amb una mínima capacitat de retenció d'aigua. Aquests alzinars ja han patit importants situacions de mort per secada i probablement acabin convertint-se en formacions arbustives. Tenim clars exemples d'aquestes situacions al vessant solell de la Serra de Bellmunt, zones properes a Santa Maria de Corcó o els plans situats entre Seva i els Hostalets de Balenyà. En aquests llocs els períodes de sequera hi han causat estralls, especialment els anys 1994, 1998 i 2003. En algunes zones s'han mort gairebé la tota-

litat dels arbres i la posterior regeneració del bosc es produeix principalment a partir de rebrots de soca, de forma que la sequera haurà tingut un efecte similar a un incendi forestal.

Les rouredes de roure martinenc tendiran a incrementar la seva superfície, almenys a mitjà termini, ja que tot i que es veuran desplaçades en part pels alzinars (especialment molts boscos mixtos de roure i alzina tendiran a transformar-se en alzinars) guanyaran terreny pel nord a les fagedes i per l'oest a les pinedes de pi roig. Els incendis forestals també poden tenir un paper determinant en una expansió inicial de les rouredes per la gran força de les rebrotades del roure, que li confereixen una capacitat de regeneració molt superior a la del pi roig. Més a llarg termini una disminució de la pluviometria o simplement l'augment de la seva variabilitat poden provocar situacions d'estrès hídric amb assecada del roure al mes d'agost, que poden fer entrar les rouredes en un procés de progressiva pèrdua de vigor i degradació cap a comunitats arbustives. Aquesta situació ja s'està produint a les rouredes que creixen en carenes o zones amb poca profunditat de sòl, que en els darrers deu anys s'han assecat sovint al mes d'agost. L'any 2005 van produir-se petits ruixats estivals que van evitar aquesta situació, però en canvi la sequera que s'arrossegava a la primavera va fer que en algunes zones del Bisaura el roure no pogués brotar fins ben entrat el mes de maig, just després d'un petit període plujós. Probablement es produeixi també una important pèrdua de diversitat en les rouredes. En aquest tipus de bosc s'hi troben amb freqüència un gran nombre d'espècies secundàries: aurons, freixes, cirerers, blades..., i la major part d'elles tenen uns requeriments hídrics superiors al roure, de forma que en condicions de menor disponibilitat d'aigua seran menys freqüents o desapareixeran.

Les pinedes de pi roig que avui dominen a bona part de la comarca, especialment a la zona del Lluçanès, presenten ja una dinàmica de transformació a rouredes deguda a una manca de regeneració del pi. Aquesta dinàmica es veurà afavorida indirectament pels efectes del canvi climàtic; el pi roig troba a moltes

zones de la comarca unes condicions properes al seu límit vital i pateix estrès hídric per les sequeres estivals. Al mateix temps les situacions d'estrès hídric debiliten l'arbre i afavoreixen l'aparició de plagues, darrerament està essent molt important l'atac d'*Ips sexdentatus* al Lluçanès i en algunes zones del Montseny i les Guilleries.

La fageda és un tipus de bosc de característiques marcadament centreeuropees, de forma que actualment només trobem fagedes a les zones més humides de la comarca. Aquestes fagedes poden veure fortament reduïda la seva extensió a causa dels efectes del canvi climàtic: a les obagues pujarà la cota altimètrica a partir de la qual apareix el faig i als vessants solells, on avui trobem fagedes a cotes superiors a 1.000 m (per exemple a la Serra de Llancers), aquest tipus de bosc serà substituït per la roureda. A les obagues les fagedes de les cotes més baixes es transformaran en rouredes o boscos mixtos de planifolis amb menor necessitat d'aigua. Un cas especialment problemàtic és la fageda de la Sauva Negra, que en trobar-se al sud de la comarca i en una cota força baixa pot acabar desapareixent. Darrerament aquesta fageda ha tendit a expandir-se, desplaçant el pi roig per la major capacitat del faig de créixer sota coberta vegetal. Això ha permès que es desenvolupés una incipient fageda jove sota la pineda de pi roig, però a mesura que creixin els peus de faig perdran la protecció dels pins i augmentaran les seves necessitats hídriques. Això en una situació de canvi climàtic d'entrada dificultarà la consolidació de la fageda i a mitjà termini provocarà manca de vigor i problemes fitosanitaris al faig.

La velocitat amb què es produeixen les variacions de temperatura, així com la gravetat dels períodes de sequera que es produeixen, incidiran en la magnitud dels canvis i també en la forma de produir-se. Una variació progressiva i amb sequeres ocasionals permetria un avenç progressiu de les espècies arbòries més ben adaptades a la nova situació i se substituiria un tipus de bosc per un altre. Una variació sobtada o acompanyada de fortes sequeres, que al mateix temps afavoririen els incendis forestals,

causaria la mort d'extenses àrees de bosc i la massa forestal hauria de regenerar-se a partir d'una etapa dominada per la vegetació arbustiva.

3.2. Incendis forestals

Els incendis forestals són la principal amenaça per als boscos de la comarca d'Osona. No són una conseqüència directa del canvi climàtic, sinó que es deuen a múltiples factors, entre ells aspectes socioeconòmics i de l'activitat humana (negligències, piròmans...), però el canvi climàtic contribuirà sensiblement a incrementar-ne el risc per una acumulació de factors, entre ells:

- Increment de la temperatura, que comporta una major evapotranspiració i per tant un menor contingut d'humitat en les plantes. L'augment de la temperatura global s'ha relacionat amb l'augment de les temperatures nocturnes (KUKLA I KARL, 1993), que són importants perquè la vegetació pugui recuperar o mantenir un cert nivell d'humitat.
- Increment de la freqüència i gravetat dels períodes de sequera estival.
- L'abandó de l'activitat agrícola afavoreix la continuïtat de les masses forestals, provocant d'entrada l'aparició de models de combustible perillosos: formacions arbustives i boscos joves amb elevada densitat de peus i continuïtat vertical.
- La manca de gestió forestal (deguda a la menor rendibilitat dels boscos) comporta l'acumulació de combustible als boscos.
- Increment de la pressió humana, lligada a l'increment de la població de la comarca.

Els darrers deu anys la comarca d'Osona ha estat relativament poc afectada pels incendis forestals, però un increment de

la temperatura i els períodes de sequera estival causaria un grau d'estrès hídric als boscos que els predisposaria a patir un gran incendi. Això mateix va passar l'any 1994 al Berguedà i la Selva i l'any 1998 al Solsonès.

La resposta de la vegetació als incendis forestals del Berguedà i a la zona de Seva i Taradell ens mostra un espectacular canvi en la tipologia de les masses forestals: grans extensions de pineda de pi roig s'han convertit en rouredes incipients o en brolles.

2.4. Plagues i malalties

És previsible a curt termini un empitjorament de l'afectació dels boscos per plagues i malalties deguda principalment al debilitament o pèrdua de vigor com a conseqüència de la baixa disponibilitat hídrica. Aquesta situació ja s'està produint en els darrers anys, especialment als boscos de pi roig i de castanyer.

A Catalunya una de les principals plagues forestals és la processionària del pi (*Thaumetopoea pityocampa*), que a Osona no troba factors limitants per baixes temperatures, les colònies d'erugues suporten temperatures de fins a -12°C i les crisàlides en diàpauza suporten temperatures encara inferiors (BACHILLER et al., 1981). Per tant el canvi climàtic no comportarà un increment significatiu a curt termini.

Els escoltíds i curculiònids perforadors de coníferes són el grup de plagues que augmentarà més. Es veuran afavorits pel debilitament dels boscos de pi roig i provocaran la mort de gran quantitat d'arbres, com ja ha passat l'any 2005 i com també va passar a inicis de la dècada de 1990 en una franja de terreny que anava des de Vilalleons fins a Savassona.

Els defoliadors de roures i alzines poden incrementar la seva presència paral·lelament a una esperada substitució de les pinedes de pi roig per rouredes. Una espècie d'aquests defoliadors és *Tortrix viridana*, un lepidòpter característic del sud-oest de la

península Ibèrica que ha causat danys a la zona del Moianès; l'eruga d'aquesta espècie augmenta la seva velocitat de desenvolupament amb les altes temperatures (BACHILLER et al., 1981).

2.5. Erosió

Les masses forestals cobreixen un 67% de la superfície de la comarca (*Inventari ecològic i forestal de Catalunya*) i la seva alteració incrementarà els processos erosius.

Serà a les zones afectades per incendis forestals o mort de boscos per sequera on s'incrementaran més els fenòmens erosius. En aquestes situacions pot afegir-se a la desaparició de la vegetació l'efecte de les pluges torrencials de la tardor.

A la comarca d'Osona hi ha zones molt sensibles a l'erosió i es donen algunes situacions especialment greus:

- Un incendi forestal agreujaria l'estat erosiu i provocaria importants pèrdues de sòl als boscos que envolten barrancs o *bad-lands* sobre margues, com per exemple a la zona de Vespella (inclosa a l'E.I.N. dels Turons de la Plana Ausetana) o a Múnter.
- Al vessant solell de la Serra de Bellmunt i la zona situada al nord de Sant Pere de Torelló, Borgonyà i Orís s'ha produït la mort per sequera de bona part dels alzinars. En tractar-se d'una zona amb relleu accidentat (forts pendents, existència de barrancs...) i sòls molt prims els fenòmens erosius ja existents poden agreujar-se i causar una situació irreversible de pèrdua total de sòl.

3. Mesures d'adaptació i mitigació

Pel que fa als boscos, l'increment dels incendis forestals és el més preocupant dels impactes que pot causar el canvi climàtic, tant per la gran extensió que poden afectar com per les seves

conseqüències a llarg termini i la seva incidència en l'increment de l'erosió. Al mateix temps és un dels aspectes sobre el qual l'home té una major influència i capacitat de reduir-ne els efectes. És vital evitar l'abandó dels boscos i millorar-ne la gestió, així com fer una bona prevenció d'incendis forestals a nivell municipal i comarcal, que tingui en compte les principals unitats geogràfiques de la comarca en el seu conjunt i les doti de les infraestructures necessàries. En aquest sentit convé mantenir les actuals àrees de conreu i pot ser interessant potenciar l'existència de zones de pastura situades estratègicament perquè actuïn com a tallafocs; a més cal tenir en compte que les pastures poden ser també embornals de carboni. Les àrees de la comarca amb un major risc de patir un gran incendi forestal i que per tant haurien de ser prioritàries en la prevenció d'incendis són el Lluçanès, el Moianès i el Congost.

També cal posar i mantenir al dia els plans de protecció municipals i especialment els plans d'autoprotecció de les urbanitzacions, o qualsevol altra instal·lació situada en terrenys boscosos. En aquest sentit serà perjudicial l'increment de població de la comarca, ja que incrementarà la pressió humana sobre els boscos i malauradament qualsevol increment de visitants comporta un increment del risc que es produeixin negligències. Aquest és un aspecte que ha de tenir-se molt en compte a l'hora de preveure les infraestructures necessàries per a la prevenció d'incendis, caldrà dotar la comarca de suficients espais per a activitats lúdiques que estiguin convenientment equipats per evitar l'aparició de focus d'incendis.

A nivell de gestió forestal hi ha molta feina a fer, però es topa amb importants limitacions econòmiques i és necessari optimitzar els recursos. És interessant afavorir l'existència de boscos mixtos o almenys mantenir la màxima diversitat possible dins l'estrat arbori, de forma que la massa forestal sigui més resistent a qualsevol pertorbació, ja sigui un incendi, l'atac d'una plaga, la sequera... En qualsevol cas, i fins i tot dins d'aquests boscos mixtos, és recomanable afavorir una major pre-

sència de les espècies amb menor requeriment d'aigua. En el cas de boscos mixtos de roure i alzina és preferible tendir a transformar-los en alzinar, tant per la major resistència de l'alzina a la sequera com pel seu major valor comercial. A les pinedes de pi roig, una de les formacions més abundants a la comarca, ja es dona en la majoria de casos un procés de transformació a roureda o bosc mixt que és interessant mantenir per la seva major capacitat de regeneració enfront d'un incendi forestal. En qualsevol cas, des d'un punt de vista productiu convé mantenir un cert percentatge de pi roig si tenim en compte les dificultats de comercialització del roure. En algunes zones de la comarca, especialment al Montseny, les Guilleries i el seu entorn, pot ser interessant substituir el pi roig per una altra espècie de conífera més resistent a la sequera i també interessant des d'un punt de vista comercial: el pinastre (*Pinus pinaster*).

En experiències realitzades pel CREA a la Serra de Prades s'ha comprovat que les aclarides fetes en alzinars de rebrot excessivament densos milloren l'estat hídric dels peus restants i fan disminuir la mortalitat en períodes desfavorables (GRÀCIA et al., 2004).

Tenint en compte que serà gairebé inevitable l'abandó d'algunes àrees de conreu, una actuació a considerar és la transformació a pastura o plantació forestal dels terrenys de conreu que inevitablement hagin d'abandonar-se per ser econòmicament inviables. D'aquesta forma s'evitaria la formació de comunitats arbustives o boscos joves excessivament densos (són models de combustible perillosos pels incendis forestals) i s'incrementaria la fixació de carboni.

Referències bibliogràfiques

BACHILLER, et al. *Plagas de Insectos en las masas forestales españolas*. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 1981.

- DE CASTRO, M.; MARTÍN-VIDE, J.; ALONSO, S. *Impactos del cambio climático en España. El Clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI*. 2004.
- GRACIA, C. *Inventari ecològic i forestal de Catalunya. Regió Forestal II*. CREA 2001.
- GRACIA, C.; GIL, LL.; MONTERO, G. *Impactos del cambio climático en España. Impactos sobre el sector forestal*. 2004.
- KELLOMÄKI, S.; KARJALAINEN, T.; MOHREN, F.; LAPVETELÄINEN, T. (eds.). «Expert assessment of the likely impacts of climate change on forests and forestry in Europe». *EFI Proceedings*, 34 (2000).
- KUKLA, G.; KARL, G. «Nighttime Warming, and the Greenhouse Effect». *Environmental Science and Technology*, vol. 27, núm. 8 (1993).
- MIGLIETTA, F.; BINDI, M.; VACCARI, F. P.; SCHAPENDONK, AD. H.C.M.; WOLF, J.; BUTTERFIELD, R. E. «Crop Ecosystem Responses to Climatic Change: Root and Tuberous Crops». A: REDDY, K. R.; HODGES, H. F. *Climate Change and Global Crop Productivity*. Oxon: CABI Publishing, 2000.
- SEBASTIÀ, M. T., CASALS, P., DOMÍNGUEZ, G., MARTÍN, LL., COSTA, J. «Agricultura i silvicultura». A: *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*, 2004.
- SOMBROEK, W. G.; GOMMES, R. «L'enigme: changement de climat-agriculture». A: BAZZAZ, F. A.; SOMBROEK, W. G. *Changements du climat et production agricole*. Roma-Paris: FAO, Polytechnica, 1997.

FAUNA

Carles Martorell i Gendre (Manlleu, 1971) és Enginyer Tècnic Agrícola diplomat per l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB) l'any 1995. Ha treballat durant deu anys en aspectes agroambientals relacionats amb la ramaderia. És ornitòleg i naturalista de vocació, i actualment treballa en diversos estudis de biodiversitat. És el vicepresident del Grup de Naturalistes d'Osona-ICHN.

1. Introducció

Els diferents treballs referents als efectes del canvi climàtic sobre els ecosistemes terrestres tant a nivell internacional, com nacional, com català, coincideixen en tres fenòmens que són clau per a entendre aquest apartat del treball a nivell comarcal: l'increment del període productiu dels vegetals, l'efecte sobre els vegetals de l'increment de la concentració de CO₂ a l'atmosfera i l'increment dels períodes de sequera. Aquests tres fenòmens comporten una sèrie de canvis importants a nivell de les comunitats vegetals que afecten també, i de manera directa, a diverses poblacions animals estretament relacionades amb els cicles biològics dels vegetals o bé que, per motiu de trobar-se al límit septentrional de la seva distribució, poden patir extincions a escala local o regional. La gran biodiversitat de la comarca d'Osona, deguda al fet que hi trobem tres regions biogeogràfiques (mediterrània, eurosiberiana i boreoalpina) fa que la manifestació dels efectes del canvi climàtic se'ns mostri d'una manera molt variada.

Impactes del canvi climàtic a Osona

2.1. Fauna invertebrada

- a) Sembla clar que l'increment de la concentració de CO₂ i de la temperatura, així com l'increment dels períodes de sequera alteren els cicles vitals dels macroinvertebrats aquàtics (tricòpters, plecòpters, efemeròpters...). Pot ser que l'increment de CO₂ i de temperatura afecti d'una manera positiva la reproducció de les espècies (producció d'ous i de larves), però la disminució dels cabals durant els períodes de sequera poden fer variar el desenvolupament larvari i desplaçar poblacions cap a trams de riu inferiors on la disponibilitat d'aigua és més contínua.

- b) Espècies de lepidòpters com el *Parnassius apollo*, que troba el seu límit septentrional de distribució a les parts més altes d'Osona, podria patir una regressió per l'efecte de l'increment de la temperatura (BAIXERAS, 2002).
- c) S'ha detectat que algunes espècies de coleòpters han adaptat una estratègia per sobreviure en casos poc favorables (sequeres), retardant la maduració ovàrica de les femelles que volen a principis de tardor per tal de permetre la posta a la primavera, quan les condicions són més favorables (LUMBRERAS et al., 1990 i 1991).
- d) La recent presència de la formiga argentina (*Linepithema humile*) a Osona, tot i que no es pot atribuir directament al canvi climàtic, sí que permet preveure una expansió de l'espècie durant els propers anys a causa de l'increment de la temperatura, cosa que provocarà canvis deguts a la competència que podrà exercir sobre la fauna autòctona (ROURA et al., 2003).
- e) És d'esperar que l'avançament de la floració i la fructificació d'algunes plantes nutrícies tingui efectes clars de sincronització amb les espècies de lepidòpters que se n'alimenten, amb la modificació de la fenologia dels seus cicles biològics: avançament del període de vol, postes, eclosió de les larves... Aquests canvis que s'han demostrat a nivell nacional i català, per manca d'informació caldria confirmar-los a nivell comarcal.
- f) Els insectes voladors tenen una capacitat de desplaçar-se més gran que altres de desplaçament únicament terrestre. Aquest fet condiona la capacitat d'adaptació dels insectes als canvis climàtics, de manera que els que són voladors tenen una capacitat major que els terrestres. En aquest sentit, els artròpodes aquàtics tenen una capacitat adaptativa encara més reduïda que els terrestres.

2.2. Fauna vertebrada

- a) L'estratègia reproductiva del gripau corredor (*Bufo calamita*) es basa en aprofitar els bassals temporals creats amb les pluges de la primavera per a dipositar-hi les seves postes. D'aquesta manera els canvis en la irregularització de les pluges primaverals poden tenir efectes importants sobre l'espècie en perillar l'èxit de la metamorfosi de les seves larves.
- b) Les pluges de la tardor afavoreixen la reproducció del conill (*Oryctolagus cuniculus*), però les pluges torrencials poden ser molt dolentes per les seves poblacions. Una variació en el repartiment i intensitat de les precipitacions podria afectar negativament l'espècie i els seus depredadors més especialitzats.
- c) La majoria d'espècies de vertebrats, sobretot les de distribució mediterrània, basen les seves estratègies reproductives en la productivitat vegetativa originada per les pluges primaverals. Qualsevol variació en el repartiment i intensitat d'aquestes precipitacions podria afectar negativament moltes de les seves poblacions.
- d) Espècies com el tritó pirinenc (*Euproctus asper*) i la granota roja (*Rana temporaria*) només es troben restringides als torrents i rieres de muntanya d'aigües fredes. Un increment de la temperatura i un canvi en el règim de pluges podria afectar negativament les seves poblacions.
- e) En algunes espècies de rèptils, el sexe ve determinat per la temperatura dels ous sota terra en la seva fase de maduració. Un augment de les temperatures podria portar a desviacions anormals del repartiment de sexes, cosa que condicionaria negativament la capacitat reproductiva de les diferents espècies (DAWSON, 1992).
- f) La serp llisa septentrional (*Coronella austriaca*) que actualment a Osona es troba restringida a certs punts del Prepirineu i del Collsacabra (BAUCELLS et al., 1998), es

troba al seu límit septentrional de distribució a causa dels seus requeriments de caràcter marcadament eurosiberià, amb una isoclima per sobre dels 800 l/m² a l'any. L'increment de la temperatura i el canvi en el règim de pluges podrien forçar-la a desplaçar-se més al nord (Ripollès i Garrotxa), provocant una extinció de l'espècie a escala comarcal.

- g) El mateix cas podria ocórrer amb el lluert (*Lacerta bilineata*). Encara que té una distribució més àmplia que la *Coronella austriaca*, la població del Montseny es podria extingir, ja que l'aïllament geogràfic del massís faria que l'espècie no tingués capacitat de desplaçar-se cap a localitats més septentrionals.
- h) No s'han detectat canvis significatius en la fenologia reproductiva d'algunes de les aus més ben estudiades, com el grup de les mallerengues (*Parus major*, *P. caeruleus*, *P. ater*, *P. cristatus* i *P. palustris*) o el pica-soques blau (*Sitta europaea*). Aquest fet contrasta amb els resultats obtinguts en l'Europa central on sembla que les espècies avancen el seu període reproductiu (SANZ, 2002 i 2003).
- i) Tot i que a nivell estatal i català (PEÑUELAS; FILELLA, 2002) s'han detectat retards en l'arribada d'algunes espècies d'aus transsaharianes com són la puput (*Upupa epops*), l'oreneta vulgar (*Hirundo rustica*), el cucut (*Cuculus canorus*), el rossinyol (*Luscinia megarhynchos*), la guatlla (*Coturnix coturnix*) i el falciot negre (*Apus apus*), a nivell d'Osona no hem detectat cap retard clar i en cap cas de l'ordre de quinze dies. Les dues espècies que registren un lleuger retard (en sèries de quinze anys) són el cucut i la guatlla; l'oreneta vulgar i la puput no presenten cap variació significativa, en canvi el falciot negre i el rossinyol registren un avançament de l'ordre d'una setmana. El canvi fenològic d'aquestes dues darreres espècies insectívores justificaria la hipòtesi que els

ocells migratoris avancen la seva migració per coincidir amb l'avançament del període productiu dels vegetals i consegüentment dels insectes que se n'alimenten.

- j) Una espècie que mostra un clar avançament en la seva migració és la cigonya blanca (*Ciconia ciconia*), fet demostrat a nivell estatal i català, atribuïble a un canvi en els seus hàbits migratoris: una petita part de la població hiverna a diverses parts del sud de la Península i, en el cas de Catalunya, a la plana de Lleida. A Osona s'han registrat (durant els darrers set anys) avançaments de l'ordre d'un mes en les primeres cites de migració prenupcial de l'espècie. Tot i que es creu que el fet que hi hagi aquesta població hivernant es deu més al fet de la disponibilitat contínua d'aliment als abocadors que no pas a l'efecte de l'increment de la temperatura.
- k) L'increment de la intensitat en les pluges primaverals pot tenir efectes negatius sobre determinades espècies d'ocells que nidifiquen en nius oberts, sense cap cobertura. Sobretot per aquelles espècies de mida mitjana o gran que no poden efectuar postes de substitució, per exemple el mussol banyut (*Asio otus*) i la cornella (*Corvus corone*). En els darrers dos anys, hem detectat una alarmant regressió de la població d'Osona de mussol banyut, fet que podria ser degut a aquest fenomen.
- l) L'efecte de l'increment de la temperatura sumat a la major concentració de CO₂ poden tenir efectes negatius clars pel que fa a la supervivència de determinades espècies de peixos amb uns requeriments de temperatura de l'aigua i amb una baixa o alta oxigenació de l'aigua. Les espècies que es podrien veure afectades serien la truita de riu autòctona (*Salmo trutta*), el barb cua-roig (*Barbus haasi*) i la bagra (*Leuciscus cephalus*). De manera que es podrien veure forçades a desplaçar-se cap a aigües més septentrionals.

En general, els vertebrats que tenen més facilitat de desplaçar-se són els que també tenen una major capacitat d'adaptar-se als canvis ambientals. Aquesta capacitat difereix en els diferents grups de vertebrats, així doncs els ocells són el grup que més es poden desplaçar, emigrar i, per tant, adaptar-se als canvis d'una manera més eficient. Els mamífers tenen una capacitat bastant més limitada i, en darrer terme, els peixos, amfibis i rèptils són els que tenen una pitjor capacitat per adaptar-se als canvis a causa de la seva limitació de moviment.

3. Mesures d'adaptació i mitigació dels efectes del canvi climàtic a la comarca

A part de les mesures de disminució del canvi climàtic d'aspectes purament ambientals (contaminació atmosfèrica) que tenen mesures clares com la reducció de l'emissió de gasos contaminants a l'atmosfera, en aquest apartat només tractem aquells aspectes relacionats amb les mesures d'adaptació a nivell comarcal que es poden aplicar per reduir els efectes del canvi climàtic sobre els ecosistemes terrestres.

Les principals solucions adaptatives han d'incloure la definició d'una millor xarxa d'espais naturals protegits, sobretot per tal de millorar la connectivitat ecològica entre els diferents espais ja protegits. Aquest fet contribuiria d'una manera important a protegir aquelles poblacions que per la seva situació geogràfica es veuran obligades a desplaçar-se, generalment a latituds i altituds superiors. És en aquest sentit que cal aplicar les següents mesures:

- a) Disminuir l'efecte barrera que creen les infraestructures viàries existents i les projectades, així com el que creen les noves i futures ocupacions de sòl.
- b) Millorar el control dels cabals fluvials a fi d'assegurar un cabal mínim que permeti la viabilitat de les poblacions de

la fauna fluvial, ja que es preveu que el canvi climàtic faci que el cabal fluvial sigui menor i més irregular.

Un altre impacte que es podrà incrementar pel canvi en el règim pluviomètric és el del sobrepastureig que pot fer augmentar l'erosió. En aquest sentit caldria regular normativament les densitats ramaderes en règim extensiu.

És evident que la gestió de l'aigua esdevindrà encara més un factor clau en les mesures d'adaptació als efectes del canvi climàtic. És en aquest sentit que cal controlar encara més quin és l'ús que es fa tant de les aigües superficials com de les subterrànies, i conèixer amb exactitud quins són els balanços hídrics de les diferents conques per tal de poder establir estratègies actuals i futures de consum d'aigua (gestió sostenible de l'aigua).

A part d'aquestes mesures d'adaptació proposades, és evident que hi ha una manca d'informació sobre els possibles efectes del canvi climàtic (actual i futur) sobre els ecosistemes terrestres. Per tant, una de les primeres mesures que cal prendre és l'increment d'esforços en investigació per millorar el coneixement dels efectes per tal d'establir una estratègia de mitigació el màxim d'efectiva possible.

Referències bibliogràfiques

- BAIXERAS, J. *Investigación aplicada a la conservación de las mariposas de Penyalgosa*. Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana, 2002.
- BAUCELLS J.; CAMPRODON J.; ORDEIX M. *La fauna vertebrada d'Osona*. Barcelona: Editorial Lynx, 1998.
- DAWSON, W. R. *Physiological responses of animals to higher temperatures*. Yale University Press, 1992.
- DIVERSOS AUTORS. *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya*. Barcelona: Editorial Lynx, 1999-2002.

- DIVERSOS AUTORS. *Història Natural dels Països Catalans*.
Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 1990.
- LLORENTE, G. A. et al. *Atlas dels amfibis i rèptils de Catalunya i Andorra*. Barcelona: Edicions El Brau, 1995.
- LUMBRERAS, C. et al. «Seguimiento de una población de *Bubas bobalus* a través del estudio combinado de diversos caracteres indicativos de edad». *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 14 (1990).
- LUMBRERAS, C. et al. «Ovarian condition as an indicator of phenology of *Bubas bobalus*». *Annals of the Entomological Society of America*, 84 (1991).
- PEÑUELAS, J.; FILELLA, I. «Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region». *Global Change Biology*, 8 (2002).
- RUIZ, J.; AGUILAR, A. *Els grans mamífers de Catalunya*.
Barcelona: Editorial Lynx, 1995.
- ROURA, N. et al. «Predicting Argentine ant *Linepithema humile* invasive potential in the face of global climate change». *Land Open Sciences. Conference*. Morelia, Mexico, 2003.
- SANZ, J. J. «Climate change and breeding parameters of pied flycatchers in Western Palearctic». *Global Change Biology*, 8 (2002).
- SANZ, J. J. «Large scale effect of climate change on breeding parameters of pied flycatchers in Western Europe». *Ecography*, 26 (2003).

FLORA I VEGETACIÓ

Carme Casas i Arcarons és doctora en Ciències Biològiques per la Universitat de Barcelona. Actualment és professora titular del Departament d'Indústries Agroalimentàries i Ciències Ambientals de la Universitat de Vic. Membre del Grup de Recerca de Medi Ambient de la Universitat de Vic i col·laboradora del Grup de Recerca Consolidat de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació de la Universitat de Barcelona. Especialitzada en biologia i ecologia vegetal, la seva activitat de recerca se centra en l'estudi de l'ecologia i la cartografia de les comunitats vegetals. En els darrers anys ha col·laborat en el projecte de cartografia dels hàbitats de Catalunya.

És membre del Grup de Naturalistes d'Osona, de la Institució Catalana d'Història Natural, de l'Associació Espanyola d'Ecologia Terrestre i de la Societat Catalana de Biologia, i representant de la Universitat de Vic a la Xarxa de Custòdia del Territori.

1. Introducció

Les projeccions del canvi climàtic per a finals del segle XXI al SW d'Europa apunten cap a: 1) un augment general de les temperatures, amb diferències estacionals significatives; 2) una reducció de les disponibilitats hídriques, a causa de l'escalfament i la disminució i la redistribució estacional de les precipitacions, i 3) un augment de la variabilitat climàtica, sobretot del règim tèrmic (LLEBOT et al., 2005).

Els factors climàtics que condicionen la distribució de les plantes i de la vegetació són principalment la temperatura i la precipitació. Per tant els canvis que es preveuen en aquests factors en els escenaris de futur, elaborats per l'IPCC (2001), és previsible que tinguin efectes importants sobre la flora i la vegetació del territori.

La comarca d'Osona, situada a l'extrem de la Depressió Central Catalana, és una zona de confluència de diversos ambients biogeogràfics: mediterrani, submediterrani, centreeuropeu, atlàntic i boreoalpí. La diversitat topogràfica, altitudinal i climàtica que hi ha en el conjunt d'aquesta comarca determina que hi hagi una diversitat vegetal important, amb una bona representació de tots aquests elements, a més també de la presència d'altres elements com el pòntic i el sarmàtic (BOLÒS, 1986). A la zona del Vidranès i el Collsacabra, amb un clima de muntanya i una precipitació propera als 1.000 mm anuals, hi predomina l'element eurosiberià, amb una bona representació de la vegetació atlàntica. Mentre que a les Guilleries i cap al sud de la comarca, al Congost i la part baixa del Montseny, hi és ben representada la vegetació mediterrània. La vegetació submediterrània està àmpliament distribuïda per tota la comarca, sobretot a la zona central de la plana de Vic i també cap als altiplans del Lluçanès i el Moianès, amb clima de tendència continental.

Aquesta heterogeneïtat ambiental, amb una diversitat important de climes, relleus i tipus de substrats, determina que la comarca presenti una riquesa florística important. Tot i no dis-

posar d'una flora completa, a partir de la informació recollida en el Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya es calcula que hi ha uns 1.500 tàxons de flora a la comarca (respecte dels prop de 3.900 tàxons que hi ha als Països Catalans).

Tota aquesta diversitat florística relacionada amb la diversitat ambiental, comporta que en el conjunt de la comarca s'hi trobi una variada gamma de comunitats vegetals, des de la vegetació típicament centreeuropea i atlàntica, pròpia d'ambients frescals i humits (fagedes, boscos caducifolis humits, prats de dall, prats humits...), que domina a totes les obagues de les serralades nord i nord-est que delimiten la comarca, fins a la vegetació típicament mediterrània, d'ambients càlids i secs (alzinars, pinedes de pi blanc, garrigues, llistonars, prats d'annuals...), presents als solells i dominants al sud de la comarca, amb una àmplia representació de les comunitats vegetals submediterrànies (rouredes de roure martinenc, joncedes...), ben representades a les àrees centrals de la comarca. És per tant una zona de transició de la regió mediterrània cap a la regió eurosiberiana, que segueix un gradient d'humitat i de temperatura, de nord a sud i d'est a oest.

Les transformacions i els canvis d'usos del territori que s'han produït al llarg dels anys han contribuït també a la diversitat vegetal que presenta el paisatge actual de la comarca, format per un mosaic de comunitats vegetals naturals i comunitats d'origen antròpic: boscos, matollars, prats i conreus.

2. Impactes del canvi climàtic sobre la flora i la vegetació de la comarca d'Osona

2.1. Aspectes generals

En l'informe dels impactes del canvi climàtic sobre la biodiversitat vegetal a Espanya (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ et al., 2005), s'apunta que els impactes directes sobre la diversitat vegetal es produiran a través dels efectes de l'escalfament i de la reducció

de les disponibilitats hídriques. L'augment de temperatura comportarà un allargament del període d'activitat de les plantes i, en absència de les limitacions hídriques, un augment de la productivitat. Alhora l'adaptació de les plantes al nou règim de temperatures comportarà canvis fenològics. En aquest sentit s'ha apuntat un avançament en el creixement, la floració i la fructificació i un retard en la caiguda de les fulles a l'entrada de l'hivern. A Catalunya ja s'han detectat canvis fenològics en algunes espècies. S'ha observat un avançament en la sortida de les fulles d'algunes espècies d'arbres (una mitjana d'uns vint dies abans que fa cinquanta anys) i també un avançament de la floració i la fructificació, d'uns deu dies abans que fa trenta anys (PEÑUELAS et al., 2002; PEÑUELAS et al., 2005).

Els impactes indirectes més importants són els derivats de canvis edàfics, canvis en el règim d'incendis, i també les interaccions amb d'altres components del canvi global, com són els canvis en l'ús del territori o els canvis atmosfèrics (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ et al., 2005). A més de tots aquests efectes directes i indirectes cal també considerar les modificacions que es produiran en les interaccions entre les espècies. La reducció de la disponibilitat d'aigua intensificarà la competència aèria entre les plantes, i es veuran afavorides aquelles que tinguin una millor tolerància o capacitat d'evitar l'estrès hídric (RAMBAL I DEBUSSCHE, 1995).

Els impactes previsibles sobre les plantes afectaran, per tant, els processos demogràfics i ecològics, com són: productivitat, creixement, composició química i genètica, nutrició, fenologia, pol·linització, dispersió, germinació, reclutament, mortalitat i interaccions entre espècies (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ et al., 2005). En els estudis experimentals que s'han portat a terme s'ha observat que aquests efectes provocats per l'escalfament i la sequera varien segons les espècies, i es manifesten a través de canvis en la dinàmica de les poblacions afectades, que acaben generant canvis en la composició, estructura, distribució i funcionament de les comunitats resultants (figures 1 i 2).

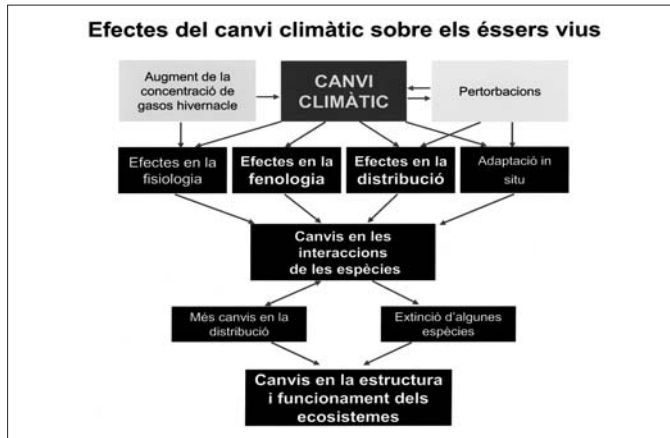


Figura 1. Efectes biològics del canvi climàtic (font: PEÑUELAS et al., 2005).

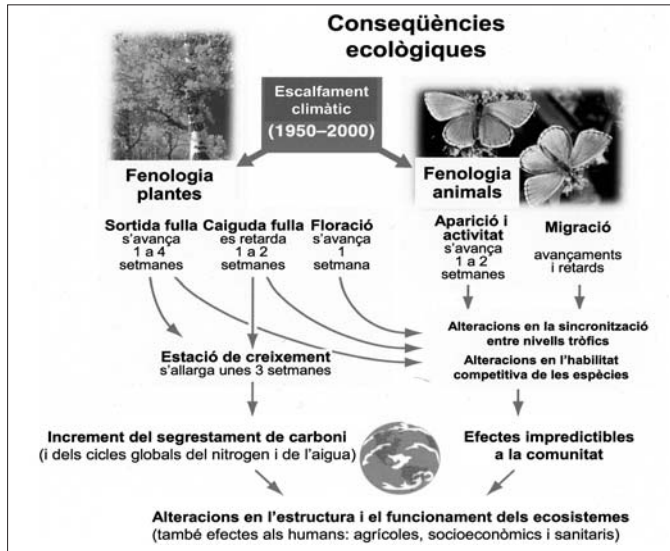


Figura 2. Efectes ecològics dels efectes fenològics produïts pel canvi climàtic (font: PEÑUELAS et al., 2005).

La majoria dels impactes apunten cap a una simplificació estructural i a una reducció de la cobertura en les noves comunitats, on hi haurà menys interrelacions entre les espècies, i molt probablement hi siguin més abundants les espècies que tinguin una major amplitud ecològica, més amplitud geogràfica i altitudinal, més tolerància a l'estrès hídric, i una més àmplia plasticitat fenotípica i variabilitat genètica (VALLADARES et al., 2005).

Els estudis fets fins ara i els que s'estan portant a terme sobre els efectes del canvi climàtic sobre les comunitats vegetals suggereixen transformacions importants en la composició de les comunitats vegetals, les quals poden ser ràpides si les fluctuacions interanuals són importants.

Tots els estudis mostren que hi haurà efectes importants encara que es fa difícil predir el sentit i la intensitat de les respostes dels ecosistemes al canvi climàtic. Als canvis climàtics i atmosfèrics s'hi afegeixen també els canvis en els usos del sòl (abandonament dels cultius i expansió de les àrees urbanes), i la fragmentació dels ecosistemes, que poden fer augmentar la magnitud dels efectes del canvi climàtic. En conjunt aquests canvis fan preveure que en les properes dècades hi hagi ecosistemes en estadis successionalis més primerencs, menys complexos i amb menys diversitat des del punt de vista ecològic (PEÑUELAS et al., 2005).

Les projeccions disponibles fins aquest moment indiquen que a la Mediterrània occidental hi haurà canvis importants en els principals límits climàtics per a la vegetació. Es preveu un canvi en la frontera climàtica mediterrània-euroasiàtica, amb una mediterraneïtzació del paisatge del conjunt de la Península. Això comportarà una expansió de les comunitats mediterrànies i una reducció de la superfície de la vegetació euroasiàtica, i es preveu que hi hagi també una accentuació de la continentalitat a les zones interiors (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ et al., 2005).

En aquesta línia es preveu que les zones de transició entre regions biogeogràfiques, particularment entre la regió mediterrània i l'euroasiàtica o atlàntica seran les que es veuran afec-

tades d'una manera més ràpida pel canvi climàtic, amb un augment de l'extensió de la regió mediterrània i una reducció de l'eurosiberiana (VALLADARES et al., 2005). El conjunt de la comarca d'Osona és precisament una zona de transició des de la vegetació mediterrània cap a la vegetació eurosiberiana, i per tant això fa preveure que el canvi climàtic tingui efectes importants sobre la composició i l'estructura de la vegetació i del conjunt d'ecosistemes. A partir dels estudis fets al Montseny (PEÑUELAS I BOADA, 2003) i de les conclusions dels informes dels impactes del canvi climàtic a Catalunya i a Espanya (LLEBOT et al., 2005; MORENO, 2005), és previsible que hi hagi un desplaçament progressiu de la vegetació centreeuropea i atlàntica per l'expansió de la vegetació mediterrània. En aquest sentit es pot preveure una reducció de la superfície de les fagedes i d'altres boscos caducifolis humits (amb til·ler, freixes i avellaners), i un augment de l'extensió de les rouredes seques i dels alzinars.

L'expansió dels ecosistemes mediterranis en el conjunt de la comarca pot comportar a llarg termini a una homogeneïtzació del paisatge, amb una clara reducció de la diversitat vegetal i d'ecosistemes que s'hi troba actualment, a més de la simplificació estructural que poden presentar. Alhora aquesta reducció de la diversitat d'ecosistemes pot comportar una pèrdua de diversitat florística.

L'elevada fragmentació dels ecosistemes que presenten actualment algunes zones de la comarca pot accentuar encara més els efectes del canvi climàtic.

Els efectes més marcats del canvi climàtic sobre la flora i la vegetació de la comarca vindran determinats sobretot per la reducció de la disponibilitat hídrica. La disponibilitat d'aigua en el sòl és un dels principals factors determinants de la distribució de les comunitats vegetals a la plana Vic (CASAS I NINOT, 2003). La manca d'aigua disponible per a les plantes comportarà canvis en la composició florística de les comunitats, amb un augment de la proporció d'espècies mediterrànies i una disminució de les

centreeuropees. Fins i tot podrien desaparèixer algunes espècies rares, que es troben al límit de la seva àrea de distribució.

Les comunitats vegetals presents a la comarca i que es troben al límit de la seva àrea de distribució, són les que podran estar més afectades pel canvi climàtic, i en el nou escenari és previsible que hi hagi una reducció important de la superfície que ocupen actualment. És el cas de la fageda de la Sauva Negra, o de les fagedes i les landes de bruguera del Montseny, situades al límit de la seva àrea de distribució (PEÑUELAS I BOADA, 2003; BOLÒS, 1983).

2.2. Impactes sobre els diferents tipus de vegetació de la comarca d'Osona

a. Boscos

La vegetació potencial de la comarca la constitueixen diversos tipus de boscos: fagedes, rouredes, alzinars, pinedes i els boscos de ribera associats als cursos fluvials. La distribució actual que presenten tots aquests tipus de boscos és el resultat de les transformacions i usos que se n'ha fet des d'èpoques passades fins a l'actualitat.

És d'esperar que l'augment de la temperatura i de la sequera prevista en el nou escenari del canvi climàtic comportarà canvis en la distribució actual dels boscos. Atesa però la complexitat de la vida i que aquests canvis afectaran de manera diferent segons les espècies vegetals i en cada cas segons la fase de desenvolupament en què es troben, es fa difícil de preveure quins seran els efectes del canvi climàtic sobre els boscos.

Les fagedes i els boscos caducifolis humits (formats per til·lers, freixes, avellaners, cirerers, etc.) seran molt probablement els boscos més afectats pel canvi climàtic. L'augment de la temperatura comportarà una disminució important de la humitat ambiental, factor indispensable per al seu desenvolupament. Hi

haurà possiblement una reducció de l'àrea ocupada i un retrocés en el seu límit de distribució, limitant la seva presència a les obagues més estrictes i cap a cotes més altes. Peñuelas i Boada (2003) ja han detectat un desplaçament altitudinal de les fagedes del Montseny, d'uns 70 m en els darrers cinquanta-cinc anys (figura 2), que atribueixen als canvis en les condicions climàtiques i als canvis en els usos del sòl. És d'esperar, doncs, que a la comarca hi hagi un retrocés de les fagedes, tant de les que es troben al límit de la seva àrea de distribució (fagedes del Montseny, fagedes residuals que queden a les Guilleries i fageda de la Sauva Negra) com de les que es troben als vessants obacs i les que ocupen actualment les parts altes dels vessants solells de les muntanyes del sector nord i nord-est de la comarca (serres de Bellmunt-Puigsacalm i Collsacabra). Les rouredes de roure martinenc molt possiblement reemplaçaran les fagedes a la zona nord de la comarca, i els alzinars ho farien a les parts més meridionals, Montseny i Guilleries. La reducció de l'àrea d'algunes fagedes situades al límit de la seva distribució com és el cas de la fageda de la Sauva Negra pot acabar portant a la seva desaparició.

Les rouredes seques de roure martinenc, amb menys exigències hídriques, possiblement podran expandir-se a la comarca a costa de la reducció de les fagedes i del reemplaçament de les pinedes de pi roig. En el seu límit inferior possiblement siguin reemplaçades pels alzinars. En el cas de les rouredes residuals que es troben al fons de la Plana, es fa difícil preveure què passarà, atès que en el nou escenari es preveu que es mantindrà la inversió tèrmica, amb menys dies de boira i menys dies de glaçades. Aquests canvis poden afavorir l'expansió de l'alzina cap al fons de la Plana, però per contra els sòls argilosos són més favorables pel roure.

L'augment general de les temperatures sembla que afavorirà l'expansió dels alzinars, a costa de la reducció dels boscos caducifolis. Peñuelas i Boada (2003) posen de manifest aquest procés al Montseny (figura 2). A les zones de muntanya

(Collsacabra, Bellmunt-Puigsacalm, Montseny, Lluçanès) es pot preveure una expansió altitudinal de l'alzinar muntanyenc, desplaçant les rouredes de roure martinenc i les fagedes. Mentre que a les parts més baixes de les Guilleries i a la vall del Congost l'augment de les temperatures pot afavorir l'expansió de l'alzinar litoral cap al nord.

L'expansió dels alzinars pot veure's afectada per la poca eficiència hídrica que tenen en condicions de sequera extrema, i la recuperació lenta que presenten en aquestes situacions. A la comarca tenim evidències d'aquest fet en els efectes de la sequera important que hi va haver el 2004, que va provocar la mort de nombrosos peus d'alzina dels vessants solells, amb sòls poc profunds i amb poca capacitat de retenció d'aigua, de l'àrea de Bellmunt-la Vola i del Collsacabra (als voltants de l'Esquirol), i que encara no s'han recuperat.

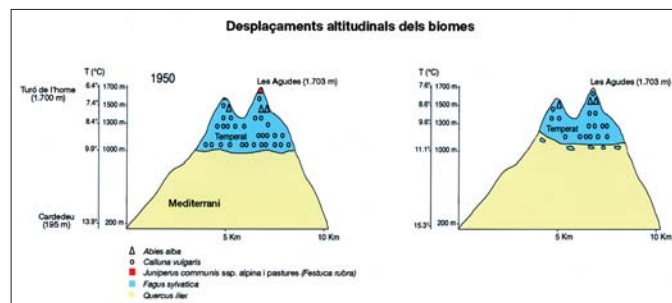


Figura 3. Desplaçaments altitudinals de la vegetació del Montseny en els darrers cinquanta anys (font: PEÑUELAS et al., 2005).

Les pinedes de pi blanc actualment localitzades als solells de la part meridional de la comarca i dels altiplans del Lluçanès i el Moianès poden veure's afavorides i estendre's cap al nord de la comarca. El pi blanc suporta bé les condicions d'aridesa, és capaç d'establir-se en medis oberts i a més la seva capacitat competitiva enfront de les alzines augmenta amb l'aridesa i amb

la recurrència de les perturbacions (ZAVALA, 1999 i 2003; ZAVALA et al., 2000; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ et al., 2005).

La majoria de les pinedes de pi roig que hi ha a la comarca corresponen a pinedes secundàries que substitueixen els boscos potencials (rouredes i alzinars). Ho confirma el fet que en la majoria d'elles hi ha actualment un estrat arborei inferior dominat pel roure, i amb molt poca o quasi nul·la regeneració del pi roig. Els efectes del canvi climàtic, juntament amb l'abandonament de l'explotació d'aquestes pinedes, comportaran molt probablement una reducció de la seva extensió, afavorint l'expansió de les rouredes de roure martinenc.

b. Comunitats arbustives: matollars i brolles

L'aridització del clima afavorirà el desenvolupament de les espècies arbustives amb menys exigències hídriques i més resistents a la sequera. Alhora, també, la intensificació prevista d'algunes perturbacions com els incendis i l'abandonament dels conreus a causa de la reducció de la productivitat, provocada per la reducció de la disponibilitat hídrica, afavorirà l'extensió dels matollars i brolles mediterrànies, amb canvis en la seva composició florística i en la seva distribució (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ et al., 2005).

A la comarca, les comunitats arbustives no ocupen actualment grans extensions. Sobre substrats calcaris hi trobem Garrigues, Boixedes i Brolles de romaní i bruc d'hivern. Les Garrigues, dominades pel garric (*Quercus coccifera*) són les més esteses, i es troben ben representades en els solells de les serres de ponent (des de Collsuspina fins a Orís). Les Brolles de romaní i bruc d'hivern queden limitades als ambients més càlids i secs de la comarca, a la vall del Congost, al Moianès i al sud del Lluçanès. En la composició florística d'aquestes comunitats hi tenen un paper important les espècies mediterrànies, ben adaptades a resistir el dèficit hídric estival i les temperatures altes,

com són el garric (*Quercus coccifera*), el romaní (*Rosmarinus officinalis*), el bruc d'hivern (*Erica multiflora*), la farigola (*Thymus vulgaris*), el barballó (*Lavandula latifolia*), etc. Aquestes comunitats molt probablement podran estendre's, envaint els prats secs (llostinars i joncedes seques) i guanyant terreny als boscos (alzinars i rouredes de roure martinenc dels solells més exposats) en els indrets menys favorables per als arbres. Les boixedes es troben sobretot cap al nord de la comarca, en clarianes dels boscos, en els vessants solells de les parts altes de les muntanyes, i a menys altitud barrejades amb Garrigues. El boix (*Buxus sempervirens*) no resisteix gaire bé la sequera, tal com ho demostren els efectes de les sequeres dels últims anys (1994 i 2003), que han provocat la mort de molts boixos que es trobaven en els solells més exposats, i amb sòls més prims, de la comarca. Això fa pensar que les boixedes dels indrets més exposats als efectes de la sequera podrien ser reemplaçades pel garric, en condicions d'intensificació del dèficit hídric.

Sobre substrats silícis, la reducció de la humitat ambiental i l'augment de l'estrès hídric a l'estiu afectarà negativament a les landes de bruguerola (*Calluna vulgaris*), comunitat de caràcter atlàntic que trobem a les zones de muntanya amb clima temperat i humit, com són algunes àrees del Collsacabra damunt de sòls descarbonatats (pla d'Aiats i de Cabrera, carenes de Rupit-el Far...), o a les Guilleries i al Montseny (pla de la Calma). La regressió d'aquestes brolles d'ambients més humits afavorirà l'expansió de les brolles d'estepes i brucs (*Cistus salvifolius*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*...), comunitats marcadament mediterrànies, ben adaptades a resistir l'estrès hídric estival, les quals també estaran afavorides per l'increment previst dels incendis. Actualment aquestes brolles ocupen poca extensió; les trobem sobretot a les clarianes dels alzinars i pinedes, sobre sòls descarbonatats, i on ocupen més extensió és a l'àrea de Taradell-Seva afectada per l'incendi de l'any 1983.

Els matollars mediterranis poden tenir també altres efectes en el canvi climàtic. Per una banda el fet de ser comunitats formades per plantes que acumulen quantitats importants de necromassa podrà afavorir el risc d'incendi i també la seva propagació, i per l'altra són comunitats que alliberen quantitats importants de COV (compostos orgànics volàtils) a l'atmosfera.

De totes maneres les relacions entre els diferents tipus de matollars i el clima són molt variades i per tant cal preveure respostes variades al canvi projectat segons les situacions particulars de cada lloc.

c. Comunitats herbàcies: prats i pastures

En el conjunt de la comarca d'Osona hi ha una gran diversitat de comunitats vegetals herbàcies: mediterrànies, submediterrànies, centreeuropees i alpines (a les parts altes del Montseny), que es distribueixen seguint la diversitat topogràfica i climàtica que hi ha en el conjunt de la comarca.

La disponibilitat d'aigua és un dels principals factors limitants i condicionants de la composició florística dels prats i pastures. Hi ha una transició gradual de comunitats herbàcies seguint un gradient d'humitat, des de les més mesòfiles, de caràcter centreeuropeu, amb requeriments hídrics importants, pròpies dels ambients més humits, com són els prats de dall i les pastures mesòfiles de muntanya, fins a les més seques, de caràcter mediterrani, com són els llistonars i els prats d'annuals, ben adaptats a resistir les temperatures altes i el dèficit hídric que hi ha sobretot a l'estiu. Entre aquests dos extrems hi ha una bona representació dels prats submediterranis, com són les joncedes, amb menys requeriments hídrics que els prats mesòfils i menys resistents a la sequera que els prats mediterranis.

Els efectes del canvi climàtic sobre la vegetació herbàcia vindran determinats sobretot pels canvis en la disponibilitat d'aigua, que comportarà canvis importants en la composició flo-

rística i el desplaçament de les comunitats mesòfiles per les xeròfiles. Alhora, però, els canvis que es produiran estaran també molt relacionats amb els canvis d'usos del territori, sobretot amb la ramaderia extensiva. L'extensió actual que presenten la majoria de comunitats herbàcies de la comarca ve determinada pel seu ús com a pastura pel bestiar oví i boví. La reducció de la pastura porta a una reducció de la seva superfície i a la colonització de l'espai per les comunitats arbustives. Per contra, l'excés de pastura comporta una reducció del recobriment vegetal que pot acabar amb un augment important de l'erosió i pèrdua de sòl, a més de la pèrdua de la diversitat florística. En les noves condicions climàtiques, més àrides, aquests efectes negatius de la sobrepastura es poden accentuar.

Les principals tendències de canvi que es poden preveure en les comunitats herbàcies es poden resumir en:

- Canvis en la composició florística de les pastures, amb un augment de la presència d'espècies mediterrànies, més resistents a la sequera, a costa de la reducció de les plantes centreeuropees amb necessitats hídriques superiors. Aquests canvis en la composició florística pot portar a una substitució gradual de les comunitats mesòfiles per les més xeròfiles.
- Reducció de l'extensió de les pastures mesòfiles de caràcter centreeuropeu: prats de muntanya i prats de dall.
- Substitució gradual i reducció de l'extensió de les joncedes mesòfiles, amb requeriments hídrics superiors, per les joncedes seques i els llistonars, que poden resistir millor els períodes de sequera.
- Augment de la presència de plantes anuals a les pastures. Les plantes anuals estan ben adaptades a resistir el fort dèficit hídric que es produeix a l'estiu en els ambients mediterranis, reduint el cicle biològic al període que hi ha aigua disponible i passant l'època desfavorable, en aquest cas l'estiu (temperatures molt altes i sense disponibilitat d'aigua), en fase de llavor (estat latent i deshidratat).

- Expansió de les comunitats de plantes mediterrànies que tenen una proporció important de plantes anuals. Actualment aquestes comunitats estan poc representades a la comarca, i es troben localitzades en zones de sòls prims, amb poca capacitat de retenció d'aigua i que pateixen un fort estrès hídric a l'estiu i al final de la primavera. L'augment d'aquestes condicions en l'escenari previst del canvi climàtic fa preveure una expansió d'aquestes comunitats.
- Les espècies vivaces més resistents a la sequera, com el llistó (*Brachypodium retusum*), podran desplaçar a les mesòfiles i menys tolerables del dèficit hídric com el fenàs (*Brachypodium phoenicoides*).

En general hi haurà una reducció de la diversitat de comunitats herbàcies, en el sentit que les comunitats xeròfiles de caràcter mediterrani esdevindran cada vegada més abundants en el paisatge, a costa de la reducció de les comunitats mesòfiles centreuropees, les quals quedaran reduïdes a les àrees on es puguin mantenir nivells d'humitat ambiental i edàfica més elevada.

3. Mesures d'adaptació i mitigació

Algunes de les mesures que es proposen per tal de reduir els efectes del canvi climàtic sobre la flora i la vegetació i en els ecosistemes terrestres en general són les següents:

- a. Reduir la fragmentació que presenten actualment els ecosistemes naturals, per tal de reduir la magnitud dels efectes del canvi climàtic. L'existència d'ecosistemes continus no pertorbats permetrà la migració de les espècies per adaptar-se al canvi climàtic i alhora garantir la conservació de la biodiversitat.

- b. Augmentar la superfície d'espais naturals protegits i la seva connexió mitjançant corredors biològics que permetin la migració natural de les espècies.
- c. Evitar la sobreexplotació de boscos i de pastures, la qual comporta una pèrdua important de la diversitat florística i pot incrementar i accelerar els efectes de l'aridesa, en el sentit d'augmentar el risc d'erosió i pèrdua de sòl.
- d. Incrementar els esforços per millorar el coneixement dels sistemes naturals de la comarca i dels efectes del canvi climàtic a nivell d'espècies, comunitats i ecosistemes.
- e. Conscienciar la població dels efectes del canvi climàtic, i de la importància que té de cara a garantir la conservació de la biodiversitat no només a nivell comarcal sinó també a nivell regional i mundial.

Referències bibliogràfiques

- BOLÒS, O. «La vegetació d'Osona, una riquesa que cal que no es perdi». *Ausa* [Vic] XII/117 (1986), p. 141-148.
- BOLÒS, O. *La vegetació del Montseny*. Barcelona: Diputació de Barcelona, 1983.
- CASAS, C.; NINOT, J. M. «Relación entre microclima y vegetación pratense en la Plana de Vic». *Cataluña Ecologia Mediterranea*, 25 (1999).
- CASAS, C.; NINOT, J. M. «Correlation between species composition and soil properties in the pastures of Plana de Vic». *Act. Bot. Barc.* [Barcelona] (2003).
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; MORENO, J. C. «Impactos sobre la Biodiversidad Vegetal». A: MORENO, J. M. (coord.). *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 2005.

- FONT, X. *Mòdul Flora i Vegetació. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya*. Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona.
<http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>.
 (10/01/2006).
- GRACIA, C.; SABATÉ, S.; SÁNCHEZ, A. «El cambio climático y la reducción de la reserva de agua en el bosque mediterráneo». *Ecosistemas* (2002/2).
- GRACIA, C.; SABATÉ, S.; SÁNCHEZ, A. «Likely effects of climate change on growth of *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* and *Fagus sylvatica* forests in the Mediterranean region». *Forest Ecology and Management* (2002).
- GUÀRDIA, R.; CASAS, C.; NINOT, J. M. «Phenological patterns and scrubs of Catalonia». *Acta. Bot. Barc.*, 45 (Homenatge a Oriol de Bolòs) (1998).
- IPCC. *Tercer Informe de Evaluación. Cambio Climático 2001, Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Suïssa, 2001.
- LLEBOT, J. E.; QUERALT, A.; RODÓ, J. (ed.). *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans / Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, 2005.
- PEÑUELAS, J.; FILELLA, I.; COMAS, P. «Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region». *Global Change Biology* (2002).
- PEÑUELAS, J.; BOADA, M. «A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain)». *Global Change Biology* (2003).
- PEÑUELAS, J.; FILELLA, I.; ZHANG, X.; LLORENS, L.; OGAYA, R.; LLORET, F.; COMAS, P.; ESTIARTE, M.; TERRADES, J. «Complex spatiotemporal phenological shifts as a response to rainfall changes». *New Phytologist* (2004).
- PEÑUELAS, J.; FILELLA, I.; SABATÉ, S.; GRACIA, C. «Sistemes naturals: ecosistemes terrestres». A: LLEBOT, J. E.; QUERALT, A.; RODÓ, J. (ed.). *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans / Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, 2005.
- SANZ-ELORZA, M.; DANA, E. D.; GONZÁLEZ, A.; SOBRINO, E. «Changes in the high-mountain vegetation of the Central Iberian Peninsula as a probable sign of Global Warming». *Annals of Botany* (2003).
- VALLADARES, F.; PEÑUELAS, J.; CALABUIG, E. «Impacto sobre los ecosistemas terrestres». A: MORENO, J. M. (coord.). *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 2005.

SÒLS

Ester Vinyeta i Puntí és llicenciada en Biologia. Ha estat professora de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Vic (UVic) del 1990 al 2002, en els estudis d'Enginyeria Tècnica Agrícola i Màster de Medi Ambient. Ha participat en diversos estudis sobre sòls agrícoles d'Osona que ha portat a terme la Universitat de Vic conjuntament amb diverses institucions públiques. És membre del Grup de Naturalistes d'Osona.

1. Introducció

1.1. El sòl i les seves funcions

El sòl és la interfase dinàmica entre la roca (litosfera), l'aire (atmosfera) i l'aigua (hidrosfera) i és l'hàbitat dels organismes terrestres (biosfera). El sòl, com qualsevol altre compartiment ambiental, es veu afectat pel clima i pels canvis que aquest pugui sofrir en el decurs del temps. És un sistema obert, amb entrades i sortides de matèria i energia, els límits del qual són, no obstant això, difícils de definir, atès que es tracta d'un continuum. Queda molt clar que el sòl no és un dipòsit o un material geològic (PORTA, 1985).

Les **funcions** que demanem al sòl són moltes i de gran repercussió sobre la resta del medi ambient. Aquestes es poden resumir en:

a) *Funció ecològica:*

- regulació ecosistèmica: retenció, filtració i transformació de substàncies i/o compostos orgànics i inorgànics.
- com a hàbitats d'organismes.
- com a reservori genètic per mantenir la diversitat biològica.

b) *Funció social / econòmica:*

- producció d'aliment, base per als habitatges i xarxa viària.

c) *Funció històrica:*

- el sòl conté restes de la història natural i de la humanitat.

1.2. Vulnerabilitat i degradació del sòl

S'ha donat molt poca atenció al sòl en comparació als altres àmbits de protecció ambiental, com ara les aigües, l'aire, la flora

i la fauna, el transport i gestió de productes químics, la gestió de residus industrials i agrícoles...; però en canvi no hi ha cap llei ni directiva europea que constati la necessitat de protegir el sòl. Hi ha probablement moltes raons que ho expliquen. Algunes d'elles podrien ser:

- Els canvis en el sòl i la seva degradació són menys aparents que en d'altres compartiments ambientals ja que els períodes de temps en què es produeixen són molt llargs i per tant l'aparició del canvi es fa evident molt lentament.
- Com que la composició del sòl és molt heterogènia i difereix molt d'una àrea a una altra, generalment els requeriments de control i protecció aplicables han de ser molt diferents.
- Els sòls es consideren propietat privada i el públic en general està poc conscienciat que el sòl és un recurs limitat que cal protegir.

Les funcions del sòl es poden veure alterades per pressions aplicades al sòl:

- a) *Físiques*: erosió per l'aigua i el vent, compactació, impermeabilització i/o segellament.
- b) *Químiques*: excés de nutrients i contaminació per substàncies des d'una font concreta o per deposició atmosfèrica.
- c) *Biològiques*: contaminació per organismes patògens i altres agents infectius, incloent-hi organismes modificats genèticament.

Aquestes alteracions produïdes en gran part per l'acció de l'home poden comportar alhora un risc per a l'home i per al medi ambient.

A la taula 1 s'exposen els processos o components que poden veure's afectats per les alteracions provocades per l'home i en part pel canvi climàtic. També s'hi detalla el grau de vulne-

rabilitat del sòl enfront d'aquests canvis, l'escala temporal del canvi i la incidència a Osona.

Taula 1. Processos que poden afectar la vulnerabilitat del sòl. S'ha ordenat en ordre creixent en funció dels anys que calen perquè es manifesti el canvi en el sòl.

Processos o elements que afecten sobre la vulnerabilitat del sòl	Vulnerabilitat	Escala Temporal Anys	Afecta Osona?
Salinització	++	0,1-10	NO ???
Activitat biològica i biodiversitat	+++	1-10	SÍ
Estabilitat estructural i retenció hídrica	++	1-10	SÍ
Pèrdua de matèria orgànica del sòl	+++	1-25	SÍ
Compactació del sòl	++	5-50	SÍ
Quantitat i qualitat de C i N emmagatzemat al sòl	+++	5-50	SÍ
Erosió per l'aigua i el vent	+++	10-50	SÍ
Nivell de nutrients	++	10-100	SÍ
Anegament de sòls deltaics	++	50-200	NO
Modificació de la composició de la fracció mineral	+	>200	SÍ
Modificació de la textura	+	>1000	SÍ

Font: elaboració pròpia a partir d'ALCAÑIZ (2005).

D'entre tots aquests processos podem destacar com un dels més importants l'erosió del sòl, que alhora es veu afectat per la pèrdua de matèria orgànica del sòl, la pèrdua d'estructura i la

compactació. D'entre les activitats antròpiques que més incideixen en l'erosió, i que no es deuen únicament al canvi climàtic però que el poden agreujar, podem destacar:

- La impermeabilització de sòls, tant per la construcció de nova xarxa viària com per la creació de polígons industrials, urbanitzacions...
- L'ús de maquinària pesada en les feines agrícoles. Segons dades del Cens Agrari, l'any 1982 el 92,78% dels tractors eren de 80CV o inferior i només un 7,2% tenien una potència superior a 80CV. Les dades del 1999 indiquen un increment de la potència i per tant de les dimensions i el pes dels tractors, essent un 17,43% superior a 80CV.
- Feines de conreu destructives.
- Monocultius (principalment de blat de moro).
- Eliminació de marges entre els camps.
- Sòls nus durant les èpoques de pluja.

Convé remarcar que la Política Agrària Comunitària (PAC) va incentivar la productivitat agrària durant els últims quaranta anys fomentant les activitats que hem mencionat sense tenir en compte la conservació del sòl.

1.3. El paper dels sòls en el flux de gasos amb efecte hivernacle

El canvi climàtic es defineix com el conjunt d'alteracions en el sistema climàtic produïdes per l'emissió a l'atmosfera de gasos amb efecte hivernacle com a conseqüència de l'activitat humana.

Els components gasosos de l'atmosfera que es consideren amb efectes sobre el canvi climàtic i que, per tant, estan regulats pel Protocol de Kioto són: diòxid de carboni (CO₂), metà (CH₄), òxid de nitrogen (N₂O), hidrofluorocarbonis (HFCs), perfluorocarbonis (PFCs) i hexafluorurs de sofre (SF₆).

Segons la Unió Europea, durant l'any 2001 les emissions de gasos amb efecte hivernacle van ser degudes al sector energètic (un 82%), l'agricultura (10%), els processos industrials (6%), els residus (5%), els dissolvents i altres productes (1%). Pel que fa al sector agrícola, el 5% es deu a N₂O i el 4% a CH₄.

El sòl és un embornal o reservori de carboni i nitrogen com a part del cycle natural d'aquests elements. Segons això pot tenir un paper molt important en l'emissió, retenció i transformació del CO₂, CH₄ i N₂O, però en canvi no sembla que tingui un paper gaire rellevant pel que fa als gasos d'origen estrictament industrial, com els HCFC, PFC i SF₆.

El cas del carboni (C)

Centrant-nos en el cas concret d'Osona, les principals activitats antròpiques que afecten el cycle del C del sòl i els processos que se'n veuran afectats són:

- Desforestació i llaurat (mineralització, erosió i rentat del C orgànic —emissions de CO₂— i erosió del C inorgànic —en forma de partícules sòlides—).
- Reg (Humificació C orgànic, dissolució de carbonats).
- Fertilització (Mineralització —emissions de CO₂— i humificació i agregació — entrades de fertilitzants orgànics amb alta C/N com ara fems, compost...—).

En canvi, no són importants altres activitats descrites a Catalunya (ALCAÑIZ, 2005) com ara el drenatge de sòls orgànics, les esmenes de sòls sòdics, encalçats i agricultura d'inundació.

No hi ha dades reals dels fluxos de C orgànic i C inorgànic dels sòls d'Osona.

El cas del nitrogen (N)

Les principals entrades de N al sòl són gràcies als fertilitzants minerals i orgànics, a la mineralització de la matèria orgànica del sòl i a la deposició atmosfèrica de NH_4 i NO_3^- (a Catalunya es considera que és de 5 a 25 kg N ha⁻¹ any⁻¹).

Pel que fa a les sortides, una part del N que entra en el sistema sòl-planta es perd cap a l'atmosfera en forma de N_2 , d'òxids de nitrogen (N_2O) i d'amoníac (NH_3) (TEIRA, 2000). La desnitrificació és el principal procés biològic pel qual el N fixat al sòl o que prové dels residus orgànics aplicats al sòl torna cap a l'atmosfera. El substrat de la desnitrificació és el nitrat (NO_3^-), i és en els sòls agrícoles on es troba en més quantitat. La variabilitat en les emissions de N_2O es deu a factors que afecten el balanç entre la reducció del nitrat fins a N_2O i fins a N_2 . N_2O i altres òxids de nitrogen contribueixen a l'efecte hivernacle i també a la destrucció de la capa d'ozó estratosfèric. Es considera que el potencial d'escalfament del N_2O és entre 200 i 300 vegades el del CO_2 .

No hi ha dades quant a les emissions de N_2O per part dels sòls agrícoles d'Osona, però a Catalunya es troben entre 125 i 389 g N- N_2O ha⁻¹ any⁻¹, que representa entre 1,7% i 13,6% del N aplicat per fertilització.

1.4. Els sòls que tenim a Osona

La comarca d'Osona està formada per una depressió, la plana de Vic, envoltada de muntanyes no gaire altes: al sud-est, la cara nord del Montseny; a l'est, les Guillerries; al nord-est, el Cabrerès o Collsacabra; al nord, el Vidranès, la vall del Ges i el Bisaura; a l'oest, el Lluçanès.

Des del punt de vista geològic, és una depressió deguda en gran part a l'erosió que forma part de la Depressió Central Catalana on hi afloren materials eocènics del Quaternari i que es

troben en una posició més o menys horitzontal amb una certa inclinació cap al nord-oest. A la part baixa de la comarca, a la Plana, hi trobem les zones més aptes per al conreu, de les quals sobresurten els turons testimoni, remanents dels materials més antics del Terciari que han resistit a l'erosió (VINYETA, 2000).

Els sòls predominants que trobem a la comarca d'Osona els agrupem en funció de la roca mare sobre la qual s'han desenvolupat. Reben noms diferents segons les classificacions més importants: per una banda la classificació d'Unitats dels Sòls de la FAO-UNESCO (1981):

Sòls sobre les margues del Coll de Malla (FMC) i de Vic (FMV)

La formació FMC, constituïda per margues gris blavoses amb intercalacions de gres fi, la trobem al sector sud-oest de la Plana. La unitat FMV aflora més extensament a tota la Plana. Són lutites més o menys carbonatades, de color gris amb gruixos de fins a 600 m. Conté molts fòssils marins. Es desengruna fàcilment. L'erosió per aigua de pluja d'aquestes margues ha originat els turons testimoni en les zones planes i els xaragalls en els pendents (Gurb, Malla...).

Sobre els turons podem destacar-ne els sòls anomenats *rendzines* i *sòls bruns calcaris*, prims, rics en calci i magnesi i matèria orgànica. Aquests sòls els trobem a les parts altes dels vessants dels costers i turons més alts de la comarca. Aquests sòls són de coloracions grisesques, grogues i bruns clars. Convé destacar que entre les margues hi ha intercalacions de calcàries de precipitació química o biològica. Tant els sòls esmentats com les afloracions de calcàries es poden observar per exemple als vessants de Sant Martí Xic, al solell de Sant Bartomeu, a la Creu de Gurb, a Sant Sebastià, al Castell de Tona...

En els pendents amb xaragalls (o terrers) de les zones abans mencionades i en d'altres turons de la Plana, a causa de la forta erosió es formen *regosols*, sòls molt primalls, de colors ocres,

pobres en matèria orgànica, que es disgreguen fàcilment en superfície amb una alteració química molt dèbil.

En les parts baixes dels pendents i en les planes es desenvolupen *sòls bruns calcaris* col·luvials. S'anomenen *cambisòls calcaris*. Tenen una textura argilosa o argilollimosa, amb carbonat càlcic actiu en tot el perfil, ben estructurats, de coloracions brunes-grisoses i que tenen bona reserva d'aigua, com per exemple els sòls de les parts baixes.

També podem trobar aquests sòls en les parts baixes de turons de la Plana, com el de Palau, a la part baixa del vessant de solell (CASAS, 2001). En alguns casos, sobre dipòsits col·luvials dels turons hi podem trobar *sòls bruns càlcics*, més o menys potents segons els dipòsits, sovint en indrets més plujosos que han perdut la calcària lliure.

Sòls sobre calcària de Sant Martí Xic, de Sant Bartomeu del Grau i de Collsuspina

Sobre les calcàries que trobem a les parts més altes del relleu de ponent de la comarca s'hi desenvolupen sòls sovint força diferenciats. Presenten saturació de calci i magnesi i són rics en carbonats i matèria orgànica, com els que trobàvem sobre margues. Generalment presenten en el seu màxim desenvolupament un gruix considerable d'humus i tenen estructura granular, que reflecteix la seva gran activitat biològica. Aquests sòls es donen per sobre de la calcària, que aflora al voltant dels 700 m d'altitud, als extrems de ponent de la comarca. Representen les roques marines més modernes de la comarca. A la part superior d'aquestes calcàries s'hi desenvolupen els guixos de Collsuspina.

Sòls sobre els guixos de Collsuspina (G)

Els guixos es troben per sobre del nivell de les margues de Vic, en el sector del sud-oest de la Plana. De fet afluïren des del vessant solell de Sant Bartomeu fins a Collsuspina. A sobre dels materials que contenen guixos s'hi desenvolupen *regosòls guixencs* en els pendents més aixaragallats, sense vegetació, *rendzines grises o blanques*, quan la vegetació no és gaire abundant, o *sòls bruns guixencs*, amb coberta vegetal important.

Sòls sobre la formació d'Artés

Sobre les calcàries, margues i guixos, on hi ha el conjunt de materials descrits anteriorment en aquesta formació, s'hi desenvolupen sòls de color vermell, aptes per a l'agricultura, com és el cas del pla de Sant Julià Sassorba, el pla de la Noguera, Serrat del Portell...

Sòls sobre la formació de gres de Folgueroles

Són sòls desenvolupats sobre el gres fi en alguns llocs i groller en d'altres, amb ciment calcari, de color beix-grogós.

Sòls sobre al·luvions

Els al·luvions que trobem a la comarca són materials aportats pel riu Ter i afluents, dipositats al llarg del temps en diferents nivells de terrasses, essent les més altes les més antigues (a les vores del riu) i les més baixes les més modernes. Aquests sòls s'anomenen *sòls al·luvials*. Segons la naturalesa dels materials dipositats (còdols, sorres i llims) el tipus de sòl que es desenvolupa serà diferent. Si els materials són d'origen silícic,

donen lloc a *sòls bruns càlcics*, i si són predominantment calcaris, són *sòls bruns calcaris*. D'altra banda, les terrasses han estat explotades llargament per a l'extracció de graves (per exemple a Palau, a Malars...). Aquestes graves són còdols de granit i quars majoritàriament o d'altres materials de la capçalera dels rius Ter i Freser. Els còdols més grossos s'han aprofitat en moltes ocasions per a la construcció de masies i esglésies.

Sòls sobre col·luvions

Aquests són materials procedents de les parts altes del relleu, que s'ha erosionat i han sedimentat a les parts més baixes, dels quals se'n poden distingir diferents nivells en els turons testimoni més ben conservats: a dalt de tot hi trobem sòl de color grisós, a sota llims argilosos groguencs o rogencs amb nòduls calcaris, graves de diferents mides i, a sota del tot, margues blaves alterades. Aquests turons se situen per sobre dels llits dels rius actuals. Els materials acumulats provenen de diferents indrets. Concretament, al sector de ponent de la Plana els materials són procedents de les parts altes del Lluçanès. Al sud-est podem trobar materials més fins (llims) amb nòduls calcaris d'origen pròxims, dels vessants de les Guilleries i el Montseny, que presenten coloracions vermelloses. En el cas que els materials vinguin del Cabrerès-Collsacabra, els colors són grogosos o bruns. També, sobre depòsits col·luvials-al·luvials antics es poden formar *sòls bruns calcaris* amb horitzons profunds d'hidromorfia, i s'hi aprecien taques verdoses o de color rovell. Els podem trobar, per exemple, a Granollers de la Plana.

Els sòls agraris

Considerem sòls agraris els sòls agrícoles (terres llaurades i pastures) i els sòls forestals.

L'evolució de la distribució de la superfície agrària segons les dades del Cens Agrari entre els anys 1982 i 1999 s'exposa a la taula 2. Entre els anys 1982 i 1999 hi ha un descens del total de la superfície agrària d'un 15,8%, amb un descens de terres llaurades del 9,5%, que no s'explica amb l'increment de la superfície destinada a pastures.

Taula 2. Distribució de la superfície agrària (hectàrees) a Osona. Sèrie Temporal.

Any	SAU		Terreny forestal	Altres	Total
	Terres llaurades	Pastures permanents			
1999	24.648	10.735	55.693	3.137	94.213
1989	25.366	8.284	59.697	17.255	110.602
1982	27.261	3.292	53.963	27.475	111.991

Font: Idescat. Cens agrari.

Les terres llaurades d'Osona se situen principalment a la zona plana de la plana de Vic; en general són fèrtils tant pel que fa a textura (predomini de textures franques, francoargiloses i francoarenoses), estructura i retenció d'aigua (llevat dels casos de sòls molt primalls sobre les margues), amb continguts importants d'argiles (de 10 a 25% segons la localització), ben dotats de fòsfor, potassi, calci i magnesi. El contingut de matèria orgànica varia segons la intensitat de treball agrícola i les aportacions de purins, fems i fertilitzants minerals que es fan.

A la taula 3 s'hi exposen valors representatius dels continguts d'argila de sòls agrícoles d'Osona.

Taula 3. Percentatge d'argiles de sòls agrícoles de la comarca d'Osona.

% argila d<0.002 mm	LA PLANA	LLUÇANÈS	CABRERÈS	GUILLERIES	BISAURA
MITJANA	19,58	21,39	24,13	12,11	22,96
DESV.	5,21	5,20	9,80	2,90	8,20
MÀX.	31,38	29,99	33,55	14,88	32,32
MÍN.	12,33	13,28	11,71	9,09	17,05
Nre. mostres	25	14	6	3	3

Font: SAÑA et al. (1998). SART-UVIC (1998).

El concepte de pastures és una mica vague, ja que pot donar-se la situació que es considerin com a pastures terrers i altres erms que no són aptes per als conreus. Les pastures pròpiament dites les trobem a les zones més muntanyoses de la comarca, en zones on el conreu de cereals no és viable.

Els sòls naturals d'Osona tenen nivells superiors de matèria orgànica que els sòls agrícoles (vegeu les taules 4 i 5). En els primers els valors són generalment superiors al 2%, mentre que en el cas dels agrícoles hi trobem nivells inferiors. Convé destacar que en els sòls agrícoles els valors de la relació carboni/nitrogen (C/N) es troben sempre per sota de 10, indicant nivells alts de N, poc contingut de matèria orgànica i una alta taxa de mineralització de la matèria orgànica.

Taula 4. Paràmetres fisicoquímics de sòls naturals de la comarca d'Osona.

Municipi	Color	pH (1:2,5)	% Mat. Org.	% Carbonats
Centelles	Groc-marronós	6,90	3,33	5,8
Viladrau	Marró-grogós fosc	6,38	2,82	nd

Municipi	Color	pH (1:2,5)	% Mat. Org.	% Carbonats
Prats de Lluçanès	Marró	7,77	4,53	37,2
Santa Eulàlia de Riuprimer	Marró-grogós fosc	7,98	3,69	39,9
Tavernoles-1	Marró-vermellós	7,72	5,42	13,8
Tavernoles-2	Marró-vermellós	7,61	6,44	7,3
Alpens	Marró pàl·lid	7,68	4,28	4,59
Les Masies de Voltregà	Marró	7,71	6,05	18,5
MITJANA		7,46	4,57	18,15

Font: FERNÁNDEZ, L. (2004).

Taula 5. Paràmetres fisicoquímics de sòls agrícoles de la comarca d'Osona.

Subcomarca	pH 1:2,5	CE1: 5	C org.	Mat. Org.	Carbo- nats	N	C/N	P ₂ O ₅
n=51		dS/m	%	%	%	g/kg		mg/kg
Plana de Vic n=25	8,07	0,14	0,88	1,51	23,62	1,50	5,82	59,82
Lluçanès n=14	8,14	0,14	1,02	1,76	24,53	1,47	6,96	11,07
Cabrerès n=6	8,01	0,18	1,20	2,07	23,46	1,64	7,32	29,17
Guilleries n=3	6,50	0,05	0,45	0,77	nd	1,30	3,46	15,00
Bisaura n=3	7,72	0,16	1,95	3,35	17,47	2,67	7,30	4,28
MITJANA	7,69	0,13	1,10	1,89	22,27	1,72	6,17	23,87
MÀX.	8,43	0,27	2,61	4,50	59,05	3,69	7,32	167,48
MÍN.	6,27	0,07	0,25	0,61	0,00	1,07		2,10

Font: SAÑA et al. (1998). SART-UVIC (1998).

2. Impactes del canvi climàtic a la comarca d'Osona

És molt difícil fer un pronòstic sobre els efectes del canvi climàtic sobre els sòls per la gran variabilitat de sòls existents a la comarca i la molt escassa informació de base existent sobre els sòls d'Osona. No existeix cartografia de sòls de la comarca.

L'efecte més acceptat del canvi climàtic sobre el medi és la modificació del règim de temperatura (increment), que no implica necessàriament una reducció del total de precipitacions. La conseqüència de l'increment de temperatura serà una pèrdua de reserva d'aigua del sòl, i com a conseqüència un increment de l'aridesa del sòl. També, en reduir-se el contingut d'aigua del sòl, incrementa la seva concentració en sals minerals i, per tant, la salinització (sempre i quan hi hagi dipòsits de sals en profunditat). Tant la pèrdua d'aigua del sòl com la salinització portaran inevitablement a una reducció de la coberta vegetal i de la microflora del sòl i a una desertització. Això, juntament a un increment de la mineralització de la matèria orgànica del sòl portarà a una pèrdua de matèria orgànica total, provocant un efecte negatiu sobre les propietats físiques del sòl com ara la reducció de l'estabilitat estructural i el consegüent risc d'erosió.

Aquests efectes del canvi climàtic seran menys forts en el cas de sòls profunds amb textura fina (argilosa o llimosa), amb més continguts d'argiles i més capacitat de retenció d'aigua. També, quant més profunds siguin els sòls tindran més reservori de C i, per tant, més capacitat esmorteïdora del canvi. De forma oposada, els sòls primalls (sòls joves o bé sòls molt degradats) podran acumular poc C i N, i són els que presentaran una taxa d'emissió més alta, ja que la constant de mineralització és superior.

A part de la profunditat dels sòls, cal dir que els sòls que presentin més contingut d'argiles també tindran més capacitat d'acumular C, essent el temps de residència del C més alt en els sòls amb més argiles i que a més tinguin una capacitat d'intercanvi catiònic (CIC) superior. Convé destacar que les argiles

més comunes als sòls de la comarca d'Osona són il·lites amb una CIC relativament baixa.

Els sòls amb continguts importants de calci (Ca), com és el cas dels sòls d'Osona, són més estables gràcies a la capacitat d'agregació d'aquest element.

3. Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca

Les mesures directes sobre el sòl que es proposen per tal de mitigar els efectes del canvi climàtic a Osona en referència als sòls, i d'acord amb els criteris exposats per Alcañiz (2005) són:

- Minimitzar les emissions de N (principalment N_2O). Això implica que cal fer una gestió molt ben feta del sòl i de la fertilització agrícola, perquè hi ha el perill de provocar grans emissions de gasos en el cas que s'apliquin en excés fertilitzants o residus orgànics amb C orgànic poc estable i amb alt contingut de formes minerals (fangs, RSU i purins) que provoquin un increment de les taxes de mineralització. Per evitar l'emissió de N_2O és imprescindible maximitzar l'eficiència d'ús del N, procurant que no hi hagi excés de NO_3^- i menys encara en condicions de molta humitat del sòl (època de pluja, reg...).

Altres propostes d'actuació:

- Realització de mapes de sòls de la comarca d'Osona. En aquests moments només s'han publicat els mapes de sòls d'alguns municipis de la plana de Lleida (aquells que estan afectats pel regadiu), part de la Garrotxa, del Pla de l'Estany, Gironès, Empordà i part del Delta de l'Ebre.
- Establir programes d'estudi, monitoratge i control dels sòls com ja existeixen en l'àmbit de control atmosfèric i de l'aigua. Caldria disposar d'estacions de control dels sòls per tal de poder avaluar els canvis en les propietats

- físiques i químiques, així com estudiar els fluxos de C i N.
- Aplicació real i eficient del Codi de Bones Pràctiques Agràries en relació al Nitrogen.
- Desenvolupar normatives de protecció del sòl tant a nivell local com nacional i/o internacional; fins al moment només es té en compte el sòl en la legislació vigent d'aplicació de residus, en la qual es limita la quantitat d'aplicació de residu en funció del contingut de metalls pesants.
- Establir mecanismes de cooperació per a l'estudi i el control dels sòls de la comarca entre les diferents institucions: Universitats i Centres de Recerca, Ajuntaments, Consell Comarcal d'Osona i Generalitat de Catalunya (Dep. d'Agricultura, Ramaderia i Pesca i Dep. de Medi Ambient).

Referències bibliogràfiques

- ALCAÑIZ, J. M.; BOIXADERA, J.; FELIPÓ, M. T.; ORTIZ, O.; POCH, R. M. «El paper dels sòls de Catalunya en el canvi climàtic». A: *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: IEC / Generalitat de Catalunya, 2005.
- BUSQUETS, P.; DOMÍNGUEZ, A.; VILAPLANA, M. *Geologia d'Osona*. Vic: Eumo Editorial, 1979. (Complements, 1)
- CASAS, C. *Estudi tipològic, ecològic i funcional de les pastures de la Plana de Vic*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona, 2001.
- FERNÁNDEZ, L. *Distribució d'elements traça en sòls de la Catalunya Central*. Memòria Projecte Final de Carrera. ETSEIB (UPC), 2004.
- GIRBAU, J.; JOSA, R. «Estabilitat estructural i erosió en sòls d'ús agrícola de la Plana de Vic». A: *Comunicacions VI Seminari de Gestió Ambiental de la ICHN-Planificació i Gestió de les Planes Interiors: El cas de la Plana de Vic*. Vic, 2000.

- ORTIZ, O.; ALCAÑIZ, J. M. «Transcatalonia 2002. Els sòls de les muntanyes de Prades i del sector SE d'Osona». *Quaderns Agraris*, 28 (2003).
- PORTA, J. «Sòl». A: SERRAT, D. (coord.). «Recursos i riscos geològics». A: FOLCH, R. (dir. gen.). «Recursos geològics i sòl». A: *Història Natural dels Països Catalans*, 3. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, SA., 1985.
- REGUANT, S.; BUSQUETS, P.; VILAPLANA, M. *Geologia de la Plana de Vic*. Vic: Patronat d'Estudis Osonencs, 1986. (Osona a la Butxaca, 9)
- SAÑA, J.; CASAS, C.; ESPONA, J.; VINYETA, E. *Estudi de la capacitat d'assimilació de purins porcs dels sòls de la comarca d'Osona*. Memòria inèdita de SART-UVIC per encàrrec d'Assaporc, sota conveni amb Junta de residus del Departament Medi Ambient i el Consell Comarcal d'Osona, 1998.
- SAÑA, J. *La gestión de la fertilidad de los suelos*. Madrid: MAPA, 1998.
- TEIRA, M. R.; CLEEMPUT, O. V.; PORTA, J. «Emissions d'òxid nítrós (N₂O) de sòls calcaris semiàrids en reg». A: *Comunicacions VI Seminari de Gestió Ambiental de la ICHN- Planificació i Gestió de les Planes Interiors: El cas de la Plana de Vic*. Vic, 2000.
- VINYETA, E. «El sòl». A: PONCE, S. (coord.). *Gurb. Un poble arrelat a la terra*. Gurb: Ajuntament de Gurb / Edicions l'Àlber, SL, 2002.
- VINYETA, E. «Els sòls agrícoles a la Plana de Vic». A: *Comunicacions VI Seminari de Gestió Ambiental de la ICHN-Planificació i Gestió de les Planes Interiors: El cas de la Plana de Vic*. Vic, 2000.
- VINYETA, E.; CASAS, C.; ESPONA, J.; SAÑA, J. «Aproximació a les característiques físico-químiques dels sòls agrícoles de la comarca d'Osona». A: *Comunicacions VI Seminari de Gestió Ambiental de la ICHN-Planificació i Gestió de les*

Planes Interiors: El cas de la Plana de Vic. Vic, 2000.

VINYETA, E.; CASAS, C.; ESPONA, J. *Estudi de les pràctiques de fertilització i dels nivells de nitrats en la Zona Vulnerable 3 (Osona)*. Memòria inèdita del Projecte «Coneixement i Gestió sostenible dels sòls agrícoles de la comarca d'Osona» del Grup de Recerca de Medi Ambient de la UVIC en el marc del Conveni Universitat de Vic-Darp 2001.

RESIDUS

Jordi Codina Teixidor (Manlleu, 1965) és llicenciat en Biologia i màster en Gestió Ambiental (UB). Certificat per l'ICT en auditories ambientals a empreses i municipis. Actualment treballa com a tècnic de l'empresa La Vola des de 1989 en temes d'assessoria i enginyeria ambiental.

1. Introducció

Certes emissions de gasos produïts per l'activitat humana poden arribar a comportar canvis importants de la dinàmica climàtica global. L'atmosfera, transparent a la radiació solar incident, actua com una barrera per a la radiació terrestre, la qual és fortament absorbida gràcies a la presència de diversos gasos en la composició de l'atmosfera. Aquest fenomen s'anomena efecte hivernacle.

Dels diferents gasos d'efecte hivernacle el diòxid de carboni és el més conegut, tot i que n'existeixen d'altres que també provoquen un fenomen similar, fins i tot amb molta més intensitat. Entre aquests gasos destaquen el metà (CH_4), l'òxid nítrós (NO_2) i alguns gasos d'origen industrial, com ara el perfluorocarburi (CF_4), els hidrofluorocarburs o l'hexafluorur de sofre (SF_6), el potencial d'efecte hivernacle dels quals és molt superior al del CO_2 . Per tal de poder comparar el potencial d'escalament global de gasos diferents s'utilitza el concepte de « CO_2 equivalent». El CO_2 equivalent d'un determinat gas d'efecte hivernacle és la concentració de CO_2 que seria necessària per tenir uns efectes equivalents als que produeix aquest altre gas en un període de temps determinat.

Tot i que quan parlem de l'efecte hivernacle ens referim a un problema d'àmbit global, perquè afecta tot el planeta, l'origen del problema és a escala local. És, doncs, l'acumulació d'efectes a escala local la que genera un problema global.

Del conjunt de residus, els residus municipals i els residus ramaders són els que contenen una part més important de fracció orgànica, i com a conseqüència són els residus que més aportacions fan a les emissions de CO_2 .

A continuació fem una breu anàlisi qualitativa i una aproximació quantitativa de la contribució dels residus a l'efecte hivernacle i al canvi climàtic. Posteriorment es proposen les principals mesures o actuacions que caldria impulsar per tal de millo-

rar la gestió dels residus en relació a les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

No obstant això, els residus són fruit del metabolisme del nostre sistema i, per tant, el fons de la qüestió rau en el model de desenvolupament del nostre territori.

2. L'estat de la qüestió a Osona

2.1. Els residus municipals

La producció de residus municipals a Osona

La quantitat de residus municipals d'Osona segueix una tendència creixent. Els motius els trobem en el constant augment poblacional que té la comarca i també en l'increment continuat de la generació de residus municipals per càpita. És a dir, cada vegada hi ha més habitants i alhora a nivell individual generen cada vegada més residus.

Així, l'any 2004, els prop de 138.630 habitants de la comarca van generar un total de 65.162,6 tones de residus municipals, amb una relació aproximada d'1,3 kg/habitant i dia. Aproximadament el 45% d'aquests residus municipals, unes 29.323 tones, corresponen a fracció orgànica. Aquests residus orgànics són els que, una vegada dipositats a l'abocador, es descomponen produint biogàs que s'allibera a l'atmosfera causant emissions d'efecte hivernacle.

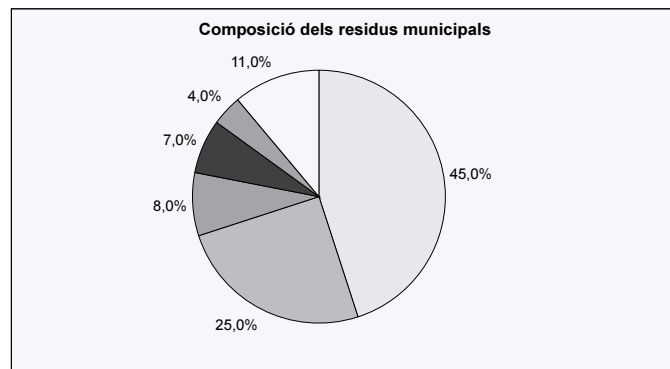


Figura 1. Composició dels residus municipals.

Encara que sigui amb un retard lamentable, alguns pobles i ciutats de la comarca han començat a implantar la recollida selectiva de la fracció orgànica.¹ Fins al moment només una petita part de la fracció orgànica segueix vies de valorització. La resta continua tenint l'abocador comarcal com a destí final. Així, l'any 2004 es van recollir de manera selectiva un total de 3.874,29 tones, que suposa el 13% del total de la fracció orgànica (5,8% respecte al total de residus municipals produïts).

L'abocador comarcal és el principal destí dels residus municipals

L'abocador comarcal d'Orís va entrar en funcionament el gener de 1995, després d'una tasca de força temps, i també de força polèmica, per trobar un emplaçament per a un abocador

1. Els municipis de la Mancomunitat La Plana (Balenyà, Calldetenes, Folgueroles, Taradell, Tona, Vildrau, Vilanova de Sau), Vic, Torelló i darrerament Roda són els que en aquests moments estant fent recollida selectiva de la fracció orgànica.

comarcal. Amb l'entrada en funcionament d'aquest nou equipament es van poder clausurar aproximadament una vintena d'abocadors municipals incontrolats existents.

Després de deu anys de funcionament, a l'abocador comarcal s'hi han dipositat prop de 437.919 tones de residus municipals. Una vegada dipositats a l'abocador els residus orgànics es descomponen lentament i generen biogàs i lixiviat. Si bé els lixiviat, o aigües residuals de l'abocador, es van controlar des d'un primer moment per tal d'evitar la contaminació de les rieres o les aigües subterrànies de l'entorn, pel que fa a les emissions de biogàs la seva gestió es pot qualificar de nul·la.



Per tal de disposar d'una aproximació de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (CO_2 i CH_4) s'ha estimat la producció de biogàs en funció de diferents paràmetres (anys d'abocament, quantitats abocades, etc.) i considerant que durant els cinc primers anys la producció de biogàs creix exponencialment fins que comença a decréixer lentament durant uns 25 anys o més.

La composició del biogàs que surt de l'abocador és en un 60% metà (CH_4) i en un 39,6% CO_2 (la resta és O_2). Si estimem que el metà té un potencial de reescalfament global 21 vegades superior al CO_2 , les emissions de CO_2 equivalent, és a dir, la

contribució de l'abocador a l'efecte hivernacle, són actualment d'unes 50.102 tones de CO_2 equivalent l'any 2004.

Amb l'entrada en funcionament de la torre de combustió del biogàs, el metà es crema i es transforma en CO_2 . Amb aquesta mesura es poden reduir les emissions de metà fins a un factor 8, fet que suposaria unes emissions finals d'unes 9.500 tones de CO_2 .

Figura 2. Estimació de les emissions de biogàs de l'abocador comarcal d'Osona.

Any	Residus abocats (tones)	Biogàs produït (m^3/h)	CH_4 (tones/any)	CO_2 (tones/any)	CO_2 equiv (tones/any)
1995	36.160				
1996	40.778	39	137	244	3.128
1997	41.782	160	563	999	12.831
1998	43.706	271	954	1.692	21.733
1999	45.611	367	1.292	2.292	29.432
2000	48.177	452	1.592	2.822	36.249
2001	44.830	530	1.866	3.309	42.504
2002	45.598	570	2.007	3.559	45.712
2003	46.306	610	2.148	3.808	48.916
2004	44.971	625	2.200	3.902	50.102

La producció de biogàs s'estima a partir de l'aplicació «Landfill Gas Emissions» (Landgem). S'estima per al CH_4 una densitat de 0,67 i una concentració del 60% i per al CO_2 una densitat d'1,8 i una concentració del 40%.

La contribució del transport de residus

El transport de residus cap a les instal·lacions de tractament i gestió amb camions també contribueix a l'efecte hivernacle.

En aquest sentit l'abocador comarcal d'Orís es troba força allunyat dels principals centres generadors de residus municipals (aproximadament a uns 20 quilòmetres de Vic). Es pot estimar que cada any els camions de recollida de residus municipals realitzen aproximadament uns 90.000 quilòmetres de desplaçaments a l'abocador (sense comptar amb els recorreguts interns en els diferents municipis), que suposen unes emissions de 174 tones de CO₂ equivalent a l'any.²

Per altra banda, la resta d'instal·lacions de recollida selectiva (planta de triatge de residus inorgànics, planta de compostatge) es troben fora la comarca, fet que suposa una despesa important en transport.

2.2. Els residus ramaders

Osona és una comarca amb una elevada activitat ramadera. Aproximadament la cabanya ramadera d'Osona produeix anualment uns 2 milions de m³ de purins i prop de mig milió tones de fems.

La major part d'aquestes dejeccions ramaderes tenen per destí final l'aplicació agrícola, bàsicament en terrenys agrícoles d'Osona, tot i que també s'apliquen en comarques veïnes (Bages, Ripollès). Les dejeccions ramaderes que no s'apliquen als conreus es porten principalment a les plantes de tractament de purins de les Masies de Voltregà i de l'Esquirol.

Abans de seguir el destí de l'aplicació agrícola o el tractament, els purins i fems, les dejeccions ramaderes, solen emmagatzemar-se alguns mesos en els dipòsits existents a les granges mateix. En aquest emmagatzematge es poden donar emissions de biogàs fruit de la seva descomposició.

Tot i la dificultat de posar una xifra a aquestes emissions, si considerem que la meitat dels purins produïts a la comarca

s'emmagatzemen un total de tres mesos les emissions de contaminants que es poden generar s'aproxima a unes 229.462 tones de CO₂ equivalent a l'any.³

Per altra banda, els elements nitrogenats dels purins són molt volàtils, i per tant també hi ha emissions de compostos nitrogenats, tant en l'emmagatzematge com en el procés d'aplicació agrícola dels purins. Tot i que els nivells d'evaporació dels purins depèn de múltiples factors,⁴ a nivell orientatiu podem estimar que el nivell d'evaporació dels compostos nitrogenats dels purins és del 20%, fet que suposa unes emissions d'amoníac i òxids de nitrogen a l'atmosfera d'un 2.000 tones/any.

Si considerem que l'òxid nítrós té un potencial de reescalfament 290 vegades superior al CO₂, podem estimar que la contribució a l'efecte hivernacle és d'un 580.000 tones de CO₂ equivalent a l'any. A més, l'òxid nítrós és un dels contaminants que desencadena la formació d'ozó troposfèric, un contaminant amb una important incidència local a Osona.

Per altra banda, a les plantes de tractament de purins de les Masies de Voltregà i de l'Esquirol tracten aproximadament uns 200.000 m³ de purins, que seguint un procés de cogeneració mitjançant gas natural generen energia elèctrica i calor que s'aprofita per a l'assecatge i la deshidratació dels purins, però produint quantitats de CO₂. Si estimem que el consum anual de gas natural és d'un 20.000 tones, les emissions per la combustió d'aquest combustible juntament amb les emissions de CO₂ dels purins que es tracten pot estimar-se en unes 40.000 tones de CO₂.

3. Per fer el càlcul s'estima que el biogàs està compost en un 55% per metà i en un 44% per CO₂, i que la seva producció és de 10,5 m³/tona de purí.

4. Per exemple, si els purins són enterrats de manera ràpida es reduiran les emissions, tot i que per contra possiblement augmentaran els nivells de contaminació de les aigües subterrànies.

2. CORINAIR90 (CORe INventory of AIR emissions methodology, 1990).

2.3. Els residus industrials

Tot i que la caracterització dels residus industrials respon al tipus d'activitat productiva que els genera, i, per tant, dins el grup dels residus industrials hi ha una àmplia gamma de residus diferents, una part significativa d'aquests són residus orgànics.

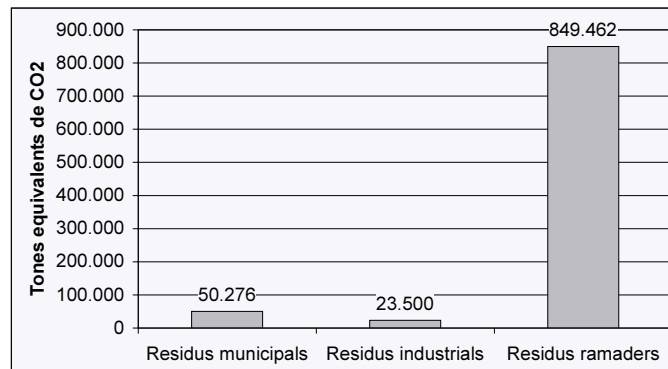
L'activitat industrial d'Osona produeix un total de 293.626 tones de residus industrials⁵ (dades de l'any 2004). D'aquestes, la indústria agroalimentària (escorxadors, sales de desfer i indústries agroalimentàries) genera unes 95.295 tones de residus animals i les depuradores (tant les municipals com les pròpies d'indústries) produeixen unes 63.636 tones de llots de depuració.

Si considerem que els residus animals s'incorporen en la seva totalitat a la cadena productiva en forma de subproductes, per la valoració de les emissions d'efecte hivernacle ens fixarem únicament en els llots de depuració. Aquests poden tenir diferents destinacions: en part són aplicats com a adob als camps de conreu; en part s'incorporen a processos de compostatge en instal·lacions de la comarca o de fora, etc.

Per al càlcul de les emissions de CO₂ podem fer una aproximació amb els residus ramaders.⁶ D'aquesta manera estimem unes emissions d'un 5.800 tones de CO₂ i 61 tones de compostos nitrogenats que en total suposen unes emissions d'un 23.500 tones de CO₂ equivalent a l'any.

5. Es tracta dels residus industrials declarats a l'Agència de Residus de Catalunya (no dels residus industrials realment produïts).

3. Una aproximació a l'efecte hivernacle dels residus



En global, les emissions de gasos d'efecte hivernacle provinents dels residus suposen unes emissions per càpita de 6,6 tones de CO₂ per habitant i any.

A partir del balanç d'emissions de gasos d'efecte hivernacle per part dels residus s'observa l'elevada incidència que tenen els residus ramaders, responsables del 92% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle atribuïbles als residus d'Osona.

4. Mesures correctores

L'estratègia general a seguir en la gestió dels residus s'hauria de basar en la prioritització de les actuacions preventives i en les estratègies que afavoreixin la reutilització i la valorització dels residus.

En relació a la gestió dels residus municipals:

- Implantar la recollida selectiva de la fracció orgànica a tots els municipis de la comarca i treballar per aconseguir els objectius de valorització establerts en el Programa de Gestió de Residus Municipals de Catalunya.

- Promoure la minimització dels residus municipals al conjunt de la ciutadania fomentant les bones pràctiques a l'hora d'anar a comprar.
- Aprofitar energèticament el biogàs de l'abocador comarcal. En una primera fase, i de manera immediata, cremant el biogàs (la combustió en torxa del biogàs pot suposar una reducció important de l'efecte hivernacle) i posteriorment amb l'aprofitament energètic del biogàs.

En relació a la gestió dels residus ramaders i llots de depuració:

- Limitar la cabanya ramadera a la comarca i fomentar la reducció en origen del volum i la càrrega orgànica dels purins (modificació de les dietes alimentàries, modificació de les pràctiques de maneig).
- Compliment del Codi de Bones Pràctiques Agràries (dosis d'aplicació, períodes d'aplicació, mesures agronòmiques...).
- Incrementar el control i la coordinació de les administracions actuants amb el sector ramader.
- Integrar el sistema de gestió del conjunt de fertilitzants agrícoles (llots de depuradores, dejeccions ramaderes, fertilitzants inorgànics).
- Promoure la implantació dels sistemes de tractament seguint els criteris tecnològics que determina l'Agència de Residus de Catalunya amb la recent guia dels tractaments de les dejeccions ramaderes. De manera prioritària es proposa potenciar la digestió anaeròbica metanogènica per tal d'aprofitar energèticament el biogàs i reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle. Aquests processos de maternització es poden dissenyar per tractar conjuntament els purins i els llots de depuració, i aconseguir percentatges més elevats de valorització de matèria orgànica.

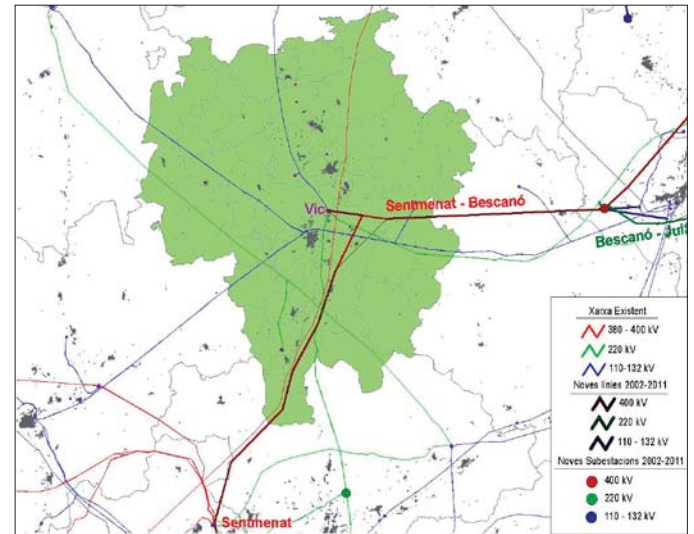
ENERGIA

Josep Verdaguer Espauella (Vic, 1970). Llicenciat en Administració i Direcció d'Empreses per la Universitat de Nancy (França), ha cursat la seva carrera entre la Universitat de Barcelona, la Universitat de Lancashire d'Anglaterra i França. Màster en Energies Renovables i Auditories Ambientals del Departament de Projectes d'Enginyeria de la UPC i la Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Adjunt a direcció i director de finances en empreses de la comarca, actualment està treballant a l'Agència de l'Energia d'Osona del Consell Comarcal d'Osona com a cap de Departament.

1. Osona respecte a Catalunya i Espanya

1.1. Infraestructures energètiques a la comarca d'Osona

Infraestructures elèctriques a la comarca d'Osona



Infraestructures de gas

Osona és una comarca amb una destacada xarxa de gasoductes que dona servei actualment a disset municipis de la comarca. Es pot dir que un 81,43% de la població de la comarca viu en municipis amb servei de gas natural canalitzat. Aquests municipis són:

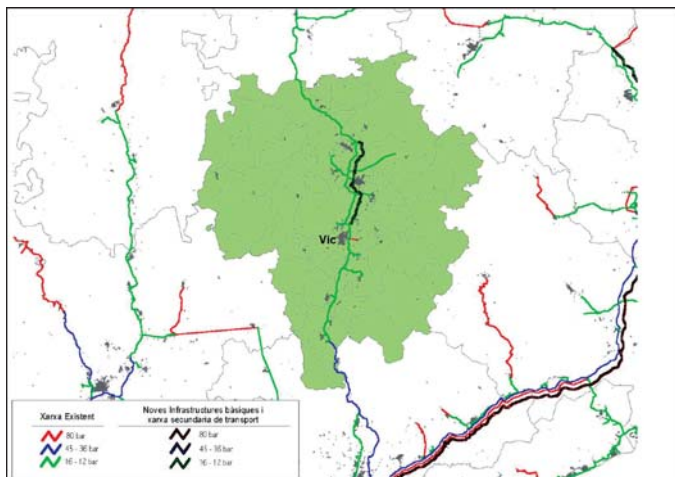
Balenyà
Centelles
Gurb
Manlleu

Sant Quirze de Besora
Santa Eugènia de Berga
Sant Martí Sescorts
Sant Vicenç de Torelló

Masies de Voltregà, les	Taradell
Montesquiu	Tona
Roda de Ter	Torelló
Sant Hipòlit de Voltregà	Vic
Sant Martí de Centelles	

Hi ha diversos municipis amb servei de GLP canalitzat, que fan augmentar fins a un 87,13% la població que viu en municipis amb servei de gas canalitzat.

Infraestructures gasistes a la comarca d'Osona



Infraestructures de productes petrolers

La comarca d'Osona disposa actualment de 41 estacions de servei. El Pla de l'Energia proposa la necessitat de dues noves estacions de servei i sis assotidors per a l'any 2010.

1.2. Producció pròpia d'energia

La comarca d'Osona depèn de tres grans grups de generació elèctrica. Les dues plantes de cogeneració per al desimpacte de purins aporten el 50% de la generació. En segon lloc per ordre d'importància se situa la hidroelèctrica, amb un 29% de la generació de les vint centrals minihidràuliques de menys de 10 kW de potència, tres centrals de mitjana potència i una de gran potència, 56 MW, que és la de Sau. En tercer lloc, la cogeneració de set empreses (amb dades del 2003) aporta el 21% de la generació. Finalment, la generació a través de panells fotovoltaics aporta el 0,1% de la producció. De les tres fonts citades, les que no participen en l'alliberament de gasos d'efecte hivernacle són la hidroelèctrica i la fotovoltaica (a part de la tèrmica). Si bé les plantes de cogeneració representen una millora significativa en l'eficiència energètica.

Respecte als altres tipus de generació vegeu la figura següent:

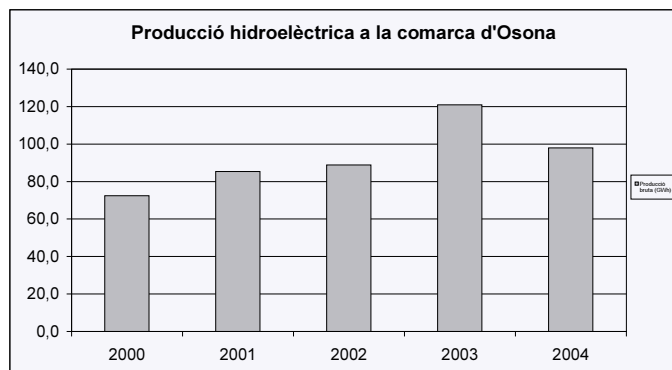
2003	Potència instal·lada (kW)	Generació (GWh)	% en Generació
Hidroelèctrica	65.601	121	28,5970%
Fotovoltaica (2004)	435	0,479	0,1132%
Cogeneració	47.212	91	21,6031%
Cogeneració per purins	29.280	210	49,6867%
Solar tèrmica	1.120		

Figura 1: Instal·lacions de producció d'energia elèctrica a la comarca d'Osona.¹

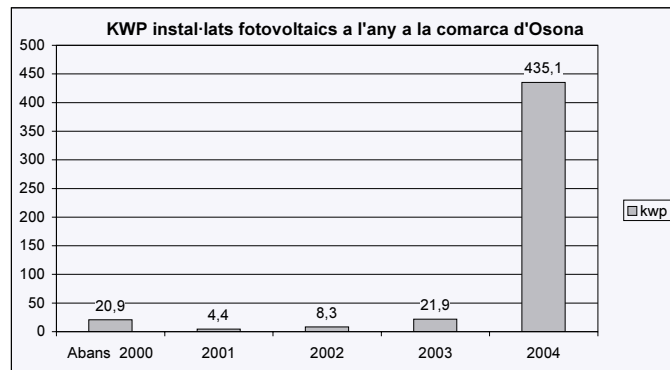
Les dades de producció d'energia elèctrica procedent de les centrals hidràuliques representen el 29% de la producció elèctrica.

1. La solar tèrmica no genera elèctricitat, per això només apareix en el recompte de potència instal·lada.

ca a la comarca. Aquesta ha anat en augment a partir del moment que han estat uns anys favorables de precipitacions i a més a més hi ha hagut modernitzacions o posades en funcionament de petites centrals minihidràuliques que han permès incrementar les seves produccions. També s'ha de dir que les produccions han baixat sobretot en la minihidràulica el darrer any, el 2004, a causa d'una sequera important. Comparativament, la producció de la gran hidràulica (Sau) no ha baixat tant gràcies a la seva gran capacitat d'emmagatzematge.



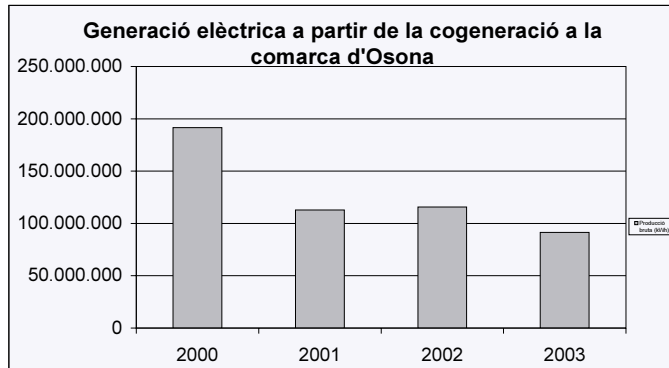
Pel que fa a la producció en règim especial fotovoltaic, s'ha anat incrementant espectacularment aquests darrers anys i s'espera un creixement molt espectacular per al 2005. Tot i que representa una petita part en l'aportació d'energia elèctrica a la comarca, les previsions són que en el 2005 es dupliquin o es triplicuin els actuals 435 kWp instal·lats.



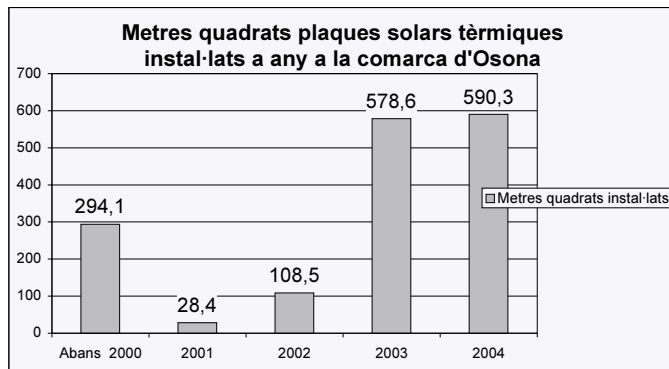
No entrarem en el camp de la biomassa ja que no hi ha dades del seu ús tèrmic. I les centrals de biomassa que hi ha a Osona tampoc generen energia elèctrica. Pel que fa a l'energia geotèrmica, a finals d'any existien dues o tres instal·lacions particulars que en cap moment afecten els nostres càlculs. Respecte a l'energia eòlica només existeixen molins per al bombeig d'aigua, ja que la comarca d'Osona no disposa de les condicions idònies per a altres tipus de molins.

La cogeneració a la nostra comarca ha anat a la baixa per elements diversos, com la manca d'interès, amb uns preus de gas cars, i l'aturada de diverses plantes com la de Puigneró a Sant Bartomeu del Grau. Tot i que continua essent una opció molt vàlida per millorar l'eficiència energètica, la cogeneració ha de canviar el context de remuneració i se l'ha de potenciar.

Respecte a la cogeneració per desimacte de purins, les dues plantes de tractament representen el 50% de la producció elèctrica comarcal. Aquesta proporció pot incrementar-se en funció de les quantitats de tractament de residus de les plantes. El rendiment global d'aquestes instal·lacions, però, és molt baix si es considera tot el procés.



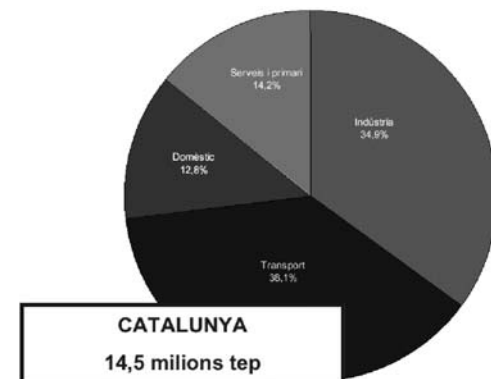
Finalment, tot i que no són generadors d'energia elèctrica, els captadors solars tèrmics representen una oportunitat important en l'estalvi d'energia per a la generació de calor. Aquesta tecnologia està tenint un creixement espectacular a les nostres contrades en superfície instal·lada.



Segons el Pla de l'Energia, el consum elèctric per família és d'uns 3.370 kWh, amb una unitat familiar composta per 2,7 persones. Si la població de la comarca l'any 2003 estava entorn dels 150.000 habitants, el consum només domèstic comarcal estava sobre els 187 GWh. La perspectiva a l'horitzó del 2030 és que aquesta proporció baixi a unes 2,3 persones, la qual cosa ja ens posa sobre uns 168 GWh de consum comarcal domèstic.

1.3. Estructura de l'actual consum energètic a Osona

La primera valoració respecte a la part de culpabilitat de l'ús de l'energia en el canvi climàtic, és que aquesta hi participa en un 70%, o sigui amb 37.359 tones equivalents de CO₂. A partir d'aquí, segons l'actual Pla de l'Energia, a Catalunya el sector industrial i el sector del transport són els grans devoradors energètics finals. A manca de dades concretes de la comarca d'Osona, podem intuir, tot i conservant els percentatges de consums d'energia primària, que s'hi consumeixen uns 342 kTep, o sigui el 2,4% dels consums finals a Catalunya. D'aquests, un 35% pertoca a la indústria, un 38% al transport, un 14% al sector serveis i primari i finalment un 13% al consum domèstic.



1.4. Emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) derivats dels consums a Osona

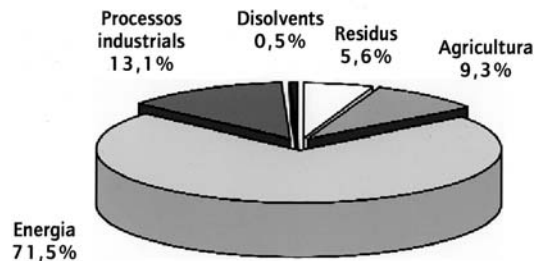
Quan passem aquestes dades a tones equivalents de CO₂, l'energia n'és l'origen en un 70%. En kt de CO₂ això representa l'alliberament de 36.348 kt² (any 2000). D'aquest, en base 100, el transport continuaria representant el màxim causant de les emissions de GEH amb un 39%, seguit per la indústria, amb un 32%, i finalment el sector serveis, primari, habitatge i transformació a energia elèctric, la resta.

Taula 2.2. Prospectiva comparativa d'emissions de CO₂ per sectors a nivell internacional.

Emissions de gasos d'efecte hivernacle (kt CO ₂ equivalent)				
Catalunya	1990	1995	2000	2001
Processament de l'energia	26.458,7	32.782,5	36.349,8	37.359,1
Processos industrials	4.819,0	7.282,2	9.372,4	6.865,5
Ús de dissolvents i altres productes	236,6	228,7	290,4	279,0
Agricultura	4.280,0	4.371,4	4.932,4	4.848,4
Tractament i eliminació de residus	1.338,4	2.018,5	2.749,7	2.918,4
TOTAL	37.132,7	46.683,3	53.694,7	52.270,4
Espanya	1990	1995	2000	2001
Processament de l'energia	216.943,3	244.816,0	296.516,0	295.177,3
Processos industrials	22.560,7	24.743,5	30.698,3	27.849,7
Ús de dissolvents i altres productes	1.329,8	1.355,4	1.706,9	1.627,6
Agricultura	37.373,5	36.776,5	43.642,7	42.987,9
Tractament i eliminació de residus	9.401,3	11.672,1	14.540,4	15.146,8
TOTAL	287.608,6	319.363,5	387.104,3	382.789,3

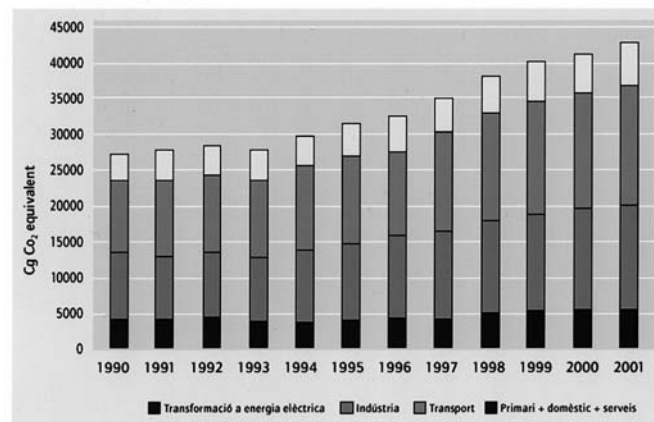
Font: CE (2003) European Energy and Transport Trends

Figura 3.7. Origen de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a Catalunya (2001).



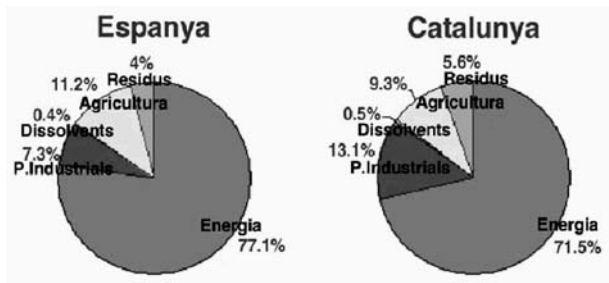
Font: Informe sobre l'inventari de gasos amb efecte d'hivernacle a l'Estat espanyol. Ministeri de Medi Ambient.

Figura 4.3. Aportació sectorial de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a Catalunya durant el període 1990-2001.



Font: BALDASANO, J.M.; PARRA, R.; LÓPEZ, E. (2005); "Estimació de les emissions amb gasos amb efecte d'hivernacle produïts a Catalunya durant el període 1990-2001". En: Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya. Barcelona: CADS, Generalitat de Catalunya.

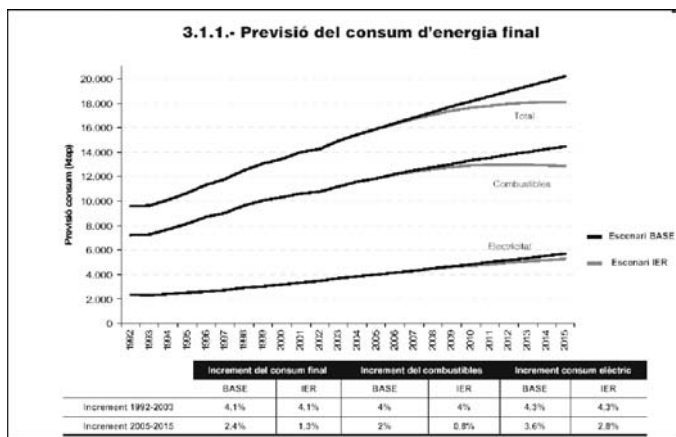
2. Aquestes dades són tretes del llibre de "L'energia a l'horitzó 2030"



Transposades aquestes dades a Osona, a la comarca li pertocaria, a manca de dades més concretes, el 2,4% de les emissions de GEH catalanes repartides a parts pràcticament iguals entre el transport, la indústria i els serveis-habitatge-primari en un mateix paquet. En global, unes 1.254.000 t de CO₂, de les quals l'energia en representa el 70%, o sigui unes 877.800 t de CO₂.

1.5. Projeccions energètiques futures a la comarca

Projeccions de consum d'energia final



Les projeccions futures segons el Pla de l'Energia no deixen cap dubte sobre l'increment del consum energètic i consegüentment de les emissions de gasos d'efecte hivernacle. El creixement final d'energia que preveu el Pla de l'Energia és del 2,3% anual en l'escenari Base,³ o sigui en termes absoluts del 2003, d'un 40%. Això aplicat a Osona representa que cap al 2015 haurérem incrementat els nostres consums fins a uns 482 ktep, o sigui augmentaríem de 140 ktep. Si s'apliquessin els objectius del Pla de l'Energia, només l'incrementaríem en 79 ktep, o sigui un 23%.

En aquest sentit, tal com apunta el Pla de l'Energia, els principals causants d'aquest augment són l'augment de la població, un model d'urbanització no compacte, l'augment dels consums per la refrigeració a l'estiu i l'increment en el transport. L'excessiu creixement urbanístic i no compacte de molts municipis de la comarca comporta l'ús del transport privat per als desplaçaments. També la construcció de nous habitatges amb pocs criteris de bioclimatisme, així com la incorporació de refrigeració en les noves i existents, demostren com els pics de consums elèctrics, que abans es donaven a l'hivern, ara s'estan acostant a l'estiu. En l'estudi que ha fet l'Oficina Española de Cambio Climático (OECC), es demostra com els graus dia de calefacció i de refrigeració entre 1970 i 2003 es van acostant a causa de l'increment de les temperatures en els últims 23 anys a la península Ibèrica.

3. Tendència de creixement del consum d'energia final sense aplicar mesures de reducció.

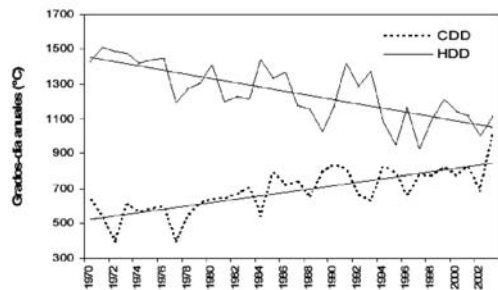
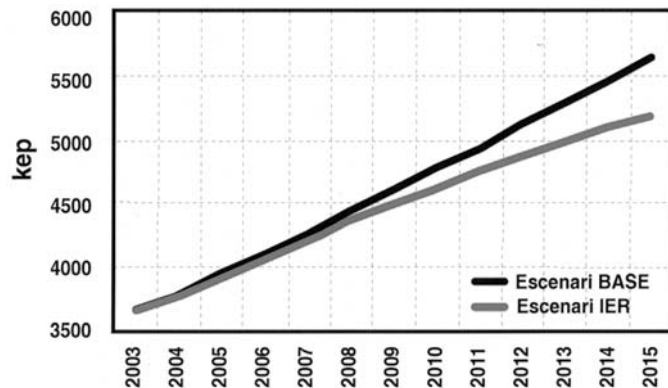


Fig. 13.5. Evolució de la suma anual de los grados día de refrigeración y de calefacción desde 1970 a 2003. Fuente: elaboración propia a partir de datos del INM

Projeccions de consums d'energia elèctrica

En l'estudi que ha realitzat la OECC s'ha analitzat l'impacte que el canvi climàtic tindrà sobre el consum d'electricitat. En aquest estudi s'ha observat una relació directa entre consums d'electricitat i increment de la temperatura de l'aire. Les altes temperatures assolides els mesos de juliol i agost de 2003 van disparar els consums elèctrics respecte als anys anteriors. Aquest mes de juliol passat es van tornar a disparar, potser no tant a causa de la variable climàtica, sinó a la incorporació d'uns 100.000 nous aparells de refrigeració que, segons dades del sector, s'instal·len anualment a Espanya.

En aquest escenari, l'increment més important correspondria a l'electricitat, amb un 3,7% anual en l'escenari base. Això voldria dir incrementar en un 54% en termes absoluts els 87 ktps que segurament consumim actualment a Osona fins a uns 135 ktps en l'escenari base. En el cas que s'apliquessin les mesures del Pla de l'Energia, aquest percentatge es veuria reduït a tan sols un 42% de més.



Previsió de consum final d'electricitat en els dos escenaris analitzats.

Projeccions de consums de combustibles fòssils

Analitzant el Pla de l'Energia, es preveu que, en una menor mesura, els combustibles fòssils augmentin amb un 1,9% anual també en l'escenari base. Aquí sí que l'aplicació de les mesures del Pla de l'Energia significarien només augmentar en un 0,8% anual. No obstant aquesta dada, en termes bruts voldria dir augmentar els consums d'un 10%. A nivell de comarca això representaria augmentar en 28 ktps.

Projeccions d'emissions de GEH associades al consum energètic

Seguint les tendències del Pla de l'Energia, les emissions cap al 2010 estaran a Catalunya entorn de les 52.000 kt segons l'escenari base i sobre les 46 sobre l'escenari IER (Intensiu en Eficiència Energètica i Energies Renovables). Una altra vegada

transposat a Osona, voldrà dir que es preveu que augmentem entre un 27% i un 38% (1.114 kt o 1.211 kt CO₂), segons les fonts consultades, o sigui unes 237.806 t de CO₂ com a mínim.⁴

2. Influència del canvi climàtic sobre l'energia

2.1. Sensibilitat al clima actual

El canvi climàtic es manifesta en general per un increment en la temperatura mitjana que va acompanyat d'una minva de les precipitacions i de la humitat relativa de l'aire. La repetició d'episodis atmosfèrics severos i una major freqüència també en són una característica.

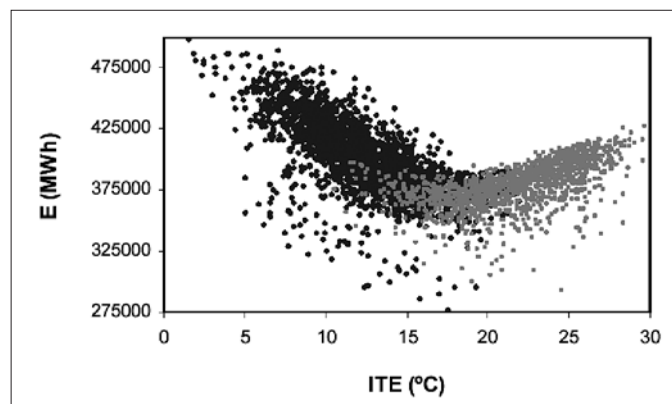
A causa del canvi climàtic, les temperatures mitjanes a l'hivern són més suaus i en canvi a l'estiu són més altes. Això repercuteix, tal com s'ha comentat en l'apartat anterior en una aproximació dels graus dia que es fan servir per als càlculs de la calefacció i la refrigeració. Les dues corbes s'han anat aproximant. Amb aquestes dades, aparentment, el canvi climàtic ens hauria de fer incrementar només els consums a l'estiu, quan els termòmetres assoleixen temperatures més elevades que en anys anteriors. En la franja d'hivern, l'increment a l'alça de les temperatures mitjanes fa disminuir les necessitats energètiques per a la calefacció.

L'altre tema important, però, és que l'increment de la població que hi ha previst a la comarca d'Osona, la incorporació d'aïres condicionats a les cases i serveis, i l'increment en els consums elèctrics per la incorporació de nous aparells electrodomèstics, fa que aquesta corba creixi de forma espectacular. En els últims deu anys, els consums energètics a Catalunya s'han

incrementat un 4% anual⁵ per tots els conceptes, que en termes absoluts és més d'un 40%.

2.2. L'electricitat

Els consums elèctrics tenen una clara relació amb la temperatura mitjana mensual tal com s'ha demostrat en l'estudi a nivell espanyol. El consum és alt en els mesos d'hivern quan hi ha molta calefacció i il·luminació, i va baixant en funció de la temperatura mitjana mensual. A partir però que la temperatura es comença a incrementar, arribats a l'estiu, el consum es torna a disparar. En definitiva, un increment en les temperatures mitjanes mensuals fa incrementar els consums d'electricitat per refrigeració.

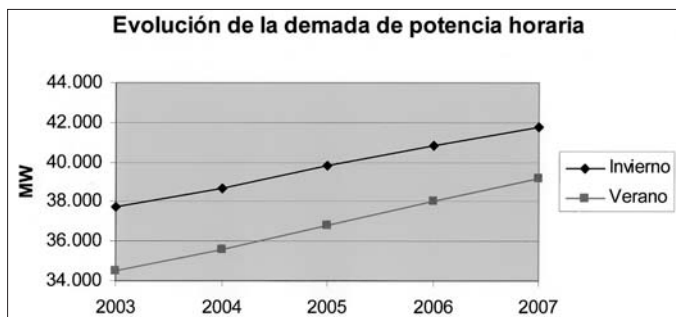


Un altre efecte directe és la consecució any rere any de màxims històrics de puntes en els consums d'electricitat. Ara per ara, aquests màxims s'assoleixen en hiverns molt rigorosos,

4 En aquest punt, hi ha un ball de xifres entre les dades que s'apunten en el llibre *L'energia a l'horitzó 2030* i el que proposa Joaquim Corominas en la seva ponència «El canvi climàtic a Catalunya».

5 Font: Icaen.

ja que l'electricitat és una font d'energia important present en les llars catalanes, no tant osonenques. El creixement en la refrigeració, però, van fent acostar aquests dos màxims.



Evolució de la previsió de demanda de potència horària. Font: CNE.

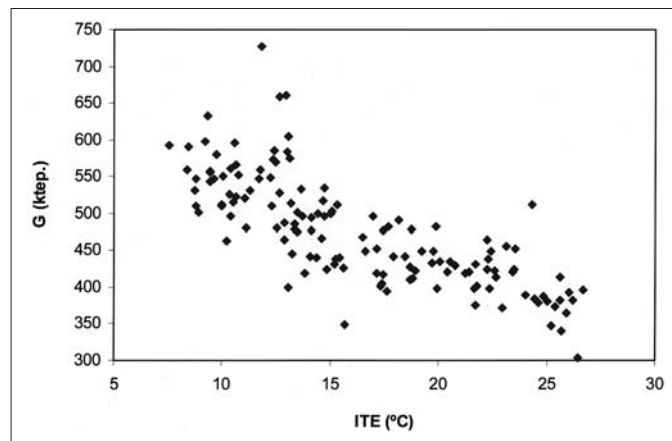
En referència a la banda de l'oferta, són dos els efectes més importants causats per les variacions climàtiques. En primer lloc, i tal com s'ha comentat en l'apartat de producció pròpia, les variables climàtiques tenen un efecte important en la generació minihidràulica. No és tant així en la gran hidràulica, que per la seva capacitat de gran estocatge té produccions molt més estables en el temps.

Un altre efecte de la temperatura és la reducció en el rendiment de les cogeneracions, la solar fotovoltaica i les solars tèrmiques d'alta temperatura i biomassa.

Finalment, un altre problema a nivell de la comarca és la reducció de la capacitat nominal per línia elèctrica d'interconnexió. Per exemple, en la línia de 400 kW de Vic a Baixàs redueix la capacitat de transport de 1.750 MW a 1.510 MW, és a dir, un 16% menys.

2.3. El gas, el petroli i el carbó

Tal com apunta també l'informe de l'OECC, sobretot el gas té una relació directa amb les baixes temperatures. Amb menys mesura, però segurament a causa de la seva impossibilitat d'una correcta comptabilització, el gasoil i el carbó també se'n ressenten. En baixar la temperatura de l'aire, el consum de gas s'incrementa. Aquest increment, però, no es dona quan hi ha increments en la temperatura a l'estiu, ja que el gas no es fa servir per a la refrigeració.



Pel que fa als altres combustibles fòssils, no tenen un impacte massa important respecte de les variables climàtiques. Tampoc no tenen cap significació a la comarca en no tenir cap planta refinadora, ni mina de carbó.

3. Impactes previsibles del canvi climàtic

Com ja hem anat apuntant en els apartats anteriors, l'energia representa el 70% de les emissions de CO₂ a l'atmosfera, i es reparteixen en quasi una tercera part en cada sector econòmic: en transport el primer, en indústria el segon i en el sector serveis-primari-habitatge-transformació-energia-elèctric el tercer. La comarca d'Osona, a manca de dades més fiables, representa el 2,4% de la població catalana i una mateixa proporció en els gasos d'efecte hivernacle que emet Catalunya. Pel que fa a l'energia, a nivell comarcal els impactes més importants creiem que seran els següents:

- Un increment dels consums de refrigeració a l'estiu, sobretot basats en els elèctrics. La comarca té unes diferències tèrmiques importants entre el dia i la nit i entre l'hivern i l'estiu. És per això que es preveu que incrementin els nivells de refrigeració estivals.
- Un impacte negatiu en la generació elèctrica de les plantes de cogeneració, fotovoltaiques, a causa d'uns increments de les temperatures mitjanes mensuals en la banda d'estiu.
- Una reducció de la producció de les minihidràuliques a causa d'una pluviometria potser minvant i més concentrada.
- Una reducció de la capacitat de transport de les línies elèctriques, tant d'alt com de baix voltatge.

Amb independència dels temes més relacionats amb el consum d'energia per il·luminació, calefacció i transmissió de força motriu, el transport representa el 39% de les emissions de GEH. I una comarca que incrementa la seva connexió amb les comarques veïnes amb desdoblaments, túnels i noves xarxes de transport i amb una població creixent i moltes vegades provinent de l'àrea metropolitana, incrementarà notablement les seves emissions degudes al transport.

4. Mesures de mitigació

Les mesures de mitigació s'han de contemplar en el context del sistema energètic i forçosament aquestes han de passar per:

- Assegurar el subministrament i la qualitat del subministrament energètic.
- Afavorir l'economia.
- Minimitzar les actuacions dràstiques obligades.

A partir d'aquí, s'apunten unes línies estratègiques sobre les quals podem influir a nivell comarcal.

- Reduir els consums propis d'energia fòssil ja sigui a través de mesures d'estalvi o d'eficiència.
- Canviar a fonts energètiques menys intensives en GEH.

Per aconseguir això, s'ha de poder incidir en els següents aspectes:

- Factor cultural: cal augmentar la conscienciació social i el coneixement vers la problemàtica energètica.
- Augmentar la proporció d'energies renovables i canviar a fonts energètiques que generin menys GEH.
- Millorar l'eficiència de transformació i d'ús de les plantes existents a nivell comarcal.
- Aconseguir incentius econòmics per fer aquests canvis (subvencions) a nivell dels tres actors principals: administracions, empreses i ciutadans.
- Proposar canvis de la fiscalitat municipal per impulsar mesures d'estalvi i d'ús d'energies renovables.
- Impulsar la ràpida incorporació de tota la normativa referent als aspectes abans comentats, com per exemple el nou Codigo Técnico de la Edificación.
- Penalitzar fiscalment l'ús d'energies que generin GEH, fomentant les millors tecnologies.
- Foment de la microgeneració, ja sigui en cooperativa, municipal o supramunicipal.

- Aprofitament dels residus com a font de generació d'energia. Generació de Biogàs.

4.1. Actors principals

Els actors principals serem els ciutadans. «Només amb mesures tecnicocientífiques, altrament necessàries, no es podrà invertir la situació. Cal ser clars en aquest sentit. Cercar noves fonts per a satisfer una demanda desbocadament creixent o només elevar el rendiment productiu de les unitats energètiques posades al mercat, ni evitarà el *peak oil* i/o la crisi —bé que potser en retardarà l'arribada uns quants anys—, ni frenarà els trastorns ambientals d'abast planetari. Són imprescindibles canvis substancials en les pautes de consum que permetin modular l'oferta a la baixa, en comptes de tractar de satisfer debades una demanda indefinidament creixent.» (Pla de l'Energia 2006-2015)

4.2. Transport

Com a gran culpable de l'emissió dels GEH, el transport hauria de merèixer una significació important i prioritària. No obstant això, el punt de vista dels que subscriuen el present informe és negatiu, ja que les polítiques actuals d'ampliació i de creació de noves infraestructures faran que aquests consums augmentin encara més. No obstant això, essent un apartat important, proposem algunes mesures:

- En la millora dels transports col·lectius, dues mesures es creuen prioritàries: la millora de la línia de tren existent que connecta amb Puigcerdà i Barcelona i la millora de la interconnexió amb bus entre els principals pobles de la comarca.

- Realització de plans de transport per a empreses de la comarca amb més de dos-cents treballadors.
- Incorporació dels biocombustibles (biodièsel) en totes les gasolineres comarcals.
- Realització dels Plans de Mobilitat urbans i comarcals.
- Intentar que el transport de mercaderies per tren sigui una realitat.
- Incorporar a les flotes públiques mitjans de transport amb baix consum energètic.

4.3. Mesures en el sector industrial

En el sector industrial, i respecte a l'estalvi i l'eficiència en l'ús de l'energia, a nivell comarcal s'hauria de:

- Ajudar les PIME a adaptar els processos productius per reduir el seu consum, utilitzant formes renovables d'energia i aplicant noves tecnologies de menys consum.
- Recuperar recursos secundaris dels processos industrials, en particular la calor.
- Subministrar informació sobre tècniques i disposicions de racionalització de l'energia.
- Organitzar recerques sobre tecnologies d'estalvi d'energia.
- Incorporar en els plans d'estudi de la Universitat sistemes d'estalvi i d'energies renovables.
- Realitzar accions de demostració de gestió energètica i d'aplicació d'energies renovables en la indústria a nivell comarcal.
- Promoure la creació d'empreses en el sector de biomassa que elaborin combustible a través l'aprofitament de biomassa residual, com per exemple neteja de boscos, etc.
- Incentivar la generació de biocombustibles al sector ramader.

- Exigir l'extracció de biogàs com a mesura per reduir la càrrega contaminant dels residus orgànics i llots d'EDAR.

4.4. *Mesures en l'ordenació territorial i urbanisme*

- Incorporació de criteris energètics en les decisions d'ordenació del territori i urbanístiques, per tal que es creïn infraestructures eficients energèticament i que permetin emprar energies renovables.
- Vetllar per tal que les noves zones i reorganitzacions urbanístiques no impliquin un increment excessiu de les necessitats de mobilitat i facilitin el transport comunitari.
- Incorporar criteris de bioclimatisme en les noves construccions i edificis, com per exemple orientació de carrers, ús d'energies renovables integrades en l'edificació...
- Realitzar accions de demostració.
- Realitzar cursos dirigits als responsables de planejament urbanístic en temes energètics.
- Promoure l'aprofitament de les energies renovables en les noves edificacions i rehabilitacions majors, ja sigui a través de biomassa, solar tèrmica i fotovoltaica o bé geotèrmica.

4.5. *Sector domèstic, de serveis i primari*

- Cal augmentar la conscienciació ciutadana envers la racionalització dels consums energètics i la implicació dels consums d'energia fòssil = GEH.
- Subministrar informació suficient energèticament en la presa de decisions en la compra de pisos, cotxes i electrodomèstics.
- Subministrar informació als col·lectius d'arquitectes, aparelladors i constructors.

- Endegar una campanya exemplificadora en el sector públic, realitzant treballs de millora en les dependències municipals.
- Establir una comptabilitat energètica que permeti comparar els consums energètics de dependències municipals per impulsar criteris d'estalvi.
- Vetllar per l'aplicació del nou Código Técnico de la Edificación.
- Estendre la incorporació de les noves ordenances solars en els edificis privats per aigua calenta sanitària.
- Potenciar la compra d'electricitat verda, en la qual, el preu més elevat que es paga s'aplica a la impulsió de noves plantes de generació elèctrica renovables.
- Cal impulsar la generació de biogàs a través dels residus orgànics del sector ramader o agroalimentari.

4.6. *Altres*

En aquest apartat creiem important esmentar els esforços que encara són possibles en la generació.

En aquest sentit es poden apuntar les següents propostes:

- Caldria potenciar la descentralització de la generació elèctrica. Unes cogeneracions eficaces i eficients en edificis o bé en municipis podrien tenir l'avantatge de ser molt positives per a la millora en la conscienciació ciutadana envers la importància de l'energia i els seus efectes.
- Caldria fer un mapa de les possibles energies renovables aplicables en el territori per augmentar la seva independència energètica.
- Cal estudiar els possibles aprofitaments de biogàs, que tenen una viabilitat minsa a causa de la manca de valoració econòmica del seu aprofitament elèctric.

Referències bibliogràfiques

- CONSELL ASSESSOR PER AL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE. *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona, 2005.
- IPPC. «Impacts, adaptation and vulnerability». A: *Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary of policy makers*. 2001a.
- IPPC. «Mitigation». A: *Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary of policy makers*. 2001b.
- DEPARTAMENT DE TREBALL I INDÚSTRIA. *Pla de l'Energia a Catalunya 2006-2015*. Barcelona, 2006.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO. INSTITUTO DE DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO. *Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012*. Madrid, 2005.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO. INSTITUTO DE DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO. *Plan de Energías Renovables 2005-2010*. Madrid, 2006.
- UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA / MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. *Proyecto ECCE Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. 2005.
- GREENPEACE. *Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular*. 2005.

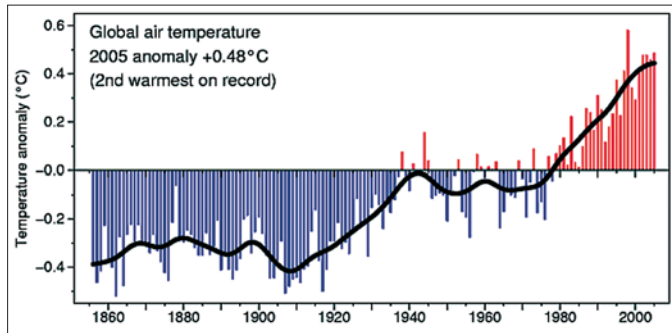
TERRITORI

Jaume Font i Garolera (Santa Maria de Corcó, 1951).
Geògraf, professor titular d'Ordenació del Territori a les facultats de Geografia i Història i Biologia (Ciències Ambientals).
Autor de diversos llibres sobre ordenació del territori a Catalunya.

1. Introducció

El canvi climàtic antròpic, les conseqüències del qual comencem a patir —l'onada de calor del 2003 està considerada com el primer fenomen meteorològic ocasionat directament pel canvi climàtic—, molt probablement modificarà el comportament i els modes de vida dels habitants del planeta al llarg del segle XXI. Si no s'aturen els consums d'energies fòssils i d'emissions actuals, es preveuen grans migracions de fauna, flora, sistemes agraris, ramaders i, fins i tot, d'humans, cap a latituds més altes, sobretot a l'hemisferi nord.

La conca mediterrània és l'àrea climàtica que més incerteses amaga de tot el planeta. Els marges de variació quant a temperatura i precipitació són els més elevats i, per tant, es fa difícil una avaluació concreta i acurada dels possibles impactes que hi pugui haver a la nostra comarca. No obstant això, a grans trets es pot arribar a la conclusió que la temperatura podrà augmentar uns 4°C fins al 2100; les quantitats de precipitació anual tendiran a disminuir i augmentarà la seva irregularitat —es concentraran en pocs dies de precipitacions torrencials, la qual cosa fa que la seva eficiència sigui menor que l'actual— i, finalment, i com a fet més destacable pel que fa a impactes sobre la població, es preveu que els estius siguin més àrids i les onades de calor estivals augmentin en freqüència, persistència i intensitat.



Gràfic 1. Increment en l'anomalia tèrmica des del 1855 fins al 2005. El 2005 ha estat el segon any més càlid després del 1998. Font: Climate Research Unit.

Davant d'aquests futurs escenaris, el planejament territorial de la comarca haurà de tenir molt en compte quines direccions pren. L'ocupació del territori és clau en la modificació climàtica ja que d'ella es desprendran els consums energètics, els usos dels vehicles, els desplaçaments, la dispersió urbana... Un model territorial sostenible, limitant la seva expansió, i una millora substancial en els sistemes de transport de la comarca afavoriran la mitigació dels possibles impactes negatius del canvi climàtic antròpic.

No obstant això, la contribució de la urbanització al canvi climàtic no només pot relacionar-se amb els problemes que comporta el consum de sòl, la dinàmica urbana, la mobilitat, sinó també amb les tècniques i els materials utilitzats en el seu disseny i execució. Si ha d'augmentar la freqüència de pluges torrencials, es pot preveure l'aparició de greus problemes en les infraestructures de comunicació si no es prenen mesures per adaptar-les a aquests canvis.

2. Una primera manifestació: l'illa de calor de Vic

A una escala més gran, podem dir que ja s'ha donat un canvi climàtic important: la modificació del clima a les ciutats. En varia la temperatura, la humitat, la circulació del vent, la radiació solar..., per efecte de l'ordenament urbà i pels materials de tancament i revestiment emprats en cobertes i façanes. Alguns d'aquests són materials absorbents de la humitat (teules de ceràmica o arrebossats de morter de calç), reflectores de la radiació solar (metalls polits i vidre) o captadors d'energia solar (clara-boies i plaques solars).

Sense entrar a fons en el que seria l'arquitectura bioclimàtica ens centrarem en l'efecte més important d'aquestes modificacions climàtiques: l'illa de calor, fenomen pel qual les ciutats provoquen un augment de les temperatures i que pel cas de Vic és d'uns 6°C en la seva màxima intensitat (de mitjana són uns 3°C). A més, hi ha tot un seguit d'implícacions ambientals que afecten la ciutat, com poden ser l'augment dels contaminants —disminuint-ne la qualitat ambiental—, efectes negatius en la salut humana i un elevat consum d'energia a l'estiu per la utilització d'aires condicionats.

En qualsevol cas, el canvi climàtic antròpic és ja una realitat i els seus efectes a escala comarcal no tardaran en fer-se palesos. Així, des de l'ordenació territorial s'han de començar a prendre mesures correctores, sempre tenint en ment com s'ha desenvolupat la comarca d'Osona a nivell territorial al llarg de la seva història.

Fent una mica de memòria, doncs, el funcionament d'Osona és el d'una comarca-ciutat amb un gran dinamisme poblacional i econòmic que s'ha anat desenvolupant al llarg del temps. Ha estat en els darrers anys quan ha agafat una nova empenta i, per tant, quan hem d'actuar amb més prudència a l'hora d'evitar desastres urbanístics i ecològics. La comarca s'ha caracteritzat per un urbanisme de caseta amb jardí o hortet de petites o mitjanes dimensions. És, doncs, aquesta situació intermèdia la més

indicada per a un territori en el qual l'estructura de poblament i dels assentaments humans ha estat sempre bastant equilibrada i en la qual ha existit una correcta proporcionalitat entre nuclis petits, mitjans i grans, és a dir, no ha existit mai una macrocefàlia concentrada i compacta, tipus Barcelona, ni una ciutat difusa i dispersa en el territori, tipus Los Angeles.

Un repàs a les dinàmiques socioeconòmiques

Les dinàmiques socials i econòmiques de la comarca que, com hem dit, mantenen una elevada intensitat i, fins i tot, han augmentat, les podem analitzar a partir d'algunes xifres. A nivell de dinàmiques de població, en l'últim quinquenni (1996-2001) la població d'Osona ha crescut en un 9,5%, mentre que Catalunya ho havia fet en un 7,4%. En canvi, Vic ha crescut un 13,3%, valor que demostra el fort creixement de la ciutat i que ens ha de fer reflexionar sobre la disposició d'aquests nous habitants en el municipi. Tant les comarques centrals com Osona creixen a uns ritmes lleugerament superiors als de Catalunya i als de l'Àmbit Metropolità. Són aquestes dinàmiques, doncs, les que ens obligaran a establir uns models d'expansió territorial sostenibles i que puguin donar cabuda a aquests increments importants de població.

Pel que fa a les dinàmiques econòmiques, i lligades als increments de població, també van agafant importància, sobretot en els últims cinc anys. En el període 1986-1996, Vic va augmentar el nombre de llocs de treball a un ritme d'un 3,4% a l'any, mentre que a la resta d'Osona augmentaven un 1,3%. Era un increment impressionant, que reflectia la puixança de la ciutat durant la dècada de 1990, un fet que s'ha de relacionar amb la seva consolidació com a centre de serveis (universitat, hospitals, comerç, serveis personals) i també pel seu dinamisme industrial. En el període 1996-2001, la situació ha millorat encara més a nivell comarcal. A la capital, el ritme de creació de

llocs de treball ha estat d'un 4,5% anual, però a la resta de la comarca ha estat d'un 4,1%, la qual cosa ens dóna idea del funcionament intern d'Osona com a comarca-ciutat. Vic ha continuat creixent però el fort increment de llocs de treball de la resta de la comarca explica que els altres municipis estan agafant cada cop més importància. Són unes xifres que ens permeten explicar que la comarca té una organització socioeconòmica dispersa en el territori, que no permet que un nucli creixi molt més que un altre i, per tant, que la població quedi repartida d'una manera més o menys equilibrada pel territori.

	1981	1986	1991	1996	2001	2004
Osona	115.000	115.258	117.442	122.923	129.455	138.630
1981=100	100	100	102	107	113	121
Catalunya	5.956.414	5.978.638	6.059.494	6.090.040	6.361.365	6.813.319
1981=100	100	100	102	102	107	114
Àmbit Metropolità	4.238.876	4.229.527	4.264.422	4.228.048	4.390.413	4.673.648
1981=100	100	100	101	100	104	110
Comarques Centrals	396.399	396.746	401.826	412.250	426.561	457.022
1981=100	100	100	101	104	108	115
% Osona/Catalunya	1,93	1,93	1,94	2,02	2,04	2,03
% Osona/Comarques Centrals	29,01	29,05	29,23	29,82	30,35	30,33

Taula 1. Evolució de la població d'Osona, l'Àmbit Metropolità, les Comarques Centrals i de Catalunya durant els últims 25 anys. Font: Institut d'Estadística de Catalunya.

Per una altra banda, la mobilitat interna de la comarca i les taxes de motorització comencen a ser pròpies d'àrees metropolitanes. Ja el 2001, la taxa de mobilització interna per treball era d'un 51%, respecte del 45,4% de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, mentre que la taxa de motorització era de 731 vehi-

cles per 1.000 habitants a Osona, 597 a l'Àmbit Metropolità i 645 al global de Catalunya. Val a dir que tots aquests moviments es deuen només a la mobilitat obligada per treball, és a dir, encara s'hi haurien d'afegir tots aquells desplaçaments no obligats per raó d'obtenir determinats serveis o bé per motius lúdics i de lleure, una mobilitat que també s'incrementa contínuament. En conclusió, les distàncies s'han fet curtes i l'espai on es desenvolupa la vida quotidiana dels osonencs cada vegada es fa més gran i comprèn bona part de la comarca.

	1991	1996	2001
Osona	51.795	53.058	66.017
% desplaçaments/habitants	44,1	43,2	51,0
Àmbit Metropolità	-	-	1.994.576
% desplaçaments/habitants	-	-	45,4

Taula 2. Nombre total de desplaçaments per mobilitat obligada residència-treball. Font: Institut d'Estadística de Catalunya.

Un altre aspecte no menyspreable és la distribució dels habitatges. Osona és una comarca on no hi abunden les segones residències i aquest és el fet més destacable, ja que així s'hauria de mantenir. La proliferació de segones residències en comarques litorals i de muntanya i, últimament de l'interior, es porta a terme a partir de les urbanitzacions totalment disperses, les quals exigeixen unes elevades despeses en matèria de serveis, energia, adequació de camins, xarxes de comunicació i d'aigua.

	1a residència	2a residència	Vacants	Altres	Total
Catalunya	69,9	15,5	13,7	0,9	3.314.155
Osona	74,7	10,3	14,6	0,4	59.129

Taula 3. Percentatge dels diferents tipus d'habitatges a Osona i Catalunya. Font: Institut d'Estadística de Catalunya.

Urbanitzacions com les de Muntanyola, el Muntanyà o el barri de Montrodon de Taradell són clars exemples de consum extensiu de sòl. Aquest és un model que no podem permetre a la Plana. No obstant això, hem de tenir present que el desenvolupament urbà de la comarca, sobretot la dels nuclis petits i mitjans, s'ha vingut fent a partir de la casa amb jardí. No hem de perdre aquesta perspectiva, però tampoc hem de caure en l'error d'orientar els plans urbanístics municipals cap a aquests models.

En els últims cinquanta anys, la proliferació de la petita i mitjana indústria ha afavorit, en gran part, l'augment de població. Aproximadament en aquest període s'ha duplicat la població però el sòl urbanitzat s'ha arribat a triplicar o, fins i tot, a quadruplicar. Actualment, el sòl urbà representa el 3,1% de tota la superfície de la comarca, mentre que el que està classificat com a urbanitzable representa l'1,9%. La resta, el 95%, és no urbanitzable. És a dir, malgrat que el sòl urbanitzat s'hagi triplicat en l'últim mig segle, tenim una gran part del territori en el qual no s'hi podrà actuar. Dintre del territori en el qual no s'hi pot urbanitzar hi tenim, segons la Llei d'Urbanisme de 2005, totes aquelles àrees situades a menys de 100 m de les rieres o en pendents superiors al 20%, que representen el 47% de tota la comarca. A més, caldria afegir-hi els espais PEIN, que a la comarca estan representats pel 21% del sòl.

Com hem vist, en molt poc temps la mobilitat del centre de la Plana ha millorat significativament, ocupant territori i destruint alguns turons testimoni tan característics de la nostra comarca. Tot i les proteccions de què gaudeix el territori dins la Llei d'Urbanisme, infraestructures viàries com el nus entre la C-17 i la C-25 poden fer d'efecte barrera per a persones i sistemes naturals ja que són pols forts d'atracció per a l'establiment de noves activitats industrials i de serveis (ORDEIX, 2003).

4. Morfologia de la Plana

El centre de la Plana es distribueix al llarg de dues línies clares de miniconurbació, o conurbació d'escala petita. Una és la que seguiria la C-17, de Tona fins a Torelló, passant per Vic. L'altra és la que discorre més a l'est, per Taradell, Seva, Folgueroles, Roda de Ter i Manlleu. Són dues línies que uneixen pràcticament un nucli amb el següent i que no han respectat la connectivitat ecològica entre diferents espais. I se sap que per mantenir uns bons nivells de biodiversitat o que els diferents ecosistemes estiguin sans és millor que les diferents àrees estiguin connectades entre si, que no pas mantenir-los fragmentats i com si fossin reserves especials de protecció.

Estem veient, doncs, que la Plana s'està comportant com una única ciutat, tant a nivell funcional com a nivell morfològic, en la qual les interrelacions entre els nuclis formants en són el motor de desenvolupament. De la mateixa manera, els espais agraris, forestals (que suposen quasi el 90% del territori comarcal) i d'altres espais no urbanitzats també haurien de poder mantenir una mínima connexió entre ells. Això ens porta a tractar la plana de Vic, i la resta de subcomarques com el Lluçanès o les Guàrdies, com un tot. Portant-ho a la qüestió del planejament i ordenament territorial, els futurs plans directores haurien de tractar la qüestió urbanística i de desenvolupament dels pobles i ciutats tenint una visió de conjunt de cadascuna d'aquestes zones. Trossejar o compartimentar el territori, tractant cada municipi com si fos una entitat que no té cap tipus de relació amb els municipis que l'envolten, és un greu error. L'elevada mobilitat interna que, com hem explicat, és un tret característic de la plana de Vic, fa que ciutats com Vic, Manlleu o Torelló siguin els principals nuclis d'atracció de població laboral provinent de nuclis mitjans com Taradell, Sant Julià o Folgueroles. Per tant, plantejar el desenvolupament d'un d'aquests nuclis sense tenir en compte la forta relació que existeix amb els altres és una via incorrecta d'actuació. Aquest eix format per Vic-Manlleu-

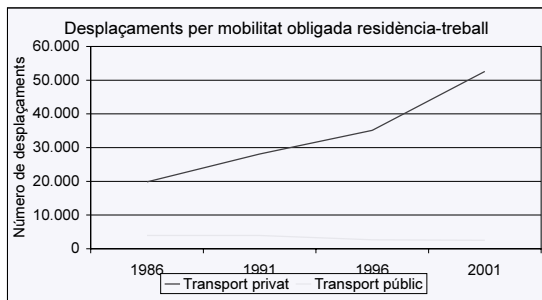
Torelló és un clar exponent de funcionament especialitzat, de complementarietat entre una població i l'altra de la qual es beneficien les economies d'escala generades. Per tant, el futur planejament ha de tractar la Plana de Vic com un conjunt i així poder continuar amb el millor exemple d'integració urbanorural de Catalunya (EIZAGUIRRE, 1993).

La població osonenca el 2015 es preveu que se situï entre els 145.000 i els 180.000 habitants. Com situar aquests nous habitants serà la clau per mantenir aquesta bona integració urbana dins el món rural. I si ja és complicat en l'actualitat, en un futur on el marc climàtic serà la referència en molts camps de la humanitat, la qüestió esdevé més agreujada. La mobilitat interna i cap a l'exterior de la comarca augmentarà, els fluxos seran més intensos, la necessitat d'espai per a usos residencials, industrials i de serveis serà major. Però hauréem de prendre partit per limitar i moderar totes aquestes necessitats, per mitigar els possibles efectes negatius del canvi climàtic antròpic, per optimitzar l'eficiència energètica i de recursos... D'aquesta manera, i deixant de banda el planejament urbanístic, l'altre punt clau a tractar i a millorar és la xarxa dels sistemes de transports, sobretot els transports públics.

El sistema de transports públics

Actualment, a la comarca d'Osona hi circulen 36 línies d'autobusos, mentre que els accessos a les principals ciutats (Vic, Manlleu i Torelló) suporten una Intensitat Mitjana Diària (IMD) superior a 10.000 vehicles a gairebé totes les entrades. A banda d'aquestes dues xifres, prou significatives, caldria apuntar que utilitzen els osonencs a l'hora de desplaçar-se cap al treball. A la següent gràfica es veu clarament quin tipus de transport és el més utilitzat i que, contràriament als reiterats anuncis i campanyes per a l'ús del transport públic, aquest cada cop més està essent el menys utilitzat. La societat de consum, que ens diu que

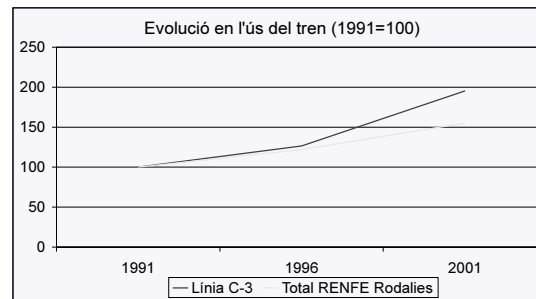
la possessió i utilització d'un vehicle és senyal de benestar, i una política que no afavoreix gens la implantació de línies d'autobusos ni la utilització del tren i altres mitjans, són els dos factors més importants a l'hora d'entendre aquesta gràfica. I un apunt en direcció al consum energètic dels diferents transports que ajudarà a visualitzar l'impacte en el clima que pot tenir la utilització d'un o altre mitjà: de major a menor consum per viatger i km tenim que l'avió emet 200 g de CO₂; el cotxe, 125 g de CO₂; el tren, 65 g de CO₂, i l'autobús, 45 g de CO₂.



Gràfic 2: Nombre de desplaçaments per mobilitat obligada residència-treball segons tipus de transport utilitzat (només es contemplen el transport públic i el privat). Font: Institut d'Estadística de Catalunya.

La xarxa de ferrocarril que travessa la comarca mereix una menció especial en el global del sistema ferroviari català. L'augment en el nombre de viatgers entre el 1991 i el 2001 a la línia C-3 (Barcelona-Vic) ha estat espectacular. En deu anys pràcticament s'ha duplicat, mentre que en el global del servei de Rodalies de Catalunya tan sols ha augmentat poc més d'un 50%. Però el que és més remarcable és que en aquest mateix període la línia de Vic no ha sofert cap millora substancial, a banda de la nova estació de la capital, pel que fa a nombre de combois, augment en la freqüència dels trens, reducció del temps de viatge... Aquesta evolució diferencial és un gran handicap en la utilització dels serveis ferroviaris, els quals representen una molt

bona opció quant a actuacions de cara al futur, tant de cara al transport intern com extern de la comarca.



Gràfic 3. Evolució en l'ús del ferrocarril a la línia C-3 (Barcelona-Vic) i en el global del servei de Rodalies de Catalunya de RENFE. S'utilitza l'indicador 100 per al 1991. Font: Institut d'Estadística de Catalunya.

	1991	1996	2001
Línia C-3	3.360	4.249	6.561
1991=100	100	126	195
Total RENFE-Rodalies	90.199	109.931	139.923
1991=100	100	122	155

Taula 4. Evolució en l'ús del ferrocarril a la línia C-3 (Barcelona-Vic) i en el global del servei de Rodalies de Catalunya de RENFE. Font: Institut d'Estadística de Catalunya.

La proposta del Metro Comarcal, presentada uns anys enre-re, és una bona sortida per a la generalització i la potenciació d'un sistema comarcal de transport públic integrat, eficient i sostenible, el qual reduiria d'una manera perceptible la utilització del vehicle privat o l'optimització el seu ús (aprofitar el viatge amb quatre passatgers en un vehicle en lloc d'utilitzar quatre vehicles). En aquest sentit, la millora substancial en el ferrocarril (desdoblament de les vies i augment de la freqüència de pas,

quatre trens cada hora) i en els autobusos interurbans, és una actuació primordial.

Millorar el sistema de transport públic i la possible creació d'aquest Metro Comarcal portaria un augment considerable en la mobilització interna però sense la utilització insostenible dels recursos energètics. Però això hauria d'anar acompanyat d'una millora en l'aspecte urbanístic. Tenint en compte els possibles escenaris de població anteriorment citats, s'haurà de moderar el creixement difús (urbanitzacions aïllades que suposen una gran despesa energètica, d'asfaltat...) i evitar, al mateix temps, densitats inhumanes a la ciutat que condueixen cap a la segregació i la creació de guetos arreu, diversificant l'oferta, el preu i la localització del nou habitatge. D'aquesta manera, arribem a establir un model de creixement semidifús, en el qual les cases unifamiliars adossades i les casetes amb un petit jardí o hort en seran els protagonistes. Aquest model, que és molt proper a la realitat de l'estructura urbana osonenca, és una opció de desenvolupament urbà sostenible. D'aquesta manera es construeix una ciutat molt més sana i ecològica; s'augmenta la superfície enjardinada, la qual cosa repercuteix en un augment de la humitat ambiental, que alhora suposa una disminució en l'efecte de l'illa de calor.

De la mateixa manera, per minimitzar els efectes nocius d'aquest augment tèrmic, els EUA i algun país centreeuropeu, com Alemanya, estan començant a aplicar el que s'anomenen *green roofs* (teulades verdes) i *cool pavements* (paviments freds), a banda d'augmentar les àrees verdes. Si com hem dit en un principi les onades de calor seran especialment intenses i freqüents i, a més, a les ciutats, l'augment tèrmic es reforça per l'efecte urbà, caldrà tenir molt en compte aquestes mesures per mitigar els impactes. Així, un model d'habitatges amb zones enjardinades (ja siguin blocs de pisos no gaire alts —entre 5 i 6 plantes— o habitatges unifamiliars adossats) és una bona opció de cara a un planejament urbanístic sostenible i respectuós amb el medi ambient. Com ja hem apuntat anteriorment, el model utilitzat en

la urbanització del barri de Montrodon de Taradell no és el més aconsellable de cara a un futur marcat pel canvi climàtic. Quant a la utilització de materials, aquests haurien de ser de baix albedo, és a dir, que siguin prou reflectores perquè no captin molta radiació (i així no reforçar l'efecte «illa de calor») però que tampoc enlluernin els habitants. Per últim, la reconversió d'espais públics en zones verdes (evitant la plantació de gespa anglesa, que té unes necessitats hídriques molt elevades) o arbrades és, també, una molt bona actuació urbanística.



Foto 1. Exemple de *green roof* aplicat a un edifici d'una ciutat nord-americana.

Com a exemple d'actuacions empreses per a la mitigació de l'efecte nociu que té l'escalfament provocat pels nuclis urbans, la ciutat de Vic té planejat plantar 18.000 arbres més, la qual cosa ens porta a tenir un total de 36.000 arbres en tota la zona urbana. Amb aquesta xifra s'arribarà als 19 m²/habitant. Aquest elevat contingent d'arbres es disposarà en un cinturó verd urbà, evitant formar illes verdes. Així doncs, tindrà un aspecte similar al d'una teranyina que enllaçarà places i eixos viaris amb les illes verdes de la zona de l'Eixample (ORDEIX, 2003). Aquesta

actuació és un exemple a tenir en compte en la planificació urbana de les ciutats. Un desenvolupament moderat de les àrees urbanes de la comarca, en el qual es tinguin presents actuacions ecològiques com l'anterior, és el que s'han de plantejar seguir els responsables en aquesta matèria de la nostra comarca.

6. El model de futur del Pla Director Urbanístic de la Plana de Vic

La proposta futura més agosarada del PDU és concentrar un augment no justificat de 100.000 habitants més el 2026 (és a dir, 240.000 habitants) en tres grans ciutats de 70.000 habitants cadascuna. En primer lloc, les projeccions anteriorment citades per al 2015 (entre 145.000 i 180.000 habitants) extretes de l'Institut d'Estadística de Catalunya, estan molt lluny de les 240.000 per al 2026. S'intueix, doncs, que aquest excedent ve del creixement induït des de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. En segon lloc, les tres ciutats proposades són la ciutat-Porta (Tona-Balenyà-Seva-Centelles), amb un augment de més de 8.000 habitatges; la ciutat-Plaça (Vic-Caldetenes-Santa Eugènia de Berga-Folgueroles), amb un augment d'uns 6.000 habitatges; i la ciutat-Riu (Manlleu-Masies de Voltregà-Sant Hipòlit-Torelló-Sant Pere-Sant Vicenç), amb un augment de més de 8.000 habitatges.

Si finalment es porta a terme aquest escenari, suposaria una clara ruptura amb els models tradicionals d'assentaments humans de la plana de Vic, que, per altra banda són ecològicament sostenibles. Apuntar només que els experiments d'aquest tipus han fracassat allà on s'han intentat implantar (Vallès, França...).

Ha de ser cada poble, cada ciutat de la comarca qui controli, ordeni, planifiqui i assumeixi el creixement urbà al seu propi ritme, afavorint una millor integració dels nous nadius. Aquest

creixement diversificat afavoreix la cohesió social, la participació ciutadana, la governabilitat, la prestació de serveis i la preservació de la identitat i la qualitat de vida de cada nucli urbà. Es mantindria, així, el tarannà urbanístic d'Osona.

En resum, el PDU hauria de centrar-se en la definició de corredors d'infraestructures, l'establiment dels parcs i polígons industrials i logístic, els grans equipaments i determinar les àrees a protegir i els àmbits on és exigible la coordinació intermunicipal del planejament. L'ordenament municipal s'ha de deixar al planejament ordinari dels ajuntaments, ja que en última instància serà la Generalitat de Catalunya qui acabi aprovant o desestimant els projectes de cada població.

En referència, finalment, als impactes en el canvi climàtic, una proposta d'aquesta envergadura per a la Plana, o per a qualsevol territori, és totalment desaconsellable. Ja s'ha dit que la concentració implica uns canvis en el clima local amb repercussions negatives per a la salut humana i per al medi. A més, si en un futur el més probable és un augment tèrmic, s'hauria de planificar en funció d'aquest escenari, o si més no, tenir-lo present. Així, s'hauria d'afavorir la circulació de vents, la dispersió de contaminants (que no es quedin atrapats per la trama urbana), evitar un continu urbà molt elevat, el qual impedeix la captació de les aigües. En aquesta última situació, si la tendència probable és l'augment dels episodis de torrencialitat, el que s'ha de preveure és la facilitació d'escolament d'aquestes grans quantitats, la qual cosa només s'aconsegueix amb la presència de sòl natural. És a dir, una gran superfície urbana com les que proposa el PDU afavoriria les inundacions urbanes per falta de terreny natural capaç de laminar l'aigua.

En resum, el repte de la comarca d'Osona és continuar mantenint el dinamisme socioeconòmic que ha aconseguit en l'últim segle i l'estructura de poblament equilibrada amb absència d'una macrocefàlia i, alhora, desenvolupar-se sosteniblement. La població «dispersa» en molts nuclis, la poca distància entre

aquests i la generalització de l'ús dels mitjans de transport ha afavorit una elevada mobilitat interna. Aquests fets ens porten a reflexionar sobre quin model urbanístic haurà d'adoptar la comarca; un model que, sobretot, passa per una urbanització semidifusa, en la qual es reflecteix la societat osonenca, i una millora en el sistema de transports públics intracomarcal, sempre, però, tenint molt present quins escenaris climàtics seran els més probables al llarg del segle XXI.

LA INDÚSTRIA

La ponència sobre canvi climàtic i indústria d'Osona ha estat feta per personal de l'Oficina de Promoció Econòmica (OPE) de l'Ajuntament de Manlleu. L'OPE està estructurada en diferents serveis i treballa en el desenvolupament social, econòmic i ambiental del territori. Els serveis que integren l'OPE són:

Servei de planificació estratègica i empresa.

Servei de recursos humans: orientació, formació i inserció laboral.

Servei de promoció, turisme, fires i mercats.

Servei de medi ambient.

Les persones que han participat en l'elaboració de la ponència són Hermínia Ordeig, directora de l'OPE, M. Dolors Colom, tècnica del Servei de Medi Ambient, i Elisenda Currius, tècnica del Servei d'Empresa.

1. Introducció

1.1. L'activitat econòmica d'Osona

La comarca d'Osona es caracteritza per tenir una estructura territorial heterogènia amb àrees geogràfiques i sectors econòmics diversos. La plana de Vic és un territori més dinàmic, amb major concentració de població i d'activitat econòmica que els territoris o subcomarques perifèriques que l'envolten. En aquestes subcomarques, amb una densitat de població més baixa, hi predominen les activitats agràries.

A nivell demogràfic, tot i que es pot afirmar que Osona manté un creixement sostingut, cal constatar que al Lluçanès i al Bisaura el creixement de la població està estancat i amb un balanç migratori negatiu, ben al contrari del que passa a la plana de Vic i a Osona sud, on tant el creixement demogràfic com el balanç migratori són positius.

En els últims anys l'activitat econòmica d'Osona ha viscut un creixement moderat d'un 2,2% anual, lleugerament inferior al del conjunt de Catalunya. Aquesta pèrdua de pes és, en bona mesura, deguda a la crisi dels sectors industrials tradicionals a la comarca, el tèxtil i el cuir. De totes maneres, la crisi d'aquests sectors industrials queda compensada, en part, pel creixement continu del sector agroalimentari i l'expansió del sector serveis i el de la construcció. Aquests dos últims adquireixen cada vegada un pes específic més elevat en el conjunt de l'activitat econòmica comarcal. El sector primari, tot i estar molt especialitzat en el porcí, en el boví i en la producció de llet, no té pes específic a la comarca.

Actualment Osona té un mercat laboral propi on el 94,2% dels llocs de treball existents són coberts per persones residents a la pròpia comarca. Així cal destacar que la comarca té uns elevats índexs d'autocontenció i autosuficiència, és a dir, una alta capacitat tant per retenir ocupada la població resident i com per ocupar els seus llocs de treball amb aquesta població. Tot i així

és remarcable l'alta mobilitat laboral entre els diferents municipis de la comarca i el creixement de la mobilitat externa del segment de població més formada.

En referència al mercat de treball, Osona manté un nivell de desocupació lleugerament inferior a la mitjana de Catalunya amb un atur registrat, el novembre del 2005, del 8,50%. Cal esmentar que aquest atur està més centrat en el sector industrial i afecta d'una manera molt més elevada les dones (66,38%) i també la població de 45 anys o més.

La població activa ha augmentat considerablement en el sector de la indústria agroalimentària, bàsicament amb població immigrant.

Per acabar aquesta visió general de l'activitat econòmica d'Osona, cal plasmar que a nivell de comunicacions la comarca compta amb una bona xarxa de comunicacions transversals i verticals, excepte en els territoris més muntanyencs com és el cas del Lluçanès, que pateix un notable aïllament respecte a grans centres industrials i de serveis i disposa d'una reduïda xarxa de transports públics.

1.2. El sector industrial

El sector industrial és el veritable motor de l'economia osonenca, una comarca amb un teixit industrial molt important malgrat que actualment es trobi en retrocés. Aquest retrocés es deu a la pèrdua de pes del tèxtil i el cuir, dos dels sectors que tradicionalment han impulsat l'economia comarcal. Aquests sectors es troben en total transformació i actualment representen el 21,4% del PIB industrial. D'altra banda el sector alimentari, que segueix una tendència de creixement constant, representa el 20,9%. Hi ha un nombre important d'empreses dedicades a la producció de pinsos, escorxadors i empreses d'elaboració de productes destinats al consum final.

El sector metal·lúrgic es manté de forma molt sostinguda pel que fa a la seva aportació al total del PIB industrial a la comarca. El pes de la metal·lúrgia i dels productes metàl·lics sobre el PIB industrial a Osona és del 12,2%.

1.3. Escenaris i tendències de futur del sector industrial osonenc

Els sectors tradicionalment més potents a l'economia osonenca no recuperaran el pes que han tingut en el passat ja que cada vegada es fan més paleses les conseqüències de la globalització. La competència augmentarà en els propers anys i afectarà tots els processos productius de la indústria, la qual cosa provocarà la pèrdua del dinamisme industrial.

En aquest sentit, les empreses s'estan adaptant a aquesta nova realitat i com a conseqüència estan canviant les característiques del teixit industrial osonenc. En els propers anys s'estima que hi haurà més empreses però més petites, aconseguint així estructures molt més flexibles i adaptables a l'entorn dinàmic amb el qual es conviu.

Per fer front a aquesta situació el teixit industrial s'especialitza cap a un sector d'alt valor afegit. Els sectors tradicionals creixeran en funció de les necessitats locals mentre que les noves empreses desenvoluparan activitats relacionades amb les noves tecnologies i el coneixement.

Aquests canvis en el model de l'estructura productiva de la comarca demanaran de polítiques actives per fer front als aspectes negatius que se'n deriven. D'altra banda, aquesta reducció de les estructures empresarials conviurà amb l'augment de les empreses intenses en coneixement que suposaran una oportunitat per a la gent jove amb un alt nivell d'estudis. A mitjà i llarg termini, aquest nou model econòmic facilitarà un creixement harmònic i respectuós amb el medi ambient que augmentarà la qualitat de vida de la població.

2. Impactes del canvi climàtic a la indústria d'Osona

2.1. Reflexions prèvies

Davant l'evidència del canvi climàtic és important reflexionar sobre la gestió ambiental i la cultura estratègica del sector industrial, ambdós aspectes claus i determinants per afrontar amb èxit les adaptacions que hauran d'incorporar les empreses d'Osona per fer front als impactes del canvi climàtic.

L'aproximació al grau de gestió ambiental es fa a partir de l'avaluació d'algunes dades que poden servir com a indicadors. En concret: la gestió dels residus, els estudis fets per la seva minimització, l'emissió de contaminants, els estudis realitzats en l'àmbit de l'estalvi energètic i de l'ús racional de l'aigua, així com també el nombre d'empreses que han optat per la qualificació ambiental.

Segons les estadístiques publicades,¹ l'any 2004 a Osona es van produir un total de 293.625 tones de residus industrials. Aquesta xifra representa el 4,71% del total de residus industrials produïts a Catalunya.

En relació a la tipologia dels residus industrials, la major part són de tipus no especial (95,12%) i només una petita part de les tones declarades (14.336 t) corresponen a residus especials. Pel que fa a la producció per sectors industrials, destaca l'activitat alimentària que és responsable del 52,26% dels residus produïts. A la comarca, els tractaments més habituals dels residus industrials són la valorització externa (69,73%), la deposició controlada (16,86%) i el tractament fisicoquímic / depuradora (7,89%).

La reducció dels residus produïts no és un tema prioritari per a les indústries d'Osona, conclusió que s'extreu a partir dels pocs estudis fets en aquest sentit. Entre els anys 1999 i 2005²

només s'han fet setze Diagnòstics Ambientals d'Oportunitats de Minimització (DAOM). Cal destacar però que una de les cinc DAOM realitzades durant l'any 2005 s'ha fet a nivell de tot un polígon industrial de Sant Pere de Torelló.

En referència a l'emissió de contaminants, cinquanta empreses d'Osona es troben inscrites a l'Inventari d'Emissions i Fonts Contaminants de Catalunya (EPER-CAT). Aquest inventari només s'aplica als sectors inclosos a l'annex 1 de la Directiva 96/61/CE (més coneguda com a Directiva IPPC), relativa a la prevenció i al control integrat de la contaminació. En el cas d'Osona la major part de les empreses inscrites en aquest inventari pertanyen al sector agroramader i només dotze són del sector industrial. Respecte d'aquestes últimes, se'n destaquen els escorxadors i les empreses de tractament de superfícies metàl·liques i plàstiques que suposen el 66,66% del total d'activitats industrials inscrites.

Entre els anys 1992 i 2005³ s'han elaborat 133 estudis d'optimització de l'energia per a empreses de la comarca. Els estudis més sol·licitats han estat els diagnòstics d'estalvi energètic (64), seguits de les termografies (31) i les avaluacions del lliure mercat (25) i del mercat elèctric (13). Segons la distribució dels estudis fets per tipus d'activitat (vegeu la taula 1), les indústries més preocupades pel consum energètic són les del sector agroalimentari-agropecuari-alimentari (78) i també les del sector tèxtil-confecció-pelleteria (15).

1. Font: Agència de Residus de Catalunya.

2. Font: Centre per a l'Empresa i el Medi Ambient, SA.

3. Font: Institut Català d'Energia (ICAEN).

Taula 1. Estudis d'optimització energètica fets a empreses d'Osona.

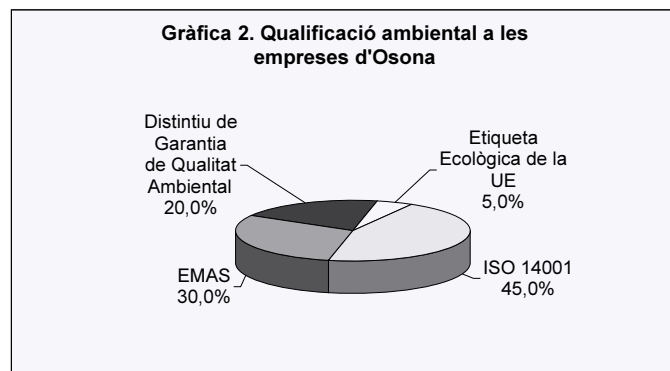
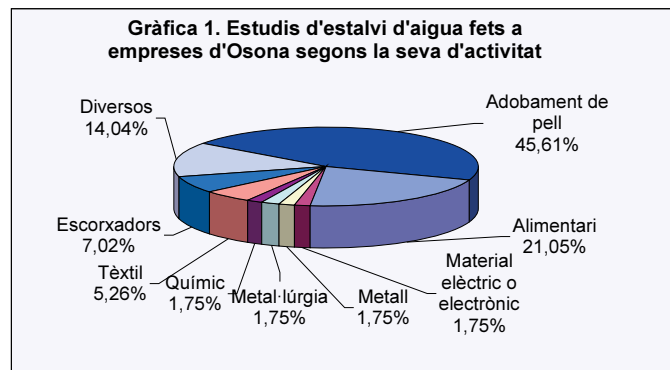
Sector	Diagnòstics d'estalvi energètic	Lliure mercat elèctric	Termografies	Mercat elèctric
Altres	1	4	0	1
Fusta-suro	1	2	0	0
Ceràmic	2	0	1	0
Metall	2	1	2	0
Plàstic i cautxú	2	0	0	0
Terciari	2	0	0	0
Ceràmic	3	0	0	0
Cuir	3	1	0	0
Metal·lúrgia-metall	4	0	0	0
Maquinària i material elèctric o electrònic	7	0	1	0
Tèxtil-confecció-pelleteria	9	2	1	3
Agroalimentari-alimentari-agropecuari	28	15	26	9
	64	25	31	13

Per al mateix període i en l'àmbit d'estalvi d'aigua⁴ s'han fet 57 estudis per a empreses d'Osona. En referència a l'activitat (vegeu gràfic 1), les empreses que més han sol·licitat aquests estudis són de l'adobament de la pell (26 estudis, 45%) i del sector alimentari (12 estudis, 21,05%).

Més enllà del compliment de la legislació, a Osona hi ha poques empreses que hagin optat per l'estratègia de la qualificació ambiental amb l'objectiu d'obtenir un reconeixement explí-

4. Font: Institut Català d'Energia (ICAEN).

cit dels seus esforços. En els registres que són de caràcter públic,⁵ tan sols hi ha inscrites vint empreses dels diferents sectors d'activitat de la comarca (vegeu gràfic 2). Pel que fa a les indústries, es constata un predomini clar dels sistemes de gestió ambiental (ISO 14001, EMAS) davant de l'ecoetiquetatge.



5. Font: Registres específics disponibles a la web del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya: (<http://mediambient.gencat.net/cat/empreses/inici.jsp?ComponentID=5843&SourcePageID=593#1>).

Tal com ja s'ha esmentat, un altre dels aspectes importants a tenir en compte en aquestes reflexions prèvies a l'hora de determinar com afectarà la indústria osonenca el canvi climàtic és l'impuls i la capacitat de planificació del sector, és a dir la seva cultura estratègica.

En aquest sentit, la falta d'una estratègia comarcal de desenvolupament industrial ha fet que la comarca creixés d'una manera poc planificada i poc previsor de canvis del futur. Poques empreses perceben el canvi climàtic com un input a tenir en compte a l'hora de planificar de forma estratègica a mitjà i llarg termini. Aquest creixement poc planificat ha fet que s'hagi augmentat el consum indiscriminat del sòl industrial en detriment d'altres activitats econòmiques com l'agricultura. El creixement industrial no ha tingut en compte les necessitats futures del sector perquè la comarca tingui un teixit industrial competitiu i sostenible amb el territori.

2.2. Impactes del canvi climàtic

Els informes científics fets a diferents escales regionals indiquen que a Catalunya, i per extrapolació a Osona, el canvi climàtic es pot traduir a dos nivells:

- Augment de la temperatura de l'aire prop de la superfície terrestre, com a conseqüència de l'escalfament global.
- Manteniment o lleugera disminució de la precipitació relacionada amb un increment dels episodis extrems (aiguats).

És evident que aquests impactes no afectaran de la mateixa manera tots els sectors econòmics. El grau concret d'afectació (adversa o beneficiosa) a cada sector dependrà de la seva sensibilitat al clima, la sensibilitat dels processos productius, dels recursos humans o de les matèries primeres que s'utilitzen.

En termes generals, d'acord amb la sensibilitat dels sectors econòmics al clima, podem dir que el canvi climàtic afectarà el sector industrial indirectament, mentre que l'agricultura, el turisme i el lleure es veuran directament afectats. De totes maneres, segons el que s'ha detallat anteriorment, l'impacte del canvi climàtic sobre l'agricultura, el turisme i/o el lleure en principi no serà significatiu per a l'economia comarcal pel poc pes específic que actualment hi tenen. De totes maneres, cal tenir-los molt presents ja que en els propers anys són els sectors econòmics que més augmentaran.

El sector industrial

En el cas de la indústria els efectes directes del canvi climàtic seran secundaris ja que la temperatura, la pluja o els vents incideixen només sobre les façanes dels edificis on es realitza l'activitat. De totes maneres el canvi climàtic sí que afectarà el sector industrial indirectament com a conseqüència de:

- Les altes temperatures a l'estiu, poden afectar les condicions de treball i el benestar dels treballadors, així com la seva productivitat (especialment als llocs de treball on cal anar protegit amb molta roba).
- Un increment de precipitacions conduirà a un augment de les necessitats de manteniment.
- Un increment de la demanda de refrigeració artificial farà augmentar les emissions de CO₂ i, al mateix temps, la factura energètica. Per algunes empreses l'adaptació pot suposar inversions costoses.
- Indirectament, els impactes del canvi climàtic també podran reflectir-se en la demanda del mercat (p. ex.: augment del consum de vegetals i begudes refrescants a l'estiu).

Desglossant el sector industrial, la incidència indirecta del canvi climàtic serà important en el cas de la indústria agroalimentària. El sector agroalimentari es considera un sector força sensible i vulnerable, atès que es troba fortament condicionat a l'existència d'unes matèries primeres (vegetals i animals) clarament dependents del clima. Aquesta dependència rau en l'acció directa sobre els processos de creixement de les plantes i dels animals, en la influència en la transmissió de determinades malalties, sense oblidar l'acció que pot generar sobre la demanda de determinats productes.

D'altra banda, el sector agroalimentari es caracteritza per un alt consum d'aigua (factor crític en cas de reducció de la disponibilitat de recursos hídrics), unes elevades emissions de líquids de gran resistència orgànica (la variabilitat del règim de precipitacions pot suposar haver d'adaptar els sistemes de tractament bé per separar les aigües pluvials, bé per reduir la càrrega contaminant dels afluents i evitar que arran dels escassos cabals dels rius a l'estiu se sobrepassin els límits permesos i que això afecti seriosament els ecosistemes aquàtics) i un alt consum d'energia associat a l'aigua de calefacció i refrigeració.⁶

3. Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca d'Osona

D'acord amb les previsions fetes, queda palès que el canvi climàtic afectarà en més o en menys mesura l'economia d'Osona. Totes les activitats patiran indirectament les conseqüències de l'escalfament global del planeta ja que, tan sols a títol d'exemple, la productivitat dels recursos humans es podrà veure afectada per l'augment de la calor.

6. A títol d'exemple, en la majoria d'escorxadors la planta de refrigeració és el consumidor d'electricitat més important; pot representar del 45 al 90% de la càrrega total de la instal·lació durant l'horari laboral i gairebé el 100% durant els períodes no productius.

En aquest nivell és especialment oportú tenir en compte les seves possibles conseqüències (augment del preu de l'energia, reducció dels recursos hídrics i augment de les temperatures) en la presa de decisions. Així doncs, amb l'objectiu de minimitzar els efectes negatius que el canvi climàtic podria tenir a Osona, cal potenciar la capacitat d'adaptació de totes activitats empresarials i, en especial, d'aquelles que presenten una major sensibilitat al clima.

Des de l'òptica econòmica, les decisions es poden prendre a dos nivells:

- En la planificació estratègica comarcal.
- A nivell d'empreses o agrupacions d'empreses, gremis o similars.

Mesures a tenir en compte a nivell comarcal

- Evitar la instal·lació d'activitats amb elevats consums d'aigua o d'energia.
- Promoure models d'urbanisme sostenible, que minimitzin la necessitat de desplaçaments (reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle) i l'ocupació de nou sòl (model de ciutat compacta, evitar noves urbanitzacions o polígons aïllats).
- Promoure l'ús del transport públic i de l'hàbit de compartir el cotxe per anar a treballar.
- Treballar conjuntament amb els agents socials i econòmics per promoure l'ecoeficiència a nivell de qualsevol tipus d'empresa.
- Planificar el nou sòl industrial amb criteris d'ecologia industrial.

Mesures a adoptar des de l'òptica empresarial

- Promoure la gestió ambiental de les empreses i, amb especial èmfasi, aquells canvis que suposin una adaptació al clima. La gestió ambiental entesa d'una forma àmplia (com a protecció ambiental) encara és incipient a la

comarca i s'ha de potenciar per qualsevol tipus d'empresa, amb independència de la seva mida o procés productiu. Es considera especialment oportú que el procés d'adaptació al canvi climàtic es faci de forma progressiva i comenci a partir d'ara, aprofitant l'oportunitat de reformes, ampliacions o modificacions pel que fa a les activitats existents.

- Treballar per sectors empresarials, a nivell agremiat o de polígons amb l'objectiu de trobar sinergies de cara a la protecció ambiental (reducció dels costos de tractament, optimització de certes infraestructures...).

Amb una actitud positiva i reflexiva davant dels problemes ambientals, com ho és el canvi climàtic, els diferents sectors productius, en particular les indústries, poden obtenir avantatges molt clars en un termini de temps no gaire llarg: generació d'avanços tecnològics, millora de mercats, avantatges sobre la competència, millora de la seva imatge per part dels clients, millora de la qualitat de vida dels empleats, millora de la seguretat a l'empresa, garanties de continuïtat...

El canvi climàtic d'origen antròpic està directament relacionat amb altres problemes de caràcter ambiental i socioeconòmic i, per tant, les formes d'afrontar-lo moltes vegades seran comunes i sinèrgiques. En aquest marc, les empreses que persegueixin l'eficiència energètica, redueixin les seves emissions i efluent i minimitzin la producció de residus guanyaran competitivitat.

Referències bibliogràfiques

Anuari socioeconòmic d'Osona (juny de 2005).

COMISSIÓ EUROPEA. DIRECCIÓ GENERAL CRC. CENTRE DE RECERCA CONJUNTA. *Prevenió i control integrats de la contaminació (IPPC). Document de referència sobre les millors tècniques disponibles per a la cria intensiva d'aviram i bestiar porcí. Institut d'Estudis Tecnològics Prospectius (Sevilla). Tecnologies per a un Desenvolupament Sostenible. Oficina Europea per a la Prevenió i Control Integrats de la Contaminació (IPPC).* Novembre 2002.

COMISSIÓ EUROPEA. DIRECCIÓ GENERAL CRC. CENTRE DE RECERCA CONJUNTA. *Prevenió i control integrats de la contaminació (IPPC). Document de referència sobre les millors tècniques disponibles per a escorxadors i indústries de subproductes animals. Institut d'Estudis Tecnològics Prospectius (Sevilla). Tecnologies per a un Desenvolupament Sostenible. Oficina Europea per a la Prevenió i Control Integrats de la Contaminació (IPPC).* Novembre 2003.

CONSELL ASSESSOR PER AL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE (CADS). *Informe sobre el canvi climàtic (resum de conclusions).* Generalitat de Catalunya.

ÍNDEX

CLIMATOLOGIA	23
Introducció.	
El canvi en la composició atmosfèrica.	
Impactes del canvi climàtic.	
Projeccions sobre el clima futur.	
L'ozó troposfèric: un risc específic de la plana de Vic.	
Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca.	
SISTEMES AQUÀTICS	45
Introducció.	
Els sistemes aquàtics d'Osona al llarg del temps.	
De què estem parlant?	
Impactes del canvi climàtic a la comarca d'Osona.	
Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca.	
RECURSOS HÍDRICS	73
Introducció. El balanç hídric.	
Impactes del canvi climàtic a Osona.	
Les aigües superficials.	
Les aigües subterrànies.	
Usos del sòl.	
Abastament i consum d'aigua.	
Propostes d'actuació com a mesures d'adaptació i mitigació del canvi.	
RAMADERIA	87
Introducció.	
Evolució recent i situació actual de la ramaderia a Osona.	
Reducció del nombre de pagesos i d'explotacions ramaderes.	
Concentració. Menys explotacions, però més grans.	
Concentració. Més porcí.	
Hi ha prou terra?	
Concentració en l'espai.	
Aspectes socials. Producció sense pagesos. Integració.	

Aspectes ambientals. Contaminació.	
Impactes del canvi climàtic a la comarca d'Osona.	
Disponibilitat de farratges.	
Malalties.	
Augment dels gasos d'efecte hivernacle.	
Aigua: punt crític.	
Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca.	
AGRICULTURA	103
Introducció.	
Característiques de l'activitat agrària de la comarca.	
Impactes del canvi ambiental sobre l'agricultura a la comarca d'Osona.	
Escalfament i cicle de l'aigua.	
Augment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle i contaminants.	
Augment d'anys climàtics extrems.	
Mesures d'adaptació per a l'agricultura osonenca.	
Mesures per la mitigació del canvi ambiental.	
BOSCOS / SILVICULTURA	121
Introducció.	
Impactes del canvi climàtic a la comarca d'Osona.	
Aspectes generals.	
Canvis en la tipologia dels boscos.	
Incendis forestals.	
Plagues i malalties.	
Erosió.	
Mesures d'adaptació i mitigació.	
FAUNA	135
Introducció.	
Impactes del canvi climàtic a Osona.	
Fauna invertebrada.	
Fauna vertebrada.	
Mesures d'adaptació i mitigació dels efectes del canvi climàtic a la comarca.	

FLORA I VEGETACIÓ	145
Introducció.	
Impactes del canvi climàtic sobre la flora i la vegetació de la comarca d'Osona.	
Aspectes generals.	
Impactes sobre els diferents tipus de vegetació de la comarca d'Osona.	
Mesures d'adaptació i mitigació.	
SÒLS	165
Introducció	
El sòl i les seves funcions.	
Vulnerabilitat i degradació del sòl.	
El paper dels sòls en el flux de gasos amb efecte hivernacle.	
Els sòls que tenim a Osona.	
Impactes del canvi climàtic a la comarca d'Osona.	
Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la comarca.	
RESIDUS	185
Introducció.	
L'estat de la qüestió a Osona.	
Els residus municipals.	
Els residus ramaders.	
Els residus industrials.	
Una aproximació a l'efecte hivernacle dels residus.	
Mesures correctores.	
ENERGIA	197
Osona respecte a Catalunya i Espanya.	
Infraestructures energètiques a la comarca d'Osona.	
Producció pròpia d'energia.	
Estructura de l'actual consum energètic a Osona.	
Emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) derivats dels consums a Osona.	
Projeccions energètiques futures a la comarca.	
Influència del canvi climàtic sobre l'energia.	

Sensibilitat al clima actual.
 L'electricitat.
 El gas, el petroli i el carbó.
 Impactes previsibles del canvi climàtic.
 Mesures de mitigació.
 Actors principals.
 Transport.
 Mesures en el sector industrial.
 Mesures en l'ordenació territorial i l'urbanisme.
 Sector domèstic, de serveis i primari.
 Altres.

TERRITORI 223

Introducció.
 Una primera manifestació: l'illa de calor de Vic.
 Un repàs a les dinàmiques socioeconòmiques.
 Morfologia de la Plana.
 El sistema de transports públics.
 El model de futur del Pla Director Urbanístic de la Plana de Vic.

INDÚSTRIA 241

Introducció.
 L'activitat econòmica d'Osona.
 El sector industrial.
 Escenaris i tendències de futur del sector industrial oso-
 nenc.
 Impactes del canvi climàtic a la indústria d'Osona.
 Reflexions prèvies.
 Impactes del canvi climàtic.
 Mesures d'adaptació i mitigació del canvi climàtic a la
 comarca d'Osona.

ÍNDEX 257