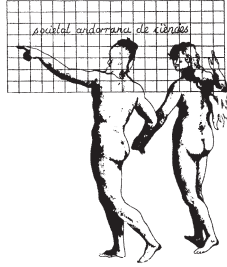




Societat Andorrana de Ciències

EL CANVI CLIMÀTIC I ANDORRA

29a DIADA ANDORRANA
XLVIII UNIVERSITAT CATALANA D'ESTIU
20 d'agost del 2016
Prada de Conflent



Societat Andorrana de Ciències

EL CANVI CLIMÀTIC I ANDORRA

29a DIADA ANDORRANA
XLVIII UNIVERSITAT CATALANA D'ESTIU
20 d'agost del 2016
Prada de Conflent

Diada patrocinada per



Govern d'Andorra

© Dels seus autors els textos, fotografies, i imatges
© Societat Andorrana de Ciències
Primera edició, agost de 2017

Amb l'ajut de:
Govern d'Andorra
FEDA Cultura
Institut d'Estudis Catalans
Voluntariat cultural

Foto portada: Vista dels pics de Casamanya i Estanyó, bordes de Mereig, vall de Montaup i vall del Riu, al fons, des de Grandvalira sector El Forn (20 de gener del 2013). Foto: SAC

Realització gràfica: ARA Disseny® (ADMEG)
Maquetació: Pilar Monge i Gómez

Impressió: Impremta Envalira
DL: AND.336-2017
ISBN: 978-99920-61-33-6

Sumari

Salutació

Jordi CASASSAS i YMBERT, president de l'equip rector de la XLVIII edició de l'UCE 5

Presentació

Marta FONOLLEDA i RIBERAYGUA, assessora territorial de l'equip rector de l'UCE,
per les relacions amb Andorra 7

L'opinió pública i el medi ambient a Andorra. Anys 2002-2016

Joan MICÓ i IBÁÑEZ, sociòleg i director del CRES, Centre de Recerca Sociològica - IEA 9

Interaccions entre el canvi climàtic i els episodis de pols sahariana a Andorra

Alan WARD i KOECK, doctor en societat de la informació i professor a l'Escola Andorrana 19

Andorra: camí cap a la sostenibilitat

Albert GOMÀ i SALA, políticòleg i sociòleg, responsable de l'empresa Social Innova 27

Canvis globals i canvi climàtic

Valentí TURU i MICHELS, llicenciat en geologia i membre del Patronat de la Fundació
Privada Marcel Chevalier 35

La realitat del canvi climàtic

Ramon COPONS i LLORENS, doctor en ciències geològiques i director tècnic del CENMA-IEA, Laura
TRAPERO i BAGUÉ, doctora en ciències físiques i investigadora del CENMA, i Marc PONS i PONS,
doctor en enginyeria de la sostenibilitat i investigador al CENMA 51

Projeccions regionalitzades de canvi climàtic a Andorra

Marc PONS i PONS, doctor en enginyeria de la sostenibilitat i investigador del CENMA i de
l'OBSA, i Laura TRAPERO i BAGUÉ, doctora en ciències físiques i investigadora del CENMA 61

La transició energètica i el canvi climàtic

Albert MOLES i BETRIU, enginyer i director general de Forces Elèctriques d'Andorra (FEDA) 67

Les accions nacionals front el canvi climàtic

Rosa GILI i CASALS, química i consellera general del grup parlamentari mixt pel Partit
Socialdemòcrata (PS) 71

Qüestions globals, solucions locals

Roger PADRENY i CARMONA, llicenciat en dret i ciències polítiques, membre de la junta
d'Apapma i de la taula permanent del Fòrum Nacional de la Joventut d'Andorra 75

La sostenibilitat del recurs hídic a Andorra enfront al canvi climàtic

Cristina PESADO i PONS, geòloga i màster en gestió de l'aigua, doctoranda a l'OBSA,
Marc PONS i PONS, doctor en enginyeria de la sostenibilitat i investigador al CENMA,
director de l'observatori de la sostenibilitat d'Andorra OBSA, Juan-Ignacio LÓPEZ MORENO,
Instituto Pirenaico de Ecología IPE-CSIC 79

La pedagogia sobre el canvi climàtic a l'àmbit educatiu d'Andorra

F. Javier GÓMEZ i VARGAS, doctor en ciències ambientals i responsable del Centre Andorra Sostenible 93

La climatologia, un punt fort en els vins de Casa Auvinyà

Esteve TOR i ARMENGOL, enginyer de monts, Celler Casa Auvinyà 101

Legislació en matèria energètica al Principat d'Andorra: passat, present i futur	
Albert GOMÀ i ROCA, tècnic de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic, ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat, Govern d'Andorra. Llicenciat en ciències ambientals i màster en Energies renovables i eficiència energètica	105
Percepció de la ciutadania andorrana sobre el canvi climàtic	
Antoni MOLNÉ i OVIEDO, responsable del Servei Meteorològic	109
Efectes del canvi climàtic sobre la biodiversitat a Andorra	
Benjamin KOMAC i MINGAUD, doctor en ciències biològiques i investigador al CENMA	115
Més càlid, més sec i més humit. Els llindars d'alerta meteorològica	
Guillem MARTÍN i BELLIDO, físic i tècnic al Servei Meteorològic d'Andorra	123
El compromís del CENMA-IEA en la recerca en canvi climàtic i canvi global a Andorra	
Ramon COPONS i LLORENS, doctor en ciències geològiques i director tècnic del CENMA-IEA	131
L'Associació per a la Defensa de la Natura, ADN, i el canvi climàtic: recorregut pels projectes i les accions	
Carolina MOTWANI i BOIX, biòloga i presidenta d'ADN, Albert RUZAFÀ i TOMÀS, enginyer de forests i tresorer d'ADN, i Anna RIBERAYGUA i MONTAGUT, llibretera i expresidenta d'ADN	137
El canvi climàtic; fenomen global, acció local	
Carles MIQUEL i GARCIA, enginyer superior en aigua i medi ambient, enginyer tècnic en obres públiques i Cap de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic del Ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat	141
Descarbonitzar el Planeta movent-nos del Tenir al Ser	
Delfí ROCA i ROCHE, activista, membre del Consell Nacional de Socialdemocràcia i Progrés d'Andorra (SDP) i president de l'Associació Muntanyes de Vida (MUNTVIDA)	153
La cura del medi ambient: un compromís de tot Andorra	
Josep MAJORAL i OBIOLS, tècnic superior en energia i conseller general pel Grup Parlamentari Liberal	161
El canvi climàtic i Andorra: afrontar els reptes i aprofitar les oportunitats	
Marc BALLESTÀ i ALIAS, enginyer en telecomunicacions i conseller general del Grup Parlamentari Demòcrata	165
Cloenda	
Àngels MACH i BUCH, presidenta de la SAC i representant de la SAC a la FUCE	171
Pensant en Andorra i el canvi climàtic: un núvol de paraules espontànies	
Marta FONOLLEDA i RIBERAYGUA, assessora territorial de l'equip rector de l'UCE per les relacions amb Andorra	173
Altres actes a l'UCE	
Transitar entre fronteres: homenatge a Pompeu Fabra	
Marta FONOLLEDA i RIBERAYGUA, assessora territorial de l'equip rector de l'UCE per les relacions amb Andorra	175
Annex	
Lista de participants a la 29a Diada Andorrana de la XLVIII UCE	177
Programa previst	179
Imatges de la 29a Diada Andorrana	181
Recull de premsa	184



Salutació

Jordi CASASSAS i YMBERT



És un honor poder inaugurar una nova edició d'aquestes jornades andorranes que fa tant de temps que enriqueixen la nostra universitat. La representació andorrana va tenint un pes molt destacat en l'organigrama de la Universitat Catalana d'Estiu i la prova n'és que ja n'inaugurem la 29a edició. Enguany, la nostra vicerectora per als afers andorrans ha estat present en l'acte d'homenatge que habitualment fem davant la tomba d'aquest gran referent per a la nostra cultura i el nostre país que ha estat i segueix sent-ho, el mestre Pompeu Fabra, mort en els moments més foscos de l'exili aquí a Prada.

La nostra idea és que la Universitat Catalana d'Estiu ha de tractar temes fonamentals i d'especial interès per a la ciutadania. Ho ha de fer com a part essencial de la programació acadèmica i també com a complement seu, com el reflex del compromís social, cultural i polític que tenim amb la societat dels Països Catalans. Aquest any, el tema gravíssim del canvi climàtic s'ha convertit en un dels principals centres d'interès i ha motivat la programació d'alguns dels nostres àmbits acadèmics. És un tema que ens afecta a tots, que afecta el conjunt dels Països Catalans i en el qual tots hi hem de posar el coll, perquè ens hi juguem molt.

En relació amb el canvi climàtic no hi pot haver excuses. El cert és que davant molts altres temes tenim tendència –m'atreveria a dir que quasi *caracterial*– a crear comissions, a posar-los en estudi, a fer grans declaracions respecte de la necessitat que tots tenim de ser-ne conscients, d'assegurar que caldrà estudiar-los a fons. Ahir mateix plantejàvem la recurrent qüestió de la divisió territorial. Els que tenim una certa edat teníem la sensació de trobar-nos allà on érem fa una trentena d'anys, repetint la cantarella que es tracta d'una qüestió cabdal que caldrà tancar d'una vegada. I si no sabem ordenar el nostre territori, com sabrem què hi farem al damunt? Ara bé, si ens comportem igual davant del canvi climàtic es podria donar el cas que ens agafés el tren, que no hi fóssim a temps. Penso que ha arribat l'hora de dir amb vehemència a les nostres autoritats que estem preparats, que podem seguir debatent el tema

però que, en el fons, estem preparats per passar a l'acció. Tenim les idees, tenim la gent: ara cal actuar.

La Universitat Catalana d'Estiu s'ha preparat i s'ha de seguir preocupant d'aquestes qüestions cabdals que van més enllà de les ideologies. No som ingenus, però, i sabem que a tot arreu hi ha el component ideològic. Però en qüestions com la del canvi climàtic es pot donar el cas que en el transcurs d'una llarga discussió sobre els fonaments ideològics amb què hem d'encarar el tema un dia ens despertem i ens adonem que el país se'ns ha fos a sota dels peus. Molt bona feina, i espero que tots plegats puguem seguir col·laborant molts anys.

Jordi Casassas i Ymbert,
president de l'equip rector de la XLVIII edició de l'UCE



Presentació

Marta FONOLLEDA i RIBERAYGUA



Benvinguts a la XXIX Diada andorrana de la XLVIII Universitat Catalana d'Estiu, un punt de trobada per parlar i dialogar al voltant d'Andorra.

El tema escollit aquest any és *El canvi climàtic i Andorra*. No és un tema nou, però continua sent un tema rellevant i d'actualitat. L'any 1988, el Programa de les Nacions Unides per al medi ambient (PNUMA) i l'Organització Mundial de la Meteorologia (OMM) van decidir reunir científics de diverses àrees de tot el món per crear el Panell intergovernamental sobre el canvi climàtic (IPCC). L'objectiu era ordenar científicament el fenomen del canvi climàtic perquè poguéss orientar la presa de decisions polítiques. D'això ja fa 28 anys. Actualment, continuem parlant del canvi climàtic, però la manera de parlar-ne ha canviat. Durant aquest temps, podríem dir que hi ha hagut una evolució mediàtica, científica i social, amb diferents moments que de vegades han pogut encavallar-se en el temps però que són conceptualment molt diferents:

- El primer moment fa referència a la construcció del concepte *canvi climàtic*. Ens qüestionàvem què era exactament i si realment podíem parlar d'un canvi en particular: *el canvi climàtic*. Va ser un moment en què es va fer molta pedagogia sobre el funcionament del clima, sobre els sistemes complexos, els canvis constants i la incertesa.
- Havent assumit que era un *canvi* particular, ens qüestionàvem quin paper hi jugàvem les societats humanes. Amb cert alarmisme, vam entendre no només que hi teníem un paper accelerador, sinó que podíem ser-ne dels principals afectats. Va ser un moment de fort qüestionament del nostre model de desenvolupament i de buscar noves formes de viure alternatives.
- Finalment ara, amb consens científic respecte dels punts anteriors, som en el moment de l'acció. No ens cal fer-hi gaires més voltes, ens cal moure fitxa en diferents plans, locals i globals. I com que sempre anem tard, cal portar a terme dos tipus d'accions en paral·lel:
 - les d'adaptació, que assumeixen que el canvi climàtic està en marxa i que hem de començar a pensar com convivim amb els efectes;

- i les de mitigació, que actuen sobre les causes, no per evitar el canvi climàtic (que ja sembla una partida perduda) sinó per evitar-ne l'acceleració.

Des de la SAC, tampoc no és la primera vegada que s'aborda aquest tema. Els 2s Debats de recerca, l'any 2007, es titulaven *Vers el canvi climàtic*. Ara, per a la XXIX Diada Andorrana a l'UCE hem triat el títol *El canvi climàtic i Andorra*, assumint que tenim una trajectòria en aquest tema i que per tant ens agradaria que les contribucions se centressin sobretot en l'acció.

Com sabeu, en la Diada Andorrana ens agrada agafar un tema prou ampli i abordar-lo de manera polièdrica i calidoscòpica. Per parlar de canvi climàtic ens acompanyen un ventall molt ampli d'actors: les principals institucions de recerca del país que toquen aquest tema, el Servei de Meteorologia i l'Oficina de l'energia i el canvi climàtic del Govern d'Andorra, Forces Elèctriques d'Andorra (FEDA), científics i experts en la matèria, associacions ecologistes i representants dels grups polítics.

Les ponències que ens oferiran aborden quatre grans àmbits del canvi climàtic: les percepcions i opinions; la complexitat del sistema climàtic; els efectes del canvi climàtic; i les accions i propostes en diferents àmbits.

Per acabar, agraiem el patrocini del Govern d'Andorra i de FEDA Cultura, la participació de tots els ponents i de les persones que ens acompanyen. Esperem que sigui una jornada rica, interessant i profitosa per a tothom!

Marta Fonolleda i Riberaygua,

assessora territorial de l'equip rector de l'UCE,
per les relacions amb Andorra



L'opinió pública i el medi ambient a Andorra. Anys 2002-2016

Joan MICÓ i IBÀÑEZ



En la present ponència es presenten els resultats de l'Observatori, enquesta d'opinió que fa el CRES des del 2002 i que en aquests anys ha anat afegint preguntes relacionades sobre el medi ambient, i una enquesta específica sobre els valors de la població d'Andorra feta l'any 2005 i que té també preguntes relacionades amb aquest tema.

Moltes de les preguntes de valoració del medi ambient s'han anat repetint al llarg d'aquests anys, i com es veurà mes endavant, amb canvis destacables de la percepció de la seva qualitat. Com veureu també, es fan una sèrie d'hipòtesis per intentar explicar aquest canvi de valoració. Aquestes hipòtesis tenen relació amb la percepció de la qualitat del medi ambient a partir de dades *objectives*, però també està relacionada amb el grau de conscienciació, l'escala de valors i les prioritats de la població.

És per aquest motiu que en aquesta ponència també es parlarà dels resultats de l'*Enquesta mundial de valors a Andorra* en l'onada de l'any 2005.

La percepció social

La sociologia, des del seu origen, ha tingut la pretensió de donar elements explicatius facin entendre la realitat social de la manera més exhaustiva possible. Atesa la complexitat d'aquesta realitat, no hi ha cap instrument metodològic que pugui abastar per si sol tots els matisos que hi ha en qualsevol fenomen social. És per aquest motiu que la sociologia utilitza un gran ventall de tècniques per aproximar-se a les problemàtiques per analitzar, tant qualitatives com quantitatives, amb la consciència que cadascuna té les seves limitacions i que s'ha de relacionar el conjunt de resultats per poder entendre tota aquesta complexitat.

Una de les tècniques que s'utilitzen és la dels sondejos d'opinió, una tècnica que, encara que si es fa amb una metodologia correcta i amb preguntes que es repeteixen al llarg del temps, ajuda a copsar la percepció de la població sobre una multitud de temes, amb els seus canvis al llarg del temps.

Com hem dit abans, en aquesta xerrada analitzem resultats de l'enquesta d'opinió que organitza el CRES de manera periòdica, l'Observatori, que entre molts altres temes ha tractat també la percepció del medi ambient.

Abans d'entrar de ple en l'anàlisi dels seus resultats, hem de fer un incís sobre quina és la relació del resultat de les enquestes d'opinió amb la realitat social.

És evident que la resposta dels enquestats mostra la seva percepció de la realitat. Aquesta percepció és una barreja de les creences, valoracions i opinions de les persones enquestades i la realitat *objectiva*.

Així, la percepció en les enquestes socials és una combinació de com es viu la realitat per part de les persones (els canvis de la realitat *objectiva*, quina ha estat la informació rebuda, el tractament dels mitjans de comunicació...) i quines són les seves prioritats o quin és el concepte de l'estat ideal d'una qüestió (quina és la seva escala de valors, en definitiva).

Preguntes fetes en l'Observatori sobre aspectes relacionats amb el medi ambient

Des dels primers observatoris, s'han anat demanant preguntes relacionades amb el medi ambient.

Per a aquesta presentació hem escollit un recull de resultats, que podem agrupar en les categories següents:

- 1- Preguntes que s'han fet sobre temàtiques específiques relacionades amb el medi ambient que s'han fet alguna onada de l'enquesta en especial.
- 2- Preguntes sobre la percepció de la qualitat del medi ambient que s'han anat repetint al llarg dels anys, i en conseqüència, podem comparar-ne els resultats i relacionar-los amb el moment històric.
3. Anàlisi del paper que ha tingut a la pregunta "quins són els tres principals problemes d'Andorra", el medi ambient i/o temes relacionats.

1- Preguntes específiques sobre medi ambient a l'Observatori

1r quadrimestre del 2002. Ampliació de les pistes versus medi ambient

L'any 2002 l'economia andorrana es trobava en plena expansió, i entre les qüestions de que més es parlava en aquella època era la conveniència o no de l'ampliació dels dominis esquiables (per exemple, l'obertura del telecadira de Creussans, a l'estació d'Ordino-Arcalís), en relació amb la conservació del medi ambient.

Digu'ns, si us plau, amb quina de les següents frases està més d'acord

	Percentatge
Per afavorir el creixement econòmic d'Andorra cal donar prioritat a l'ampliació de les pistes d'esquí, encara que això pugui perjudicar el medi ambient.	15,7
Pensant en el futur d'Andorra cal donar prioritat al medi ambient, encara que això signifiqui que no s'han d'ampliar les pistes d'esquí.	80,0
Ns/mc	4,3

1r quadrimestre del 2003. Reciclatge

Vostè actualment recicla algun tipus de residu? (és a dir, els diposita en una deixalleria o en un contenidor) Possibilitat de resposta múltiple.

En aquests anys a Andorra

	Casos	% resp. col.
Vidre	555	72,7%
Paper/cartó	117	15,3%
Piles usades	76	9,9%
Plàstics	23	3,0%
Llames	20	2,6%
Mòbils	3	,4%
Altres	12	1,5%
Cap	165	21,7%
Ns/mc	20	2,6%

Altres residus

	Casos	% col.
Alimentació	2	13,8%
Reveladors i tintes d'impressora	1	6,0%
Metal	1	6,0%
Olis	5	32,2%
Coure, alumini	2	13,8%
Pintura, olis	4	24,1%

s'estava implementant el sistema de reciclatge i era interessant demanar quina n'era l'acceptació per part de la població.

2n quadrimestre del 2003. Forn incinerador

Està vostè d'acord amb la construcció d'un nou forn incinerador?

Un dels debats de l'opinió pública andorrana l'any 2003 va ser el tancament de l'antic forn incinerador i la possibilitat d'obrir-ne un de nou (com recordareu, va ser motiu d'una de les primeres manifestacions importants davant de la seu del Govern). Es va fer un bloc de preguntes relacionades amb aquest tema, entre les quals es pot destacar aquesta.

	Freqüència	Percentatge
Si	616	75.7
No	156	19.1
Ns/nc	43	5.2
Total	814	100.0

3r quadrimestre del 2003. La caça a Andorra

Està vostè d'acord o en desacord amb les següents frases?

Durant una setmana de setembre, cada any s'obre la veda per poder caçar l'isard. Està a favor o en contra que es pugui caçar l'isard?

	D'acord	En desacord	Ns/nc
La caça és un mitjà necessari per regular la sobreabundància d'algunes espècies animals	41.5%	50.9%	7.7%
La caça pot ser responsable de la disminució i/o desaparició d'espècies animals	81.5%	11.5%	7.0%
Les associacions de caçadors fan molts esforços per aconseguir una caça més sostenible, ajudant l'equilibri ecològic	33.6%	45.6%	20.8%
La major part dels caçadors cacen sense pensar en l'equilibri ecològic	71.6%	17.8%	10.8%
La caça esportiva és una pràctica bàrbara i innecessària i s'hauria de prohibir	63.6%	28.4%	8.0%

El darrer quadrimestre del 2003 es van fer preguntes sobre quina era l'opinió sobre la caça. Els ítems que hem destacat en primer lloc van ser demanats en altres països europeus i això ens va permetre fer la comparació amb els resultats d'Andorra.

	Freqüència	Percentatge
A favor	208	28.5
En contra	440	56.0
Més indiferent	80	10.2
Ns/nc	58	7.3
Total	786	100.0

De manera específica, també es van demanar preguntes relacionades amb la caça de l'isard.

2n quadrimestre del 2004. Problemes relatius al medi ambient

Quin creu que és, actualment, el tema més preocupant en relació amb el medi ambient a Andorra? (només indicar 1 tema)

L'any 2004 es va demanar, específicament, quins eren els principals problemes a Andorra relacionats amb el medi ambient.

1r semestre del 2007. Reciclatge

Vostè actualment recicla algun tipus de residu? (els diposita en el contenidor específic o a la deixalleria)

L'any 2007 es van tornar a fer preguntes relacionades sobre els hàbits de reciclatge de la població. Com es pot apreciar en la taula anterior, i en comparació amb les dades de l'any 2003, hi ha un augment considerable de les

	Freqüència	Percentatge
Contaminació, pol·lució atmosfèrica	237	26.7
Creixement desordenat	157	17.6
Forn incinerador	143	16.1
Rius bruts, manca funcionament de les depuradores	68	7.6
Poc reciclatge, tractament dels residus	48	5.4
Poca cura amb el medi ambient en general	25	2.9
Boscoc i refugi brut, poca cura de la muntanya	11	1.3
Manca civisme de la població	9	1.0
Contaminació acústica	6	.7
Els plans d'urbanisme, no hi ha una política del medi ambient	6	.7
Abocadors de les escombreries	6	.7
Manca contenidors per reciclar	6	.7
Massa construcció de telecabines i telecabines	5	.6
Caners bruts	5	.6
Deforestació	4	.4
Manca d'informació en relació a les deixalles	1	.2
Altres	3	.3
Cap	72	8.1
Ns/nc	76	8.6

	Si	No	Ns/nc
Paper/cartó	86,0%	14,0%	,0%
Piles usades	82,1%	17,9%	,0%
Envasos (plàstics, brics, llaunes)	83,8%	16,2%	,0%
Vidre	86,7%	13,1%	,1%
Oil de fregir	39,7%	60,2%	,1%
Mobles i roba usada	74,1%	25,8%	,1%
Aparells elèctrics	69,6%	30,3%	,1%
Residus tòxics (medicaments, pintures...)	37,8%	62,1%	,1%

persones que afirmen que tenen l'hàbit de reciclar els residus.

Sembla clar que en aquests anys la implementació del sistema de reciclatge i de recollida selectiva de les deixalles estava donant fruit, encara que s'ha de tenir en compte que aquest tipus de preguntes estan condicionades pel que les persones considerem *desitjable socialment* i això fa que el percentatge de les persones que afirmen que reciclen pugui ser més gran que el que realment és.

2n semestre del 2009. Qualitat del paisatge

Quina és la major amenaça per als paisatges del Principat d'Andorra? (multiresposta)

El segon semestre del 2009, i com a complement d'un treball qualitatiu que ens va encarregar el departament de Medi Ambient del Govern, es van afegir una sèrie de preguntes de valoració, específicament sobre la qualitat del medi ambient.

	Freqüències	Percentatges
Total	857	
Construcció, plans d'urbanismes	559	65,2
Contaminació, manca de neteja	104	12,1
Les persones, la manca d'educació...	47	5,5
Canvi climàtic, foc, desforestació	22	2,6
Infraestructures	15	1,8
El turisme no sostenible, botigues	13	1,5
L'especulació	7	0,8
No hi ha cap amenaça	9	1,1
No contesta	92	10,7

Taula multiresposta: alguns enquestats han donat més d'una resposta i per tant la suma dels percentatges és més gran que 100.

2- Preguntes de valoració del medi ambient repetides al llarg d'aquests anys

Evolució de preguntes de l'Observatori

Durant aquests anys s'han repetit de manera periòdica una sèrie de preguntes relacionades amb la qualitat del medi ambient.

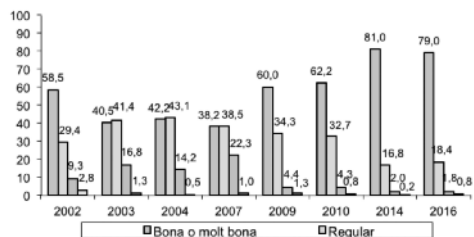
Com qualificaria la qualitat del medi ambient a Andorra?

Com es pot apreciar en aquest gràfic, l'any 2002 es tenia de manera majoritària una percepció positiva de qualitat del medi ambient. Aquesta percepció va anar disminuint fins a l'any 2007, quan els que diuen que la qualitat del medi ambient a

Andorra és molt bona o bona estan empatats amb els que diuen que regular, i hi ha un 22% dels enquestats que afirmen que és dolenta o molt dolenta. Aquesta tendència canvia de manera clara a partir del 2009, quan cada cop més ha estat a una percepció més positiva fins a l'any 2014.

Quines explicacions es poden donar a aquesta evolució? Se'n poden citar diverses:

- Fins al 2007 l'economia andorrana estava en plena expansió, i aquest fet es traduïa en un gran creixement de la construcció i de l'ocupació de part del territori andorrà d'infraestructures i edificacions. També hi havia del debat de què s'havia de fer amb algunes externalitats negatives d'aquesta expansió, com per exemple les runes, ja que l'Estat espanyol en va limitar la importació. A partir de l'any 2008, i de la crisi econòmica, un dels principals



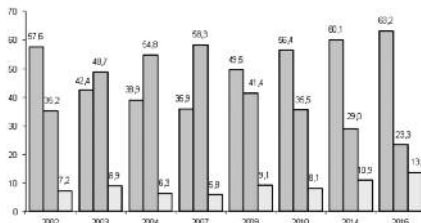
sectors econòmics damnificats ha estat la construcció i com a conseqüència es va aturar de manera considerable el creixement urbanístic.

- Així mateix, el gran creixement d'Andorra de les dècades anteriors havia portat com a conseqüència la necessitat de noves infraestructures ambientals, o d'adequar-ne altres que havien quedat antiquades. Una de les principals seria el sistema de col·lectors i depuradores per sanejar els rius; una altra, renovar l'antic forn crematori. A partir de mitjan dels anys 2000 es comença tenir perfilada la xarxa de depuradores, i se soluciona el tema de l'antic forn crematori construint-ne un de nou, modern i d'acord amb les normatives ambientals. Una hipòtesi en el considerable augment de satisfacció en relació amb la qualitat del medi ambient a partir de l'any 2007 seria que el funcionament d'aquestes noves infraestructures va portar una millora en la qualitat dels rius i que la decisió de l'obertura del nou forn crematori va ser força acceptada per la major part de la població.

- Una altra hipòtesi tindria a veure amb el canvi de prioritats de la població en una situació de crisi econòmica. Aquest canvi faria que els problemes més importants de les persones estarien més relacionats amb els efectes de la crisi econòmica (atur, dificultats per arribar a final de mes...) que altres problemes com el medi ambient.

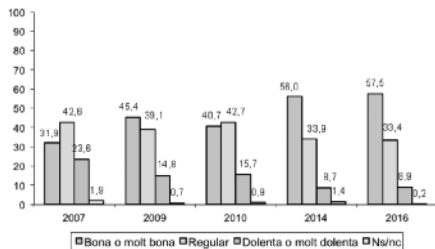
Li sembla que a Andorra es prenen les mesures necessàries per a la conservació del medi ambient?

L'evolució dels resultats d'aquesta pregunta són similars a la valoració de la població de la qualitat del medi ambient en general. L'any 2002 es pensava entre la població que a Andorra es prenen les mesures necessàries per a la conservació del medi ambient. Des del 2003 i fins al 2007, hi havia de manera majoritària la percepció que no. Aquesta tendència canvia a partir de l'any 2010.

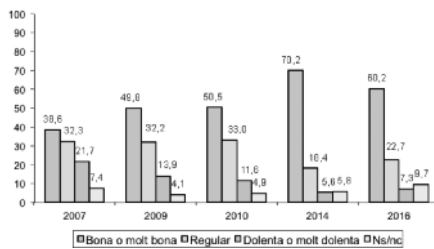


En relació amb els aspectes concrets següents, relacionats amb el medi ambient, des del 2007

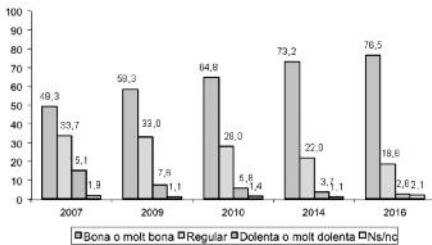
Valoració de la qualitat del soroll a Andorra



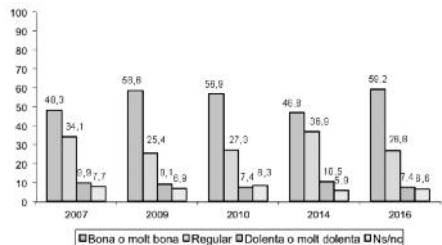
Valoració de la qualitat de l'aigua dels rius



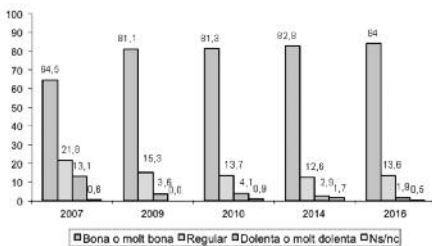
Valoració de la qualitat de l'aire



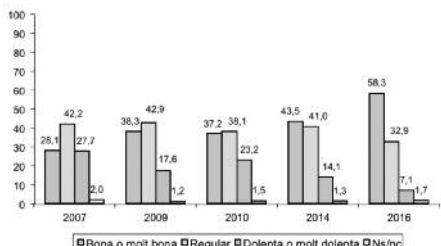
Valoració de la qualitat de la gestió de residus



Valoració de la qualitat del paisatge



Valoració de la qualitat de l'urbanisme

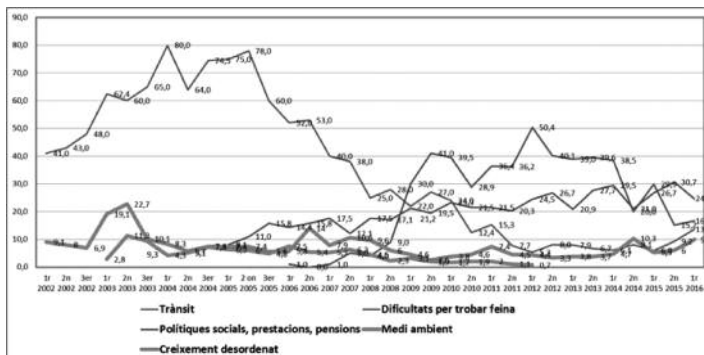


s'han repetit de manera periòdica la demanda en l'observatori sobre la seva qualitat. Aquí podeu trobar l'evolució de les respostes:

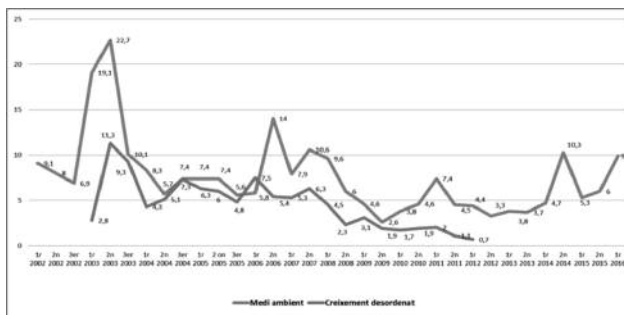
Com es pot apreciar en els gràfics anteriors, hi ha una percepció força positiva de tots aquests aspectes, i en molts casos ha anat millorant durant aquests anys. Potser on la població és més crítica és en la qualitat de l'urbanisme i la del soroll, encara que són majoria els que pensen que és bona o molt bona en l'actualitat.

Evolució dels principals problemes d'Andorra. 2002-2016

Evolució dels principals problemes



Evolució de l'aspecte del medi ambient i el creixement desordenat



Durant aquests anys, en cada onada de l'Observatori s'ha demanat de manera oberta quins són els tres principals problemes del país. Les preguntes s'agrupen en àrees temàtiques.

Com podeu apreciar, el medi ambient i el creixement desordenat (sobretot fins al 2008) han estat temes que s'han esmentat de manera contínua en aquests anys. L'any que va tenir un percentatge més alt en respostes "el medi ambient" va ser el 2003 (com hem dit, coincidint amb el tancament de l'antic forn crematori i els informes sobre deficiències de funcionament). Aquest tema té un altre pic el 2006 i el 2007. Després, l'evolució va a la baixa i sembla que a partir del 2014 augmenta de manera lleugera un altre cop el percentatge.

S'ha de constatar que si sumem al medi ambient el creixement desordenat durant el període del 2003 al 2007, el percentatge de persones que afirmaven aquests dos aspectes era molt important.

En analitzar la resta dels problemes més esmentats per part de la població en aquests anys, es poden diferenciar clarament dues èpoques:

2002-2007: en aquests anys el problema més esmentat va ser el trànsit, seguit d'altres com el nivell de vida car o l'habitatge car. També tenien importància temes com la manca d'infraestructures i equipaments o, com hem dit, el medi ambient i el creixement desordenat. A més a més, hi ha temes que no tenen presència, com la feina, i de fet en aquells anys hi havia un percentatge significatiu de persones que contestaven que el principal problema era la manca de personal.

Sembla evident que aquests problemes estan relacionats amb una època de creixement econòmic, amb un creixement urbanístic important i que, com hem explicat, les infraestructures públiques en alguns casos no s'havien desenvolupat al ritme d'aquest creixement.

2008-2015: la manca de feina es converteix en el principal problema de la població a partir del 2009. També augmenta de manera considerable la resposta de "polítiques socials, prestacions i pensions", que a partir del 2015 serà el problema més esmentat. A més, el trànsit, les infraestructures i el medi ambient disminueixen en presència. En un context de crisi econòmica hi ha un canvi evident en les prioritats dels ciutadans.

A partir del 2015 sembla que hi ha un canvi de tendència que el podem relacionar amb la millora de la situació econòmica: baixa de manera significativa la “manca de feina” i comencen a augmentar altres problemes, com la política però també l'habitatge car, o una mica el trànsit i el medi ambient. En els propers observatoris es podrà veure si és una tendència que es consolida i tornem a un perfil similar a abans del 2007, però segurament, i com a hipòtesi, amb l'aspecte de “polítiques socials, prestacions i pensions” seguint com un dels principals problemes.

En relació amb el medi ambient, és interessant destacar que, si fem una comparació del desglossament el 2003 i el 2016, es pot apreciar que durant aquest marge de temps hi ha hagut un canvi evident en la composició:

Desglossament del problema «medi ambient»

2n- 2003			2- 2016		
MEDI AMBIENT	185	22,7%	MEDI AMBIENT	53	6,9
Contaminació	58	7,1%	Contaminació	18	2,4
No preservació del medi ambient	68	8,4%	Neteja carrers	5	0,7
Manca de contenidors per reciclar paper, plàstic	8	1,0%	Preservació del medi ambient	11	1,4
Falten depuradores	6	0,7%	Reciclatge escombraries	8	1,0
Falta de planificació mediambiental	3	0,4%	Els gossos embruten els carrers	15	2,0
Poca neteja als carrers	6	0,7%			
Forn incinerador	20	2,5%			
Contaminació acústica	13	1,6%			
Destrucció del medi ambient (Pistes d'esquí)	3	0,3%			

Les diferències són molt significatives, tot i que en percentatges tan petits de resposta els marges d'error són més elevats i les comparacions s'han de fer amb més cautela. Així, podem veure que el 2003 els aspectes més esmentats han estat la “no-preservació del medi ambient”, la “contaminació” i el “forn incinerador”.

L'any 2016, el percentatge de les persones que comenten aspectes relacionats amb el medi ambient és molt més petit; destaca la “contaminació” i a continuació, “els gossos embruten el carrer”. Ja no es comenta, d'altra banda, “la planificació mediambiental” ni “la manca de depuradores”, encara que sí, amb un percentatge similar a l'enquesta del 2003, “el reciclatge de les escombraries”.

Enquesta mundial de valors

A banda de les enquestes d'opinió, des del CRES es va fer l'any 2005 una onada de l'enquesta mundial de valors.

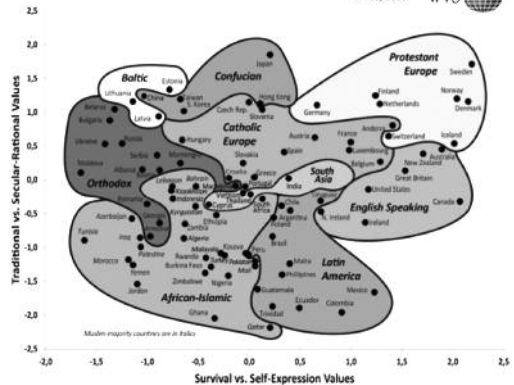
L'enquesta mundial de valors (<http://www.worldvaluessurvey.org/>) és una investigació mundial sobre els canvis socioculturals i polítics dirigida pel Dr. Ronald Inglehart (catedràtic de Ciència Política de la Universitat de Michigan) i realitzada per un equip internacional d'investigadors socials des de l'any 1981.

Andorra va participar a la cinquena onada (2005-2006) i té la intenció, gràcies al finançament de la Fundació Julià Reig, de participar a la setena onada, que es realitzarà entre final del 2016 i principi del 2017.

La principal hipòtesi d'aquest treball és que els canvis econòmics i tecnològics estan transformant els valors bàsics de las societats industrialitzades, de tal manera que el desenvolupament econòmic porta a un canvi de valors materialistes (donar importància als béns materials, el desenvolupament econòmic...) a valors més postmaterialistes (la qualitat de vida o la realització personal, o a aspectes com la situació del medi ambient).

Aquesta evolució no potser exactament lineal, ja que dins de cada societat hi pot haver grups de població que tinguin valors diferents, o en època de crisi econòmica hi pot haver un retrocés a valors més materials.

Els resultats de l'enquesta l'any 2005 en relació amb preguntes relacionades directament amb el medi ambient són els següents:



Estaria d'acord amb un augment d'impostos si els diners altres es destinessin a la prevenció de la contaminació mediambiental?

Amb la comparació anterior es pot apreciar que a Andorra hi ha més persones que estaven d'acord a pagar un impost sobre la contaminació ambiental, potser a causa de ser més conscients d'aquest problema, o potser perquè a Andorra és el país que es paga menys impostos, i pagar-ne una mica més no sembla tant d'esforç.

	Andorra 2005	Catalunya 2000	Espanya 2000	França 1999	Portugal 1999	Luxemburg 1999
Molt d'acord o d'acord	82,2	49	47,7	35,6	40,0	53,9
	53,6	40	37,3	29,9	36,8	37,8
	81,8	49	47,7	35,6	40,0	53,9

Quin d'aquests problemes considera que són els més greus per al món en general? (dues respostes) Multiresposta

	Freqüència	Percentatge
Gent vivint en la pobresa i amb necessitats	902	89,9
Discriminació contra nenes i dones	371	37,0
Higiene deficient i malalties infeccioses	279	27,8
Ensenyança inadequada	173	17,3
Contaminació del medi ambient	280	27,9
Base	1003	

Quin d'aquests problemes considera com els més greus per a Andorra? (dues respostes) Multiresposta

	Freqüència	Percentatge
Gent vivint en la pobresa i amb necessitats	767	76,4
Discriminació contra nenes i dones	260	25,9
Higiene deficient i malalties infeccioses	106	10,6
Ensenyança inadequada	210	20,9
Contaminació del medi ambient	619	61,7
Base	1003	100,0

L'any 2005, i en comparació amb els altres aspectes, el medi ambient és el segon aspecte més esmentat (amb un 62% dels casos) com el més greu per a Andorra, al davant de la discriminació de gènere o l'ensenyança. Quan es compara amb la resposta en relació amb els problemes del món, la contaminació és el tercer aspecte més esmentat (però amb un 28% dels casos, a quasi 32 punts percentuals menys de quan es parla d'Andorra), a molta distància del primer problema, "la gent vivint amb pobresa i necessitats".

L'any 2005, en un context de creixement econòmic important, la població d'Andorra estava força sensibilitzada en el medi ambient, o com a mínim pensava que era un problema més important al país que "la discriminació de gènere", "l'ensenyança inadequada" o "la higiene deficient i les malalties infeccioses".

Conclusions

El medi ambient i el model de creixement han estat en aquests setze anys percebuts com uns dels problemes importants del país, encara que han tingut dues fases molt diferenciades: una preocupació creixent fins al 2007 i una davallada d'aquesta preocupació, i millora de la percepció del seu estat, que en plena situació de crisi o estancament econòmic.

Sembla, doncs, que la importància del medi ambient en les enquestes d'opinió del CRES ha estat relacionat amb el ràpid creixement econòmic del país, que tenia com a conseqüència una ocupació cada vegada més important del territori amb edificis i més infraestructures, a més a més d'efectes no desitjats com la contaminació dels rius o problemes amb el tractament dels residus.

La valoració del medi ambient millora de manera molt significativa a partir de la crisi econòmica, potser com a conseqüència d'una sèrie de factors com la millora real de la seva situació mediambiental, l'estancament del creixement urbanístic, la posada en marxa del sistema de les grans infraestructures de sanejament del medi ambient (depuradores, nou forn crematori...) o també el canvi de prioritats de la societat andorrana.

Així, hi ha una altra hipòtesi, que pot ser complementària de l'anterior, que estaria relacionada amb la importància dels valors postmaterialistes dins de la nostra societat i la influència dels debats que hi ha en l'esfera internacional sobre la degradació del medi ambient, el canvi climàtic..., que feien que hi hagués una proporció gran de població que pensés que la qualitat del medi ambient a Andorra no era prou bona o que era un dels principals problemes d'Andorra fins al 2007. Amb la crisi, les prioritats de la població canvien i temes com el medi ambient passen a un segon terme.

Serà molt interessant analitzar en la propera enquesta de valors si el context de crisi ha fet que una part important de la població hagi tornat a valors més *materialistes* i quina importància es dona en l'actualitat a valors més *postmaterialistes* com el medi ambient.

Joan Micó i Ibàñez,

sociòleg i director del CRES,
Centre de Recerca Sociològica - IEA

Nota

1- És una enquesta periòdica que es fa a tota la població més gran de 18 anys i amb l'objectiu de mesurar l'evolució d'indicadors de diferents aspectes de la societat, analitzant l'evolució de les àrees temàtiques i de la seva comparació amb els països del nostre entorn. Es realitza des de principis de l'any 2002 (ja se n'han fet 33 edicions). Periodicitat semestral. Mostra de 800 persones escollides de manera aleatòria. Les preguntes se seleccionen amb la finalitat de tenir dades comparatives amb altres països i moltes es repeteixen de manera cíclica, per analitzar evolucions.



Interaccions entre el canvi climàtic i els episodis de pols sahariana a Andorra

Alan WARD i KOECK



Andorra rep entrades d'aire amb temperatures superiors a les habituals amb una certa regularitat. Conegudes com a *entrades d'aire saharià* (*saharan air layer*, SAL), afecten no només els països de la vora nord del Mediterrani, sinó també les illes Canàries i fins i tot el continent americà (figura 1). Aquests vents tenen una càrrega important de pols i altres matèries en suspensió, que sovint acaben rentades per la pluja i precipitant en forma de gotes de fang.

Popularment, existeix la percepció que la freqüència d'aparició d'aquest fenomen ha crescut els últims anys [2], [3]. En aquesta breu intervenció, volem analitzar la veracitat d'aquesta visió dins del context global del canvi climàtic, centrant-nos específicament en els efectes a Andorra i els Pirineus propers. Per fer-ho, començarem per descriure el fenomen amb més precisió, analitzarem els factors que en permeten la identificació històrica a partir de mesures instrumentals i proposem algunes reflexions sobre les possibles connexions entre SAL i l'evolució recent del canvi climàtic.

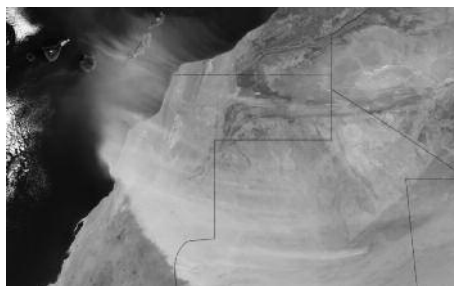


Figura 1 [1]

Descripció del fenomen

El fenomen SAL es produeix quan hi ha una erosió eoliana sobre la meitat nord del continent africà, que aixeca quantitats de pols mineral suspesos. Els materials en suspensió es troben en una capa d'aire calent i sec, situat a altituds compreses entre 2.000 i 4.500 m sobre el nivell del mar.

Els vents dominants el porten en gran part en direcció oest per damunt de l'oceà Atlàntic i fins a les costes americanes. [4] Una combinació de circumstàncies concretes permet que aproximadament un 20% de la massa particular es trobi impulsada per damunt del mar Mediterrani fins al sud del continent europeu.

Segons [5], la composició mineral de les partícules dipositades a la península Ibèrica permet concloure a un origen del nord d'Àfrica, concretament de la regió del nord del Marroc i del nord de Mauritània. Per contra, els fenòmens corresponents detectats a Sicília i a Itàlia provindrien més aviat d'Algèria, mentre que els dipòsits a l'àrea de Grècia i l'Orient Mitjà provindrien de Líbia i Egipte. [6]

Segons [7], a la costa catalana i valenciana la majoria dels episodis es poden caracteritzar per acabar en l'arribada d'una pluja que diposita una part de les partícules en suspensió en forma de fang, sobretot durant els mesos d'estiu (del maig a l'agost). Per contra, altres episodis acaben sense aquesta pluja i dissipen les partícules segons un altre esquema (mesos de febrer-març i setembre-octubre). No es produeixen a penes episodis durant el mes de desembre.

En tot cas, perquè es produeixi aquest fenomen sobre la península Ibèrica cal que l'anticicló de les Açores s'allunyi cap a l'oest i es reemplaci per una depressió. Aleshores, els vents girant en sentit antihorari al voltant del centre de la depressió poden facilitar l'entrada d'aire des del sud (figura 2). Al contrari, quan l'anticicló es troba en una posició més oriental, el seu patró de vents que giren en sentit horari tenen tendència a bloquejar la progressió de SAL.

S'han fet estimacions de la quantitat de matèria transportada globalment cap al continent europeu. Segons [9], eren entre 80 i 120 milions de tones per any a principi dels anys 1980, mentre que d'altres [10] parlen més aviat d'entre 130 i 760 milions de tones/any.



Figura 2: Efecte d'una depressió sobre la Península [8]

Identificació instrumental històrica del fenomen

Per poder fer una correlació entre la freqüència dels fenòmens d'entrada d'aire saharià i el canvi climàtic, caldria disposar d'un mecanisme per tal de poder identificar un episodi a través de mesures instrumentals. Resulta necessari perquè no sempre es disposa de dades historiogràfiques; pensem, per exemple, que la secció d'informàtica meteorològica dels diaris és en molts casos de creació relativament recent. En diaris dels anys 1930-40, per exemple, poques vegades s'informa sobre SAL. D'altra banda, el canvi climàtic és un fenomen ben documentat, però que es caracteritza per requerir un estudi sobre una durada de cinquanta, cent o més anys per poder-lo posar de manifest.

Les dades meteorològiques històriques disponibles a Andorra des del 1934-35 [11] consisteixen en lectures diàries de temperatura mínima i màxima, així com de les

precipitacions. Si analitzem un episodi d'entrada d'aire saharià, com per exemple el que es va produir entre els dies 18 i 21 de febrer del 2016, ens trobem un senyal força clar de temperatura a les estacions meteorològiques, entre d'altres, en la de la Borda Vidal (Sant Julià, 873 m) (figura 3). Les temperatures tant mínimes com màximes segueixen una evolució ascendent aproximadament lineal mentre dura l'episodi d'entrada d'aire. Solen guanyar entre 5 i 10 graus centígrads al llarg de pocs dies. Posteriorment, hi ha un trencament i la temperatura baixa de cop uns 4-5 graus fins a tornar a nivells més normals per a la temporada.

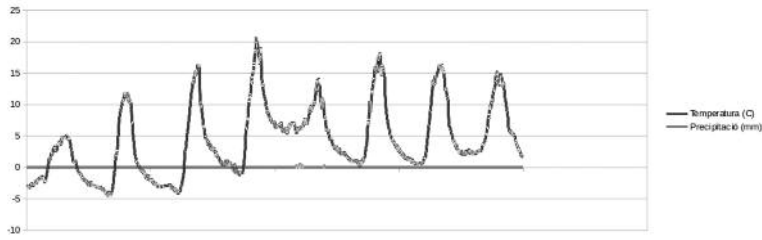


Figura 3: Temperatura i precipitació 18 – 21.02.2016, Borda Vidal, Sant Julià. Font: [12]

Resulta interessant examinar la possibilitat que, a les altituds del Pirineu i d'Andorra, aquesta evolució pogués dependre de l'altitud de l'estació de mesura. Però si observem les lectures a Grau Roig (Encamp, 2.083 m), remarcuem que les temperatures segueixen una evolució anàloga a les de la Borda Vidal, malgrat la diferència d'altitud (figura 4). Es pot detectar el mateix patró a d'altres estacions del Principat, sense que ni l'altitud ni la seva situació geogràfica hi tingui cap influència.

Per contra, el que pot tenir un efecte és la precipitació que va tenir lloc a Grau Roig durant la matinada del 22 de febrer, contràriament a la Borda Vidal. Aquesta manera de donar fi a l'episodi resulta més corrent a les zones del país que més reben la influència atlàntica, amb la conseqüència de fer baixar més ràpidament les temperatures que en punts geogràfics de menor altitud.

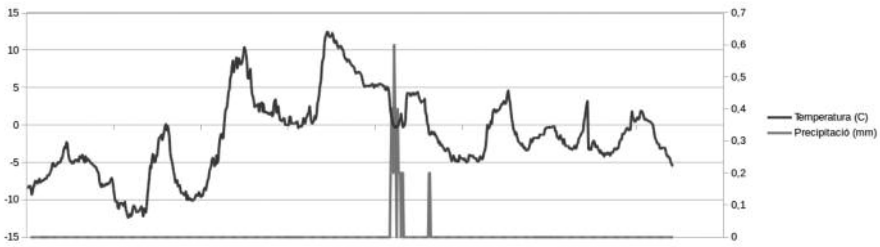


Figura 4: Temperatura i precipitacions 18 - 21.02.2016, Grau Roig, Encamp. Font: [12]

Malauradament, l'evolució tan sols de les temperatures –i accessòriament de la pluviometria– no és suficient per poder identificar un episodi històric de SAL. Per donar-ne un contraexemple, podem examinar el període comprès entre l'1 i el 27 de juliol del 1937, un dels primers episodis detectables a partir de les dades instrumentals al nostre país. En aquell moment, l'evolució de les temperatures màxima i mínima a Ransol (figura 5) sembla correspondre prou bé al patró detectat durant un episodi SAL.

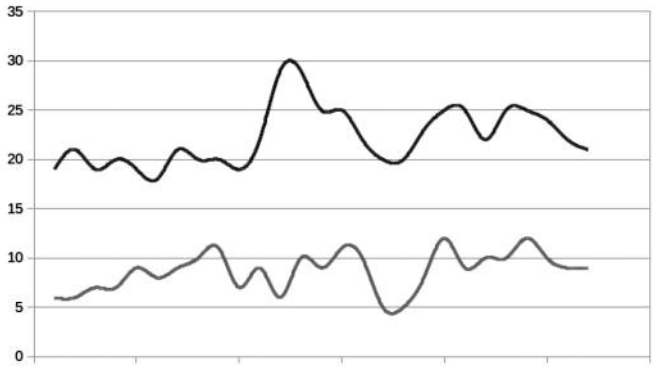


Figura 5: Temperatures màxima i mínima del 1 al 27.07.1937 a Ransol, Encamp. Font: [11]

Per confirmar o no aquesta impressió, es pot contrastar amb la informació publicada del Meteorological Office anglès. En aquest cas, permet informar la suposició que es tracti d'un episodi d'aire saharià:

"From the 8th-13th wedges and troughs passed alternately across the country maintaining variable weather." Font: [13]

En efecte, una situació d'entrades contínues de fronts atlàntics a les illes Britàniques no és compatible amb la presència d'una depressió en una posició constant sobre el golf de Biscaia, i per tant que es produeixi SAL a l'àrea de l'oest del Mediterrani. Podem identificar, doncs, la pujada de temperatures durant el mes de juliol del 1937 amb el típic anticicló d'hivern –que força els fronts atlàntics a passar per una ruta cap al nord d'Europa–, però no es correspon amb un episodi de pols.

Queda clar que ens caldrà la mesura d'un paràmetre suplementari per poder identificar amb certesa un episodi SAL a partir de dades històriques, i així seguir l'evolució de la seva freqüència d'aparició. Aquest paràmetre podria ser una mesura de matèria particulada, factor que des de final dels anys setanta se sap que a més té un efecte cert sobre la meteorologia. [14]

Es pot accedir públicament a les mesures exactes de matèria particulada PM_{2,5} i PM₁₀ de la xarxa d'estacions automàtiques de la Generalitat de Catalunya en línia, entre d'altres les de l'estació de Bellver (la Cerdanya). [15]

Durant l'episodi SAL del 18 al 25 de febrer del 2016, podem observar (figura 6) tres fases separades. En una primera fase, la temperatura ja havia progressat fins al seu màxim (dies 18 a 20), però les lectures de PM₁₀ es mantenen encara al nivell habitual per aquesta estació. És durant la segona fase (dia 21) que cau la temperatura, i simultàniament els valors de matèria particulada creixen considerablement pel que fa a la superfície. Finalment, en una tercera fase els valors de temperatura tornen a la normalitat així com les lectures de PM₁₀.

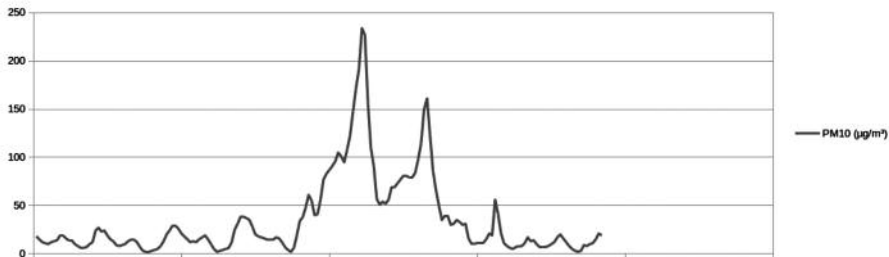


Figura 6

Discussió i conclusions

Les conseqüències d'una possible influència de les entrades d'aire saharià sobre els efectes concrets del canvi climàtic a l'àrea oest mediterrània i a Andorra són debatuts.

D'una banda, [2] conclou que la relació entre pluja de fang i canvis en la circulació atmosfèrica global encara no està prou ben definida; d'altra banda, [4] comenta l'efecte significatiu de la presència de les entrades d'aire saharià sobre la formació dels ciclons tropicals prop del continent americà. Segons aquest autor, l'augment de *wind shear* corresponent té l'efecte de disminuir la força de les tempestes en formació. En el cas del Pirineu i d'Andorra, es pot suposar que aquest efecte tindrà una influència menor, ja que els patrons climàtics dominants solen fer venir la majoria de tempestes i episodis de vent fort, sigui des de l'Atlàntic, sigui des del nord del continent europeu. Tot i això, no se'n poden obviar els possibles efectes quant a les llevantades –fenòmens que, precisament, es produeixen en la nostra àrea sobretot quan hi ha una depressió per damunt de la península.

Pel que fa als efectes químics, en [3] es conclou que l'augment de la pluja de fang pot tenir repercussions, a causa del seu caràcter molt bàsic. Aquests autors proposen que puguin tenir un efecte important com a proveïdors de nutrients als ecosistemes afectats. Per delimitar aquesta influència de manera concreta, possiblement caldria un complement d'estudi sobre els efectes de l'acidesa o caràcter bàsic de la pluja sobre els diferents ecosistemes de la muntanya.

Finalment, la composició relativament constant de les partícules de pols en l'aire saharià i les seves dimensions compreses entre els 2,5 i 10 µm fa pensar en possibles conseqüències sobre la salut, que es poden produir sigui directament, sigui a través de la seva participació en

esdeveniments fotoquímics. L'any 1999 ja es perfilava aquesta possibilitat als Estats Units a causa de les quantitats de pols transportades a través de l'oceà Atlàntic [16]; tot i que la quantitat derivada cap al Mediterrani des del nord de l'Àfrica sigui inicialment menor, podem pensar que la proximitat geogràfica pugui fer que les pèrdues durant el transport siguin menors i per tant la seva concentració a l'aire major. Tenint en compte els alts valors observats durant el pic de l'episodi SAL del febrer del 2016 a Bellver, corresponen als enregistrats per [10] a Huelva, amb màximes de PM_{10} fins a $162,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Superen així àmpliament els valors recomanats per a la salut humana.

S'entén, doncs, que hi pugui haver una certa preocupació pel que fa al possible lligam entre el canvi climàtic i la freqüència d'aparició de fenòmens SAL. Malauradament, per poder distingir una tendència temporal clara, caldria poder disposar de dades instrumentals històriques que incloguin no només temperatures i precipitacions, sinó també mesures de matèria particulada –mesures que no es prenen sistemàticament fins a dates relativament recents.

Així, tot i que la percepció popular semblaria d'un augment de la freqüència d'episodis SAL, no podem concloure directament aquest extrem. Encara que es pogués verificar, el lligam amb el canvi climàtic recent s'hauria d'estudiar amb més profunditat. Tot i això, hi ha una possible via indirecta que ens pot aportar una mica de llum sobre el fenomen, és el North Atlantic Oscillation (NAO). Aquest índex, caracteritzat per la diferència de pressions entre l'anticicló de les Açores i la depressió d'Islàndia, té valors positius (*positive NAO*) quan l'anticicló és fort. En aquesta situació, és menys possible que una depressió atlàntica pugui progressar sobre la península Ibèrica i, per tant, que es produeixi un fenomen SAL. Per contra, quan l'índex té valors negatius (*negative NAO*), l'anticicló se sol afeblir i permet més fàcilment el pas de depressions per damunt de la península, i en aquestes condicions se solen facilitar les entrades d'aire saharià.

Per aquest, motiu, la reducció en la freqüència de producció de fases negatives NAO proposat per [17] indicaria una tendència a la disminució del nombre d'episodis SAL, contràriament a la impressió popular manifestada. En tot cas, l'estudi més acurat de l'evolució dels canvis de signe del NAO podria permetre identificar períodes històrics en què episodis SAL es varen produir amb més freqüència que l'actual.

Alan Ward i Koeck,
doctor en societat de la informació i professor a l'Escola Andorrana

Referències

- [1] Usuari Western Sahara (05.06.2005) "saharaNASA1". Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/sahara/17555987>. Llicència Creative Commons CC-BY-SA (data de consulta: 12.07.2016).
- [2] J. QUEREDA SALA. J. OLCINA CANTOS. E. MONTÓN CHIVA (1996) "Red dust rain within the Spanish Mediterranean area". *Climatic Change*, vol. 32, núm. 2. p. 215-228.
- [3] A. AVILA. I. PEÑUELAS (1999) "Increasing frequency of Saharan rains over northeastern Spain and its ecological consequences". *The Science of the Total Environment*, vol. 228. p. 153-156.
- [4] J. P. DUNION. C.S. VELDEN (2004) "The impact of the Saharan Air Layer on Atlantic tropical cyclone activity". *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 85, núm. 3. p. 353-365.
- [5] A. AVILA. I. QUERALT MITJANS. M. ALARCÓN (1997) "Mineralogical composition of African dust delivered by red rains over northeastern Spain". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol. 102, núm. D18, p. 21.977-21.996.
- [6] A. BLANO ET AL. (2003) "Characterization of African dust over southern Italy". *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 3., p. 2.147-2.159.
- [7] M. ESCUDERO ET AL. (2005) "Wet and dry African dust episodes over eastern Spain". *Journal of Geophysical Research*, vol. 110, núm. D18S08.
- [8] Usuari flappieff, Wikipedia: *Mediterranean Basina and Near East before 1000BC*. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mediterranean_Basin_and_Near_East_before_1000_AD_topographic_map.jpg Llicència Creative Commons CC-BY-SA (data de consulta: 12.07.2016).
- [9] J. WOODWARD (2009) *The Physical Geography of the Mediterranean*. Oxford University Press.
- [10] Y. CAMARGO CAICEDO (2010) "Caracterización de un episodio de intrusión sahariana en el suroeste de la Península Ibérica". *Revista Inge-CUC*, vol. 6, núm. 6.
- [11] Forces Elèctriques d'Andorra, S. A. "Energia i Meteo". URL: <https://www.feda.ad/energia-i-meteo/meteo/historic> (data de consulta: 11.07.2016).
- [12] Servei de Meteorologia. Govern d'Andorra "Climatologia". URL: <http://meteo.ad/climatologia.php?idioma=0> (data de consulta: 10.07.2016).
- [13] Meteorological Office (july 1937) *Monthly Weather Report of the Meteorological Office*, vol. 54, núm. 7.
- [14] S. Twomey (1977) "The Influence of Pollution on the Shortwave Albedo of Clouds". *Journal of the Atmospheric Sciences*, vol. 34, p. 1.149-1.152.
- [15] Xarxa de Vigilància i Previsió de la Qualitat de l'Aire (XVPCA). Generalitat de Catalunya. URL: <http://dtes.gencat.cat/icqa> (data de consulta: 09.07.2016).
- [16] J. M. PROSPERO (1999) "Assessing the Impact of Advected African Dust on Air Quality and Health in the Eastern United States". *Human and Ecological Risk Management*, vol. 5, núm. 3, p. 471-479.
- [17] M. H. VISBECK. J. W. HURRELL. L. POLVANI. H. M. CULLEN (2010) "The North Atlantic Oscillation: Past, present and future". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 98, núm. 23, p. 12.876-12.877.



Andorra: camí cap a la sostenibilitat

Albert GOMÀ i SALA



Tractarem de la digitalització de l'economia i el seu potencial per crear una economia sostenible davant dels reptes del canvi climàtic.

La producció massiva de productes industrials i l'ús de l'energia basada en combustibles fòssils està portant la humanitat a un col·lapse ecològic. Davant d'aquest panorama, la tecnologia d'Internet i les energies renovables prometen fusionar-se per crear un futur més sostenible.

Gràcies a aquestes innovacions no només diversos sectors econòmics es poden veure transformats, sinó que es reorganitzaran les relacions humanes en la manera de produir, de governar i els compromisos de la vida cívica.

Primer, farem una mirada general als canvis a escala global i els efectes de la digitalització sobre el sistema econòmic mundial. Ens basarem en les reflexions de Jeremy Rifkin en obres com *La tercera revolució industrial* o *La societat de cost marginal zero*.

Segon, tractarem com podem adaptar a Andorra per promoure un model econòmic sostenible.

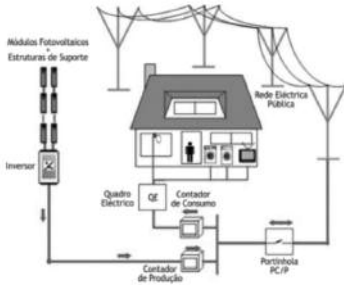
Transport

Primer, el sector del transport podria passar de ser una sèrie d'empreses dividides a operadors de logística que s'hauran d'inserir en xarxes col·laboratives per posar en comú els seus actius per optimitzar el transport de mercaderies i reduir la contaminació del transport:

- Llocs compartits per estocar.
- Llocs per carregar i compartir l'energia dels autobusos, trens, cotxes etc.
- La *internet of things* (*internet de les coses*) donarà informació constant dels horaris de recollida, condicions climàtiques, fluxos de trànsit i de la disponibilitat d'emmagatzematge.

Segon, els cotxes autònoms i les plataformes per compartir vehicles per internet impulsaran els vehicles i els sistemes de transport compartits.





Producció d'energia

Les noves tecnologies actualment comencen a permetre passar d'un sistema de producció d'energia centralitzat basat en energies fòssils i nuclear a un sistema distribuït on cada edifici, barri, negoci produeixi i comparteixi la seva producció elèctrica. La *internet of things* (IoT) i la reducció del cost de l'energia solar i eòlica permet a les persones monitoritzar el consum, optimitzar consums i compartir l'energia.

Es poden adaptar els edificis de cada ciutat per microproduir energia i compartir-la i distribuir-la. Es creen noves tecnologies per guardar energia com les bateries de Tesla.

Les persones es podran agrupar en cooperatives de producció d'energia com és el cas de la cooperativa Som Energia a Catalunya.

El nou negoci per a operadors elèctrics seria oferir i gestionar l'ús d'energia dels microproductors creant algoritmes, aplicacions i tecnologies per distribuir, compartir i produir energia.



Fabricació distribuïda

Les tecnologies d'impressió 3D permetrien canviar la producció industrial massificada, estandarditzada i deslocalitzada de productes per una indústria més local, descentralitzada i personalitzada.

La digitalització de la indústria permet el disseny de productes en *software*, compartir el disseny en línia i que es pugui produir a qualsevol lloc del món gràcies a una impressora 3D local.

Es podran personalitzar cases, pròtesis i qualsevol producte.



Distribució d'aliments

La tecnologia d'Internet permetrà connectar directament productors i consumidors, cosa que crearà una nova manera de consumir aliments més local.

També s'estan creant noves tècniques d'agricultura ecològica a petita escala que permetran eliminar els pesticides i fertilitzants.

Economia col·laborativa

Ja tenim tota una generació de persones que produeixen i comparteixen vídeos, música,

informació, coneixement, allotjament, feines o béns virtuals a través de plataformes per internet en l'anomenada *economia col·laborativa* que estan transformant indústries com la turística, les enciclopèdies o els mitjans de comunicació.

Economia circular

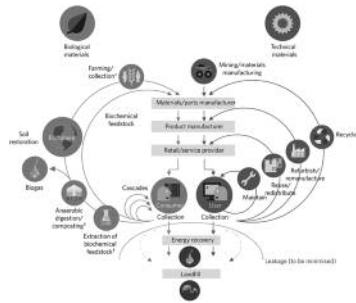
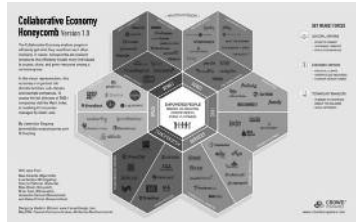
Un dels grans reptes és passar de la producció d'un sistema econòmic lineal, en què els productes es produeixen, es consumeixen i es llancen, a una producció circular, en què els productes es reutilitzen, es presten i els materials es poden reciclar completament per tornar a entrar al cicle de vida. Cada cop s'impulsaran més negocis al voltant del reciclatge i dels materials circulars.

Riscos

Fins ara hem vist les possibilitats de com la digitalització de l'economia per millorar la sostenibilitat i la nostra qualitat de vida. No obstant, la digitalització també té uns riscos i efectes adversos. Primer, hem parlat molt de com es distribueix el poder d'una manera més col·laborativa gràcies a les eines digitals, però la realitat ens està mostrant un panorama bastant diferent.

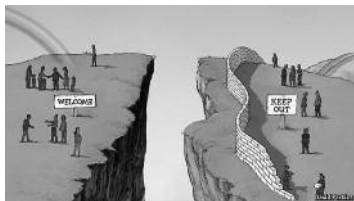
Les quatre empreses principals de l'economia digital, l'anomenat GAFÀ (*Google, Amazon, Facebook i Apple*), estan adquirint un poder que podríem anomenar de monopoli. El mateix passa en eines com *Airbnb, Uber* o *TripAdvisor*, que en principi havien de democratitzar i permetre un poder més gran als usuaris i que acaben tenint posicions quasi monopolístiques de mercat i promovent enormes desigualtats. Segon, Internet té encara enormes problemes per assegurar la privacitat i la seguretat. Els sistemes digitals són encara fràgils als ciberatacs i la privacitat de les persones és quasi inexistent.

Tercer, els productes locals, ecològics o plenament circulars encara tenen un enorme problema de preu davant dels materials no sostenibles. Encara són massa cars. El consum de productes de massa d'empreses com *Zara, Ikea* o materials plàstics no para de créixer.



	g	a	f	a
Networks	90% Share of search	45% Share of e-commerce web traffic	75% Share of social media	6% Share of online retail sales
As of by 2020*	Google is the digital information infrastructure	Amazon is the internet of things infrastructure	Facebook is the digital video infrastructure	Amazon is the physical and digital agency infrastructure





Així mateix, la intel·ligència artificial i les disrupcions digitals estan creant precarietats laborals més grans en molts sectors econòmics i eliminant llocs de treball. En aquest context, tant a Andorra com al món s'ha creat un nou paradigma polític, que divideix entre els que volen obrir-se a un món global, cosmopolita, digital i obert i els que prefereixen crear més proteccions, seguretats i retorns a nacionalismes més locals.

Què podem fer a Andorra?

Un cop vist el panorama a escala mundial, com podem impulsar a Andorra un nou model sostenible?

La petjada ecològica d'Andorra

L'any 2008 vaig calcular la petjada ecològica d'Andorra, sota la direcció del Josep Maria Mallarach i l'Associació de la Defensa de la Natura d'Andorra (ADN), amb el suport del ministeri de Medi Ambient del Govern d'Andorra i la Comissió Nacional Andorrana de la Unesco.

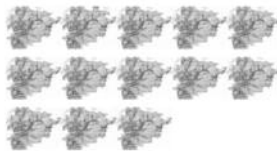
La petjada ecològica (*ecological footprint*) és un macroindicador de sostenibilitat creat l'any 1995 pels investigadors canadencs Mathis Wackernagel i William Rees, i àmpliament utilitzat arreu del món. Es basa en la determinació de les superfícies de terra i mar productives que es necessiten per generar els recursos que consumeix un determinat país, i per absorbir les emissions i els residus que produeix.

La petjada ecològica d'Andorra calculada l'any 2009, amb dades dels dos anys anteriors, era de 5,16 hectàrees (ha) per habitant. Amb aquest consum per càpita, per satisfer el consum de la població d'Andorra calia una àrea d'unes 601.500 ha. Com que la superfície d'Andorra és de 46.770 ha, la població andorrana utilitza els recursos generats en una àrea 13 vegades més gran que la superfície del país. Si tota la població del planeta l'any 2008 visqués amb el mateix estil de vida que els andorrans, necessitaríem 2,5 planetes. És evident, així, que el model andorrà està molt lluny de ser sostenible.

Què passaria amb la petjada ecològica si Andorra adoptés un model energètic sostenible i renovable? Si produís més

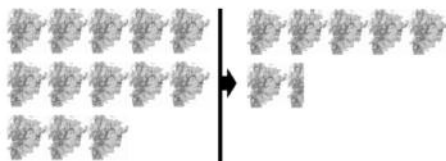
Amb un consum de 5,2 ha globals per habitant, la població d'Andorra requereix una àrea d'unes 601.500 ha.

Com que la superfície d'Andorra és de 46.770 ha, la població andorrana utilitzava, el 2008, una àrea 13 vegades més gran que la de la seva superfície política.



Supòsits

- 50% la importació de materials de construcció com són els ciments, les pedres, el guix, la calç, el sofre, les terres i els materials ceràmics.
- 50% la importació de materials plàstics procedents d'hidrocarburs.
- X2 el consum de productes com la fusta i es multiplica per quatre l'ús de fusta pròpia i el seu reciclatge.
- X4 producció de carn andorrana de qualitat i de llegums, tubercles, fruits, llavors i cereals locals.
- 50% el consum de carn i peix importada
- 30% el consum de productes làctics
- 30% el consum de sucres.
- + 30% consum de cereals
- + 50% el de fruits, llegums, llavors i tubercles.
- 100% energia elèctrica consumida a Andorra prové de fonts d'energia renovables com la hidroelèctrica, la solar o l'eòlica.
- 75% el consum de gasolina i gasoli del transport + 60% el consum global d'electricitat d'Andorra.
- 84% del consum de gasoli de calefacció a tot el país.



aliments locals? Si reciclés i produís més materials propis o augmentés el consum de materials més renovables?

Si apliquem tots els supòsits de reducció del consum, la petjada ecològica es redueix a la meitat.

Lavors com podem promoure aquest camí de la sostenibilitat a Andorra? Ara posarem sobre la taula algunes idees.

Recuperem els "comuns"

Quan parlem dels *comuns* no estem parlant de l'administració comunal de les parròquies, sinó que ens referim a un concepte de gestió diferent de l'empresa privada o l'administració burocràtica. Un concepte d'institució més informal en xarxa i comunitari.

Un dels millors analistes econòmics i científics socials d'Andorra, Antoni Calvó i Armengol, va analitzar en un dels seus treballs a través de la teoria del joc la cooperació dels veïns de Canillo d'una institució com La Crema. En les conclusions de l'anàlisi es veu com els veïns cooperen. Per tant, d'alguna manera, es demostra l'eficiència econòmica de les institucions comunals.

Andorra ha variat progressivament la manera de gestionar els seus béns comunals. La gestió es fa cada cop més amb empreses privades o en organismes burocràtics opacs, formalitzats i jeràrquics. Crec que caldria recuperar l'esperit de les germandats o del Sindicat d'Iniciativa. No vull defensar substituir empreses i administracions, sinó

combinar i crear més espais públics i privats, híbrids, cooperatius i flexibles. Les organitzacions més comunals tenen més transparència, cooperació i capacitat cívica, són molt més eficients a combatre la corrupció, promoure la sostenibilitat dels recursos naturals i el compromís cívic.

Una energia elèctrica 100% renovable i nacional

Andorra per les seves característiques podria virar cap a un model de generació elèctrica basat en la microgeneració cooperativa i les energies renovables. Caldria establir com a objectiu polític la generació plena d'energia elèctrica microgenerada i compartida, i l'eficiència energètica dels edificis.

La Crema: A Case Study of Mutual Fire Insurance

Antonio Cabrales

Universitat Pompeu Fabra

Antoni Calvó-Armengol

Universitat Autònoma de Barcelona

Matthew O. Jackson

California Institute of Technology

We analyze a mutual fire insurance mechanism used in Andorra, which is called *La Crema* in the local language. This mechanism relies on households' announced property values to determine how much a household is reimbursed in the case of a fire and how payments are apportioned among other households. The only Pareto-efficient allocation reachable through the mechanism requires that all households honestly report the true value of their property. However, such honest reporting is not an equilibrium except in the extreme case in which the property values are identical for all households. Nevertheless, as the size of the society becomes large, the benefits from deviating from truthful reporting vanish, and all the nondegenerate equi-

We are grateful to Francisco Alcalá, Luis Corchón, Ashok Rai, Massimo Morra, Rafael Repullés, Joel Sobel, and the seminar participants at the European Winter Workshop of the Economic Society and the University of California, Irvine Development Economics Conference for their comments. We thank Pierre-André Chiappori and an anonymous referee for helpful suggestions. We also gratefully acknowledge the financial support of Spain's Ministry of Education under grants MEC2000-0229 and SEC2001-0973, the Generalitat de Catalunya under grant 1999SGR-00157, and the National Science Foundation under grant SES-9906190. Finally, special thanks to Besito Marquet Armengol, Cal Ton de Borró, for help with details regarding the history and operation of *La Crema* and for access to the data. This paper was written while Calvó-Armengol was at Universidad Carlos III.

Journal of Public Economy, 2003, vol. 111, no. 21
© 2003 by The University of Chicago. All rights reserved. 0022-2908/2003/11101-0009\$10.00

Un sistema educatiu adaptat al nou context

Els enormes canvis tecnològics i la velocitat dels canvis fan que cada cop els títols acadèmics siguin menys útils i estiguin més desfasats. Es necessitaria crear mecanismes d'educació continuada, flexibles i gratuïts per als ciutadans en les noves eines tecnològiques i digitals.

Així mateix cal introduir la impressió digital i la robòtica a les escoles.



Support a les empreses andorranes

Amb l'obertura econòmica, Andorra ha obert el seu mercat i espai a les empreses de qualsevol lloc del món.

Si bé era un canvi que calia fer, no s'ha fet cap programa públic per donar suport a la internacionalització i innovació de les empreses andorranes ja existents per adaptar-se al nou context d'obertura de mercat.

Caldria donar ajudes a les empreses andorranes ja formades perquè s'internacionalitzin, es digitalitzin, apliquin programes innovadors.

D'una banda, es dona molt suport als emprenedors, *start ups* o al capital estranger però no es fomenta el creixement i la transformació de les empreses andorranes ja creades i que funcionen.

Alliberar i donar oportunitats al talent

Així mateix, els emprenedors andorrans que volen crear nous negocis o innovar es troben amb moltes barreres que es podrien eliminar.

La primera és la cotització a la Seguretat Social, que depèn d'una cotització fixa basada en el salari mitjà, amb la possibilitat d'una sèrie de reduccions. Caldria establir una quota basada en la facturació real dels autònoms. Així es podria alliberar i crear menys traves perquè les persones emprenguin.

La segona és la cerca de finançament per dur a terme projectes d'elevat risc o tecnològics. Aquests projectes requereixen d'una llarga etapa d'experimentació amb molta inversió inicial per obtenir rendibilitats molt a llarg termini. Molts projectes innovadors, en les seves primeres fases, s'han de basar inicialment en les ajudes públiques o en la filantropia privada.

Les opcions d'ajudes per a la recerca i la innovació per als emprenedors d'Andorra són pràcticament inexistents. Hi ha la possibilitat d'optar a projectes de finançament com el Poctefa o d'altres projectes europeus amb socis estrangers. No obstant, aquests programes necessiten massa burocràcia o estan massa basats en projectes de recerca universitaris i els socis andorrans no poden rebre finançament directament.

Andorra hauria d'establir el seu programa d'ajudes de recerca i desenvolupament. Un dels problemes és que pot ser massa costós comptar amb el sistema d'avaluació propi a l'administració andorrana de les demandes. Una manera de resoldre aquest problema podria ser que es presentin els projectes andorrans a les convocatòries europees o a convocatòries franceses o espanyoles. Si els projectes surten ben valorats, l'administració andorrana podria

finançar els projectes. Així ja s'està fent en alguns casos, però les quantitats encara són massa reduïdes si realment es vol donar unes ajudes d'R+D amb possibilitats d'establir negocis de futur per Andorra.

“Matching funds”

També fins a la data les ajudes públiques han estat molt ineficients en la creació de nous negocis. Només cal pensar en casos com Ordino Studios. Les ajudes de l'ADI en la majoria de casos han finançat casos de fracassos empresarials. Potser, una manera que les ajudes públiques siguin més eficients és cercar el model de finançament públic-privat que han aplicat països com Estònia. Es tractaria de coordinar diners públics i diners privats en fons comuns. D'una banda, la presència de diner públic permet a l'inversor privat tenir menys aversió al risc i la presència de diners privats permet ser més curosos, tècnics i vigilants a l'hora d'invertir diners en nous negocis. Caldria coordinar els diners públics i els diners d'inversors privats, *family offices* o fundacions en fons mutualitzats per invertir en projectes estratègics per a Andorra.

Conclusions

Andorra, com passa al món, es debat políticament entre una visió arriscada d'obertura, internacionalització i progrés, i una visió de proteccionisme, nacionalisme i manteniment de les especificitats que permeten fonamentar els pilars tradicionals de l'economia andorrana: tabac, turisme, banca, construcció i immobiliari. Nosaltres també hem de fer la nostra opció: volem construir un nou futur cap a un model econòmic plenament sostenible i arriscar-nos, o volem fonamentar-nos simplement a preservar els nostres *pilars* econòmics i *especificitats*. Cadascú ha de fer la seva opció. Jo sóc partidari de treballar cap a un nou model econòmic sostenible, transparent i cooperatiu.



Albert Gomà i Sala,

politicòleg i sociòleg, responsable de l'empresa Social Innova



Canvis globals i canvi climàtic

Valentí TURU i MICHELS



Resum: L'estudi dels registres sedimentaris continentals ha portat els científics a diferents debats i teories sobre l'origen dels vestigis glacials. Posteriorment l'estudi dels sediments marins ha permès entreveure que les variacions en el clima esdevingudes en el quaternari i que han format importants glaciacions han estat conseqüència de forçaments climàtics o canvis globals en el clima, amb la qual cosa s'imposa la teoria orbital de Milancovitch. Recentment, l'estudi de la composició de l'atmosfera antiga a partir de testimonis de glaç de l'Antàrtida (Vostok) i de Groenlàndia (GRIP) han permès posar de manifest ciclicitats d'ordre inferior als forçaments orbitals (forçaments suborbitals) que encara són subjecte de debat pel que fa a les causes (esdeveniments Heinrich, cicles Bond, cicles de Dansgaard-Oeschger). És conegut que canvis climàtics freds s'han esdevingut en períodes històrics (Dark Ages, Litle Ice Age) i prehistòrics relacionats amb cicles d'emissió d'armades d'icebergs a l'Atlàntic nord amb conseqüències a tot el planeta (cicles Bond). Si hom recopila totes les dades existents de paleoincendis esdevinguts a Andorra (datació ^{14}C de carboni) s'observa que els cicles Bond coincideixen amb mínims de paleoincendis, mentre que els màxims períodes amb paleoincendis estan correlacionats amb màxims d'intensitat solar. Tot i haver-hi una certa gestió del medi per part de l'home prehistòric amb l'ús del foc (Riera & Turu, 2011), efectuant un anàlisi de probabilitat de Bayes la incidència antròpica no sobrepassa el 20%, i la resta és per causes naturals. Aquesta major o menor activitat solar podria estar en relació amb el moviment inercial del Sol, igual que els períodes d'òptims climàtics; el proper s'espera a l'interval 2242 dC-2610 dC, que, sumat a l'efecte generat pels gasos d'efecte hivernacle (canvi climàtic), pot derivar en un superinterglacial (Imbrie i Imbrie, 1994).

Paraules clau: canvi climàtic, Solar Inertial Motion, Heinrich Events, mínim de Maunder, Valira-Andorra, darrer cicle glacial

I. A tall d'introducció

La natura ha estat sempre font d'inspiració de contes i llegendes però també protagonista d'importants controvèrsies científiques. A la primera meitat del segle XIX feia temps que era conegut que grans extensions de l'Europa del nord estaven recobertes de dipòsits caòtics alineats on habitualment podien observar clasts esfèrics i subsfèrics, sovint de litologies al·lòctones. L'explicació d'aquestes evidències i altres de relacionades van assentar les bases de la teoria del diluvi universal, no obstant el suport de la teoria en els escrits del Gènesi fou ràpidament abandonada el 1820 per una extensió de la mateixa teoria a diferents moments de la història de la Terra. Les troballes de fauna àrtica en regions actualment temperades i les exploracions polars van posar límits a la teoria diluvial per passar a la teoria de la deriva d'icebergs, en la qual masses de glaç s'havien desplaçat des de les regions polars i transportaven blocs i material al·lòcton fins al lloc de les evidències per mitjà de grans inundacions. En aquells temps es calculava la inundació a partir de l'alçada de les estries dels blocs erràtics, fins que el 1837 Louis Agassiz (1807-1873) va presentar per primer cop la seva teoria glacial a la Societat Suïssa de Ciències Naturals i la publicà el 1840. A partir de llavors, tant dil·luvionistes com els partidaris de la teoria glacial recopilaren arreu proves per donar suport a llurs teories, però lentament les evidències foren cada cop més evidents i s'acceptà la teoria glacial de forma gradual, a Suïssa (1844), a Anglaterra (1863), Alemanya (1875) i Nord-amèrica (1867). Però la conversió a la teoria glacial no fou mai completa fins ben entrat el segle XX.

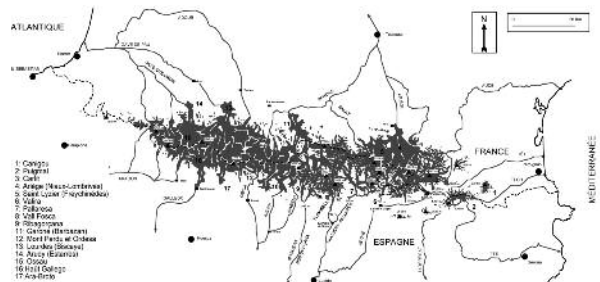
A prop nostre, diversos investigadors i viatgers francesos fan inventari de vestigis geològics tant des de la perspectiva dil·luvial com glacial (per exemple, Durocher, 1841; Chapentier, 1841; Dupont, 1844; Bladé, 1875), però no és fins al 1883 que l'obra d'Albrecht Penck *Die Eiszeit in der Pyrenäen* (El període glacial als Pirineus) marcarà un abans i un després en el coneixement del glacialisme als Pirineus.

II. Les oscil·lacions climàtiques

Als Alps, Penck i Brückner



Figura 1. Extensió de les glaceres a partir del treball de síntesi efectuat per Penck (1883). Conclou que la major extensió de les geleres del vessant nord dels Pirineus respecte a les del sud fou degut a una causa climàtica i no a l'estructura dels Pirineus. La irradiació solar en el vessant nord és menor que en el vessant sud. En la figura inferior la cartografia de l'extensió de les glaceres, suposadament del darrer cicle glacial, segons Calvet (2004)



(1909) determinen, a partir de la relació entre els complexos morènics terminals i les terrasses fluvials, quatre cicles glacials que seguint el nom de quatre afluents del Danubi passen a ser nomenats Würm (fa 20.000 anys o 0,02 Ma), Riss (0,2 Ma), Mindel (0,58 Ma) i Gunz (1,1 Ma) per ordre d'antigor. A aquests s'hi afegirien més tard la glaciació Donau (1,8 Ma) i la Biber (2,5 Ma), per Eberl (1930) i Schaefer (1956), mentre que Schreiner i Ebel (1981) van intercalar entre el Mindel i el Gunz una nova glaciació, la Haslach (també nom d'un afluent del Danubi). Entre glaciacions hi hauria els respectius períodes interglacials (Donau/Biber, Biber/Gunz, Gunz/Haslach, Haslach/Mindel, Mindel/Riss i Riss/Würm), en un dels quals ens trobem avui dia i que anomenem Holocè (fa 10.000 anys fins a l'actualitat).

El registre geològic també evidencia èpoques glacials molt antigues i deixa empremtes en el cenozoic (era glacial holàrtic-antàrtic), iniciada fa 30 Ma a l'Antàrtida; en el paleozoic (era glacial entre el carbonífer i el permia; glaciació entre l'ordovicià i el silurià), i en el precambrià. És conegut que la darrera gran era glacial va coincidir amb la col·lisió d'Euramèrica i Gondwana per formar posteriorment un únic continent a la Terra (Pangea), que amplificava així els efectes continentals del clima i formava una glaciació a Gondwana situada al pol sud. Una causa similar és invocada en la formació de la glaciació de l'ordovicià-silurià, moment en el qual s'uneixen dos continents per formar Gondwana a prop del pol sud. Les glaciacions en el període criogeni (precambrià) es formaren en un moment en què els continents es trobaven a prop del pol sud i finalitzaren amb una deriva molt ràpida dels continents cap a l'equador. L'era glacial a l'inici del proterozoic únicament ha estat reconeguda a l'escut cratònic de Nord-amèrica i Canadà, mentre que la resta es van estendre per la major part dels actuals continents.

Veient aquesta evolució del clima en el decurs dels temps geològics hom pot pensar que la ciclicitat és el resultat d'interaccions entre forçaments externs, retroalimentacions i factors

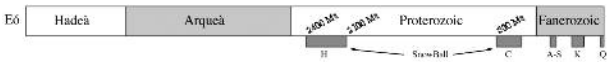


Figura 2. Eres glacials en la història de la Terra. Q = quaternari, K = karoo; A-S = andí-Sàhara; C = criogeni i H = huronià. Es pensa que en les dues primeres eres glacials la Terra va quedar totalment coberta de glaç en haver-hi presència de dipòsits glacials en latituds tropicals (snowball)

moderadors, on la freqüència (f) del fenomen que produeix el forçament extern determina el període climàtic (T) en un cicle climàtic (C). Podria expressar-se com: $T = C / f$

En aquest sentit, un forçament de baixa freqüència (p. e., cicles de milions d'anys com la deriva continental) marca el clima en un llarg període de temps, com és el cas de la tendència del clima des de fa 55 Ma, mentre que al contrari (p. e., cicles de desenes d'anys, les taques solars) marquen el clima en un període de temps curt. La ciclicitat dels períodes glacials (G) es podria escriure com un moviment oscil·latori de major o menor amplitud (A) en funció del període (T) en el qual es trobi: $G = A \sin (2\pi t/T) (1)$

III. El darrer cicle glacial: màxima extensió, estabilització i desglaçament

Actualment és conegut que les variacions en el clima afecten directament al balanç de massa

de les geleres, ja que així s'ha pogut comprovar a les actuals geleres dels Pirineus i dels Alps a partir de documents antics (gravats, fotografies, descripcions) i de l'estudi geomorfològic (p. e. Copons i Bordonau, 1994). El mateix va succeir en la darrera glaciació a partir dels 20.000 anys després que els casquets de l'hemisferi nord arribessin a la màxima extensió (*Last Global Maximum*, LGM). No obstant, les geleres de vall com les dels Pirineus, en ser més sensibles a les fluctuacions climàtiques per la seva menor massa (menor inèrcia), registraren importants variacions dels fronts glacials ja a partir dels 35.000 anys (35 Ka). Recentment hi ha hagut força avenços en el coneixement de la cronologia de l'enllaçament als Pirineus en relació amb el darrer cicle glacial. Al sector oriental de la serralada, diverses valls a la Cerdanya disposen d'una cronologia detallada en aquest sentit (Delmas 2009), mentre que al sector occidental dels Pirineus, l'alta vall del Gállego (Osca) presenta també múltiples datacions que encara no han estat sintetitzades en conjunt (Peña *et al.*, 2004). La vall del Valira també presenta un bon nombre de datacions que, sintetitzades, permeten reconstruir les oscil·lacions climàtiques esdevingudes en el darrer cicle glacial (Turu *et al.*, 2017).

III.1. Cronologia del darrer cicle glacial a la vall de la Valira del Nord

Nombrosos són els articles publicats sobre el glacialisme de les valls de la Valira del Nord, on la qualitat dels sediments que hi han estat dipositats permeten efectuar una reconstrucció detallada. Turu (2002a i b; Turu *et al.*, 2017) exposa amb austeritat de datacions (LM1, LM2 i LM4, figura 3), fent ús de l'anàlisi seqüencial, que l'estadi de màxim enllaçament és anterior a l'LGM (figura 4). Ampliant l'estudi de Turu (2002a i b) a tota la Valira del Nord i afegint noves datacions és possible disposar d'un gràfic de les fluctuacions glacials d'aquesta vall i relacionar-les amb esdeveniments climàtics coneguts, vegeu figura 3.

En aquesta figura s'ha representat el darrer cicle glacial a la Valira del Nord, el Würm alpi, subdividit segons Renault-Miskovsky (1992), en Würm I o *antic* (> 35 Ka), el Würm II o *recent* (35 Ka BP - 18 Ka BP) i tardoglacial, que segons aquest autor terminaria als 8,2 Ka BP), moment en el qual a la Valira del Nord hi ha una multiplicació dels incendis forestals (Turu *et al.*; 1995). A la figura 3 els noms en vertical representen cossos sedimentaris representatius de la Valira del Nord segons les descripcions de Turu i Bordonau (1997), Turu (2001, 2002a i b) i Turu *et al.* (2002), alguns dels quals hom ha pogut datar-los directament o indirectament a la vall principal de la Valira (Turu 1994; Turu *et al.* 2007; Jalut & Turu 2007) i relacionar l'etapa de màxim enllaçament amb les terrasses fluvials del Segre-Valira (SV-T4, Turu & Peña 2006a i b). Diversos episodis glacials reconeguts a l'hemisferi nord, com l'LGM, han quedat registrats en els sediments de la vall de la Valira del Nord. També s'han situat a l'esmentada figura els events Heinrich, moments en els quals es produeix a l'hemisferi nord l'emissió d'importants *armades* d'icebergs des del mantell laurentià cap a l'est en un curt lapse de temps (< 1 Ka), fet que si s'hagués conegut hauria estat el deliri dels defensors de la teoria de la deriva d'icebergs del segle XIX. Aquests icebergs en fondre haurien canviat la concentració salina de l'Atlàntic nord disminuint la seva densitat en superfície, debilitant la convecció amb l'aigua profunda; aquest es veuria compensat pel moviment des de l'Antàrtica d'aigua profunda creuant l'Equador i produint un refredament gradual del clima (Broecker, 2005).

Les seqüències climàtiques han quedat registrades en ambdós hemisferis, que en el cas de la Valira del Nord els esdeveniments H1, H2 i H3 coincideixen amb notables avenços del front glacial, mentre que els efectes ha estat menors per als esdeveniments més antics (H4 i H5).

Un esdeveniment Heinrich tanca un cicle de refredament climàtic progressiu (cicle Bond) després del qual el sistema convectiu a l'Atlàntic nord es restableix de nou i la circulació termohalina intensifica el corrent del golf, fet que comporta una sobtada millora climàtica (Bond *et al.*, 1993). Aquests cicles de Bond presenten una periodicitat de 6-10 Ka, on oscil·len estadis (clima fred) i interestadis (clima suau) de 2-3 Ka (cicles de D-O de Dansgaard-Oeschger). En el decurs d'un cicle Bond els casquets glacials de l'Atlàntic nord haurien guanyat en massa (ja sigui d'aigua subglacial o gel) fins al punt que es tornen inestables i es produeix un esdeveniment Heinrich (importants masses de glaç envairen l'oceà Atlàntic).

Els interestadis i estadis tenen una especial empremta en el registre sedimentari de les valls de la Valira del Nord, la qual obturada per la vall principal (figura 5) registrava els canvis climàtics en forma de sistemes deltaics proglacials en els interestadis (figura 6) i en forma de morrenes basals (Till) en els estadis d'avançament glacial (figura 7). Aquesta dinàmica se segueix fins al tardiglacial, moment en el qual es registren els darrers estadis i interestadis glacials al llac de la Massana (Pomerià, Pre-Bölling i Dryas I). Amb l'arribada del Bölling es produeix un retrocés dels fronts glacials sense precedents, de forma que el següent estadi d'avenç glacial (Dryas II) els fronts glacials ja no aconsegueixen assolir les posicions anteriors. Amb el interestadial Alleröd els aparells glacials queden molt reduïts i tot just assoleixen els fons de vall amb el darrer estadal (el Dryas III o YD). De forma posterior les geleres queden confinades en els circs glacials fins a desaparèixer als Pirineus (Copons i Bordonau, 1994) poc després dels 10.000 anys.

III.2. Cronologia del darrer cicle glacial a les valls de Valira

L'estudi geomecànic dels sediments presents al fons de la vall principal (Andorra la Vella) així com la prospecció geofísica del subsòl d'aquesta cubeta (Turu *et al.*, 2007) ha permès determinar que aquesta disposa d'un registre sedimentari de 120 m de gruix i que està estructurat en cinc seqüències estratigràfiques. Les primeres quatre seqüències estratigràfiques presenten sediments glacials (morrena de fons o till) i materials glaciofluvials-glaciolacustres, mentre que la més antiga i profunda correspon al darrer interglacial (eemià, estadi isotòpic marí 6). D'altra banda, l'estudi de les terrasses fluvials del sistema Segre-Valira (Turu & Peña, 2006b) ha permès situar l'extensió del front de la gelera de la Valira en els principals moments d'avenç glacial, però també ha permès identificar vestigis glacials relacionats amb glaciacions del pleistocè mitjà i inferior (el Riss alpi, estadi isotòpic marí 7 i possiblement el 21). Efectuant una síntesi de les dades sedimentàries de la Valira del Nord (figura 3) amb les de la vall principal, hom pot establir una cronologia absoluta del darrer cicle glacial a les valls de la Valira (figura 8).

A partir de la figura 8 és possible raonar per què la màxima extensió glacial a una latitud com la dels Pirineus fou anterior a la dels grans casquets glacials. L'LGM comença entre els 33 Ka

Figura 3. Fent ús de l'estratigrafia seqüencial (Turu 2002 a i b) i afegint les descripcions de Turu & Bordonau (1997) juntament amb les dades de prospecció geofísica del fons de vall d'Ordino i la Massana (Turu *et al.* 2002), ha estat possible calcular el volum de materials glaciofluvials i glaciolacustres entre episodis d'avenç glacial (Till 0 a Till 6). Cal tenir present que el volum de sediment dipositat en un determinat moment està en funció de la taxa de sedimentació, per tant aquest gràfic permet relacionar extensió glacial (en ordenades) versus temps registrat (en abscisses). S'han afegit datacions radiocarbòniques inèdites (anys BP no calibrats) efectuades en sediments de la Valira del Nord (β1777397; β203441; β203444; β203438) i a la Gran Valira (β185455; β203438; β202588 i β169808). També s'han afegit datacions inèdites per cosmogènics (²¹Ne i ¹⁰Be) de superfícies de poliment glacial a Engolasters (AND 9), al Roc del Quer a Canillo (AND 6), Encodina al Serrat (AND 3) i al circ de la Coma del Forat d'Arcalis (AND 1)

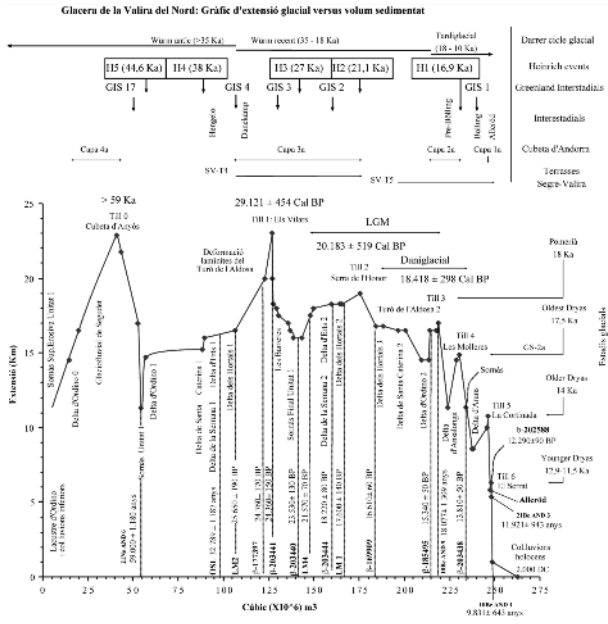
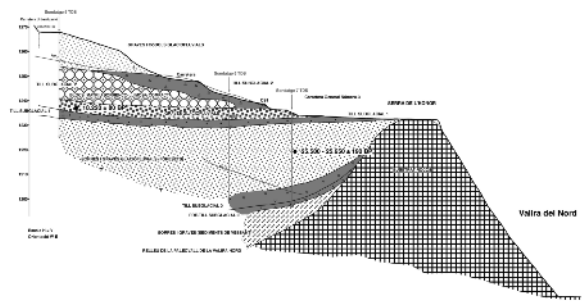


Figura 4. Secció interpretativa a l'oest de la Serra de l'Honor. Situació de les datacions en els sediments glaciofluvials anteriors al dipòsit del till 2 (18.220 ± 80 BP que correspon a una edat calibrada de 21.655 ± 515 anys Cal BP, β-203433) i anteriors al dipòsit del till 1 (25.545 ± 225 BP que correspon a una edat calibrada de 30.692 ± 381 anys Cal BP, LM 2). Els nivells de till situats per sota d'aquesta darrera datació (Till 0 i pre-Till 0) corresponen a pulsacions glacials anteriors. Els sediments situats per sobre del substrat rocós i per sota del pre-till 0 podrien correspondre al darrer interglacial. La calibració de les datacions més antigues de 20.000 anys BP (*before present*) s'ha efectuat a partir de Danzeglocke *et al.* (2007)



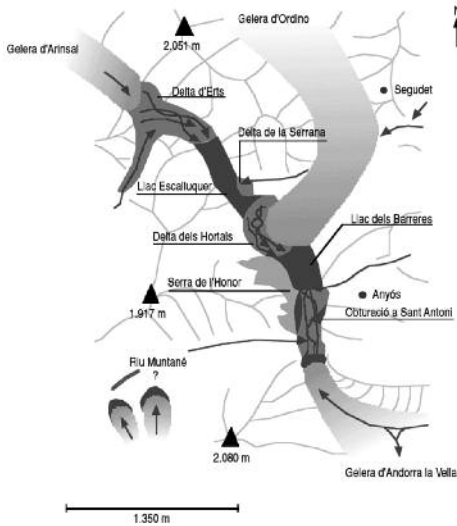


Figura 5. Posició dels fronts glacials durant la desglaciació. La gelera d'Andorra obtura la vall de la Valira del Nord i els fronts glacials tributaris aporten sediments als llacs. Aquestes geleres tributàries actuen com a sensors climàtics i els sediments lacustres són el seu registre. L'estudi estratigràfic detallat dels sediments lacustres i les seves implicacions climàtiques han permès l'elaboració de la figura 3

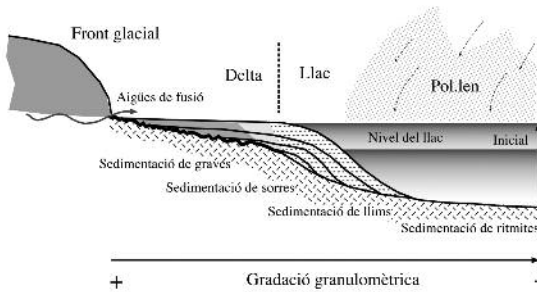


Figura 6. Figura idealitzada dels aports sedimentaris dels fronts glacials al marge del llac. S'hi ha representat una retrogradació deltaica per l'augment del nivell de l'aigua en el llac. Aquest augment es produeix per una més gran obturació de la gelera principal respecte a la vall tributària, mentre que en el cas contrari el llac es buidaria. Les variacions del nivell dels llacs juxtaglaciàls estan en funció de les fluctuacions glacials, per tant de les variacions climàtiques

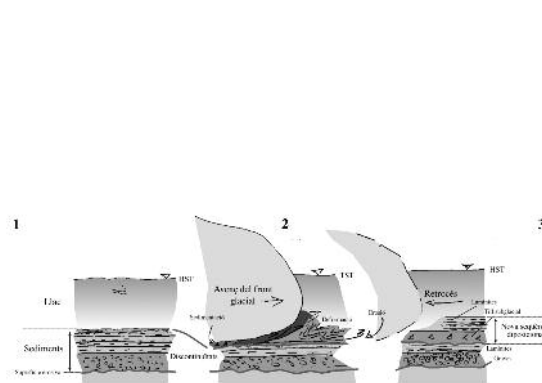
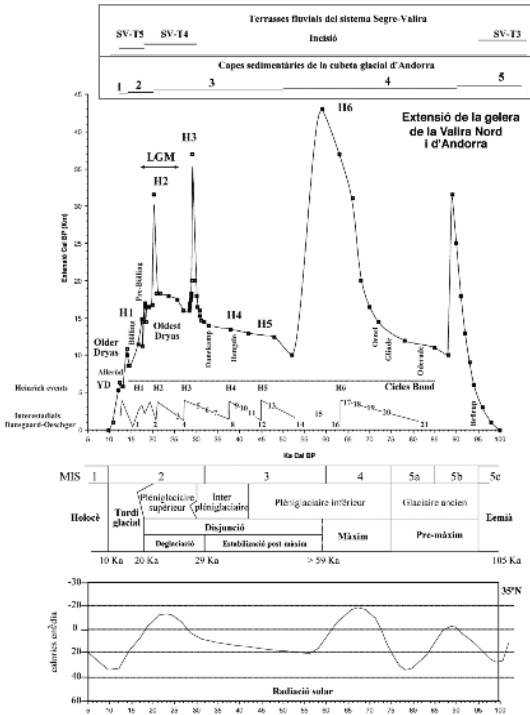


Figura 7. Efectes en la sedimentació d'un llac juxtaglaciàl de tipus pirinenc (poca profunditat i reduïdes dimensions) d'un avenç d'un front glacial. 1) Augment del nivell del llac per una obturació més gran de la gelera principal. 2) Avanç del front glacial tributari que erosiona i deforma parcialment els sediments anteriors. 3) Retrocés del front glacial tributari quan encara el llac continua estant obturat per la vall principal. En llacs més grans com els alpins la gelera entra en flotació i els indicis del seu avanç és la formació de deltes subglaciàls (progressió de les paraseqüències cap a conca) i la presència de material lític transportat per icebergs (*dropstones*)

Figura 8. Cronologia absoluta del darrer cicle glacial a les valls de la Valira incloses les terrasses fluvials Segre-Valira i les seqüències estratigràfiques de la cubeta glacial d'Andorra. Correlació amb els cicles de Bond (inclosos els esdeveniments Heinrich i els Dansgaard-Oeschger, segons Bond *et al.* 1993 i corregida a Cal BP segons Denton *et al.* 2005), els estadis isotòpics marins (MIS), la nomenclatura de les fases glacials en el continent europeu (en francès, segons Van Vliet-Lanoë, 2005) i una proposta per al glacialisme de les valls d'Andorra. Els mínims de radiació solar (extrapolada de Berger 1978 per una latitud de 35°N) coincideixen amb les principals fases d'avenç glacial. S'han situat els noms dels principals interestadials i estadials del tardiglacial, així com els esdeveniments Heinrich d'especial importància per a les valls de la Valira



- 26,5 Ka (primera meitat del MIS 2) amb el creixement dels casquets glacials fins que assoleixen els màxims creixements. El creixement dels mantells glacials coincideix amb un mínim de radiació solar en latituds elevades, mentre que al final de l'LGM la insolació canvia de tendència i augmenta. En l'LGM la gelera de la Valira del Nord avança però menys que en la fase de màxim enllaçament (figura 8) atès que aquí el mínim de radiació solar s'assoleix en el MIS 4 i no en el MIS 2. L'inici del MIS 3 coincideix amb un important retrocés de les llengües glacials, que en el cas de la gelera de la Valira del Nord el front glacial se situaria (com a mínim) per sobre de Sornàs (meitat superior de la unitat 1 de Turu, 1998). La fase d'estabilització postmàxim es caracteritza per una acumulació d'interestadials en el MIS 3 i les geleres es mantenen reduïdes en tot aquest període. El gruix de les geleres disminueix més d'un 20%, com és el cas de la gelera de la Valira d'Orient a Canillo, que es veu reduïda de més de 110 m; aquí el retrocés glacial deixarà lliures superfícies de poliment glacial (Roc del Quer) de 59 Ka d'antigor (superfícies datades per cosmogènics, mostra AND 6, figura 3), que permet situar l'inici del MIS 3 i el final del MIS 4 a les valls de la Valira. Tot i que les fases glacials posteriors assoleixen posicions del front glacial similars als de la màxima extensió glacial (vegeu Turu & Peña, 2006b), el volum d'aquestes no superaran el 80% del total assolit a la fase de màxima extensió glacial. Aquesta observació indica que en la fase de màxim

glacial (MIS 4) les geleres haurien presentat una important acumulació de glaç en capçalera (glaceres de base freda) mentre que a la fase de disjunció glacial (MIS 3 i MIS 2) les geleres de les valls de la Valira haurien protagonitzat avenços molt sobtats (*surge events*), fet que hauria permès guanyar posicions molt avançades sense disposar d'un important volum de glaç (glaceres de base temperada). De fet, és justament a partir del MIS 2 que les fases d'avenç glacial a les valls de la Valira coincideixen amb els esdeveniments Heinrich. Poc es coneix de la fase de premàxim glacial, però els registres sedimentaris Turu i Bordonau (1997) han permès evidenciar una obturació juxtaglacial prematura de la Valira del Nord (delta d'Ordino 0; figura 3) que se situaria cronològicament en l'estadi MIS 5a, però també a Sornàs (part inferior de la unitat 1 de Turu 1998) i a la serra de l'Honor (figura 4) la detecció de dos tills sobreposats (Till 0 i pre-Till 0) permeten saber de avenços glacials del MIS 4 (till 0) i anteriors (pretill 0, MIS 5b). Aquests dipòsits morrènics de fons se situen sobre uns sediments de vessant (MIS 5c) que fossilitzen el relleu d'una paleovall de la Valira del Nord (pre-MIS 5c). El principi del darrer cicle glacial està documentat per les datacions U/Th realitzades en el complex kàrstic de Niaux-Lombrive-Sabart, a prop de Tarascó de l'Arieja (Sorriaux, 1981; Bakalowicz et al., 1984), les quals han mostrat l'existència de dos episodis glacials que respectivament són de 270.000 a 185.000 anys (Riss) i de 90.000 a 20.000 anys (Würm).

IV. Oscil·lacions de la radiació solar: anàlisi de la corba d'extensió glacial

Com s'ha pogut veure, hi ha una poderosa correlació entre la radiació solar i les fases glacials per latituds com la dels Pirineus. Veient que hi ha ciclicitat de les fases d'avenç glacial hom pot reprendre la idea que les fases glacials es comporten com funcions sinusoidals (1). Segons aquest supòsit, hom pot efectuar una anàlisi harmònica o de Fourier d'aquesta funció sinusoidal (corba d'extensió glacial), fet que ens permetrà identificar de què està formada. Per a tal propòsit s'ha efectuat una regularització de les dades d'extensió glacial/temps per calcular la transformada ràpida de Fourier (FFT).

Un cop efectuada la transformada de Fourier (figura 9) el resultat de l'anàlisi espectral mostra pics en períodes ja reconeguts anteriorment (cicles Bond, esdeveniments Heinrich i interestadials de Dansgaard-Oeschger), els quals tenen a veure amb la dinàmica de la corrent de l'Atlàntic nord i del mantell glacial laurentià, però també d'altres que tenen a veure amb les variacions de la radiació solar per causes orbitals (inclosa la del quasicicle solar de 2,4 Ka) i que corresponen als cicles de Milankovitch (canvis en l'excentricitat de la òrbita planetària, canvis en l'eix d'inclinació de la Terra i precessió dels equinoccis). Tots aquests cicles interactuen entre ells i els efectes de cadascun se sumen o es resten depenent del moment del cicle, és a dir que els forçaments externs fan que el clima es comporti com la suma de funcions sinusoidals de diferent període i amplitud.

Els canvis en l'excentricitat de l'òrbita de la Terra, amb una periodicitat de 100 Ka, és el cicle que inicia o termina una època glacial. L'anàlisi de Fourier efectuada a la corba d'extensió glacial de les valls de la Valira és insuficient per mostrar la potència d'aquest pic associat als períodes de 100 Ka, no obstant sí que és present a la figura 9. Respecte a la resta de cicles orbitals el cicle d'obliquïtat (període de 41 Ka) domina a la figura 9 sobre el de la precessió dels equinoccis (període de 23 Ka) seguit del moviment inercial del solar respecte al baricentre

(període de 2,4 Ka i que aquí es presenta marcadament com de 2,9 Ka, fet que indica que té una part important d'harmònics). Els canvis del periheli (períodes de 19 Ka) també es veuen reflectits en l'anàlisi espectral juntament amb el seu semicicle (9,5 Ka).

Un canvi en la inclinació de l'eix de la Terra (l'obliquïtat) afecta de forma notable la insolació per latituds mitjanes i elevades, atès que l'angle d'incidència dels raigs solars és més elevat (insolació menor) quan l'eix de rotació de la Terra es troba més vertical (més perpendicular respecte a l'eclíptica o pla orbital). Aquest sembla el cas del registre analitzat, els Pirineus es troben a latitud mitjana i l'obliquïtat sembla que ha tingut un paper important en el patró de la darrera glaciació, però també els harmònics de les variacions inercials del Sol hi són presents. La precessió dels equinoccis segueix en rang per un increment de l'amplitud estacional (als 20 Ka els estius eren més suaus); tot i que afecta més en latituds subtropicals aquí resulta tenir també una certa empenta, igual que els cicles de semiprecessió (9,5) que tenen especial influència en latituds tropicals. Aquest darrer cicle se solapa amb la ciclicitat de Bond (entre 10 i 15 Ka), que també hi han de ser presents atès que s'han identificat les ciclicitats dels esdeveniments Heinrich (7 Ka) i de Dansgaard-Oeschger (1,45 Ka).

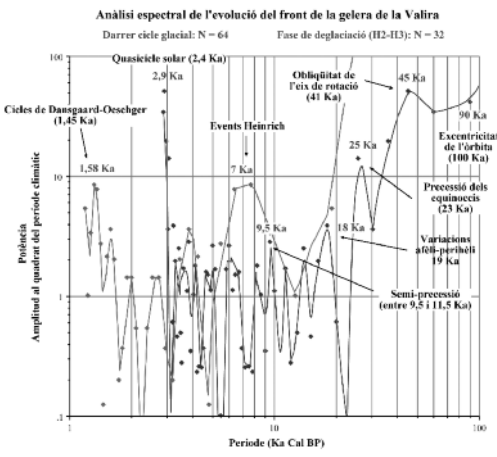


Figura 9. Anàlisi harmònica del registre d'englaçament de les valls de la Valira. Línia blava anàlisi de Fourier per a tot el cicle glacial, es distingeixen pics propers als períodes orbitals de Milancovitc (100 Ka, 41 Ka i 23 Ka; Hays et al. 1976), de la distància entre la Terra i el Sol (afeli-periheli, 19 Ka, Berger 1977), de semiprecessió (entre 9,5 Ka i 11,5 Ka) on en la mateixa franja estarien situats els cicles Bond (entre 10 i 15 Ka), i de l'activitat solar (2,4 Ka; Hood & Jirkowic, 1991). Línia vermella anàlisi de Fourier per la deglaciació (30 Ka i 19 Ka) on es distingeixen clarament pics propers als esdeveniments Heinrich (7 Ka) i de Dansgaard-Oeschger (1,45 Ka)

V. Hi haurà propera glaciació? I un nou òptim climàtic holocè?

La teoria astronòmica del orígens de les glaciacions (Milancovitc, 1957) proveeix una robusta base per a la predicció del curs del clima en el futur. Actualment, l'excentricitat de l'òrbita i l'obliquïtat es troben de forma que tendeixen a refredar el clima del futur mentre que la precessió tendeix a l'escalfament, però ja les primeres modelitzacions del clima del futur (Imbrie & Imbrie, 1980) mostren que la tendència preveu que la propera era glacial presenti un màxim avenç de les glaceres en uns 23.000 anys respecte d'avui dia. No obstant, la

tendència a llarg termini previsible a partir de la teoria orbital també serà modificada per oscil·lacions d'alta freqüència, les quals han estat reconegudes en diferents moments de l'holocè (Wilson et al., 2000) i és previsible que també s'esdevinguin en un futur. La millor de les oscil·lacions coneguda de curta durada és la corresponent a la petita edat del gel (1350-1900 dC), moment en què es va produir la disminució de la temperatura mitjana d'1° C respecte a l'actual, fet que va provocar que les glaceres dels Pirineus, els Alps, Alaska, Lapònia i Nova Zelanda avançaren més enllà dels seus límits actuals, però també va afectar les collites de cereals (Mateo i Gómez-Ortiz, 2004). El pic d'extensió de les morrenes glacial fou a l'inici del XVIII (Denton i Karlén, 1973; Grove, 1988; Copons i Bordonau, 1994), moment en el qual la disminució de la insolació va ser de l'ordre de l'1% (Eddy, 1980) dins de l'anomenat *mínim de Maunder* (figura 10).

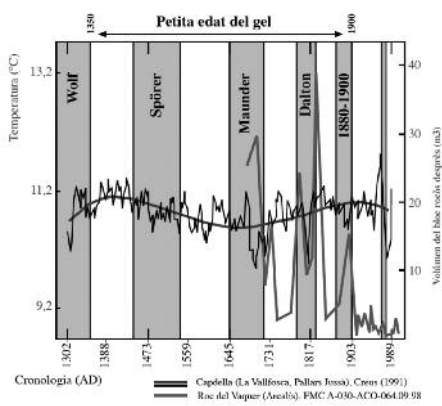


Figura 10: Representació de la Petita Edat del Gel (LIA o Little Ice Age) en base a les temperatures mitjes del mes de maig en Capdella (Vall Fosca, Pirineus Centrals), des de l'any 1302 dC. dins l'actualitat (1989) i que corresponen a estimacions dendrocronològiques (Creus 1991). Mitja mòbil d'onze anys i ajust polinòmic. Representació dels mínims d'activitat solar de Wolff (1280-1350), de Spörer (1450-1550), Maunder (1645-1720), Dalton (1795-1822) associats als diferents cicles d'activitat solar. Envoltent de desprendiments de blocs rocosos del vessant del Roc del Vaquer (2300 m) al final de la petita edat del gel i posteriorment, fent ús del mètode de datació líquenomètric a la Coma d'Arcalís (Ordino). Els desprendiments rocosos s'accentuen per processos de gelifracció i l'efecte "falca de gel". Aquest efecte deuria ser més important durant els episodis de mínima radiació solar de Maunder i Dalton, generant desprendiments de major volum que els que puguin donar-se avui a la Coma d'Arcalís. (Dades inèdits Fundació Marcel Chevalier 1998 i 1999)

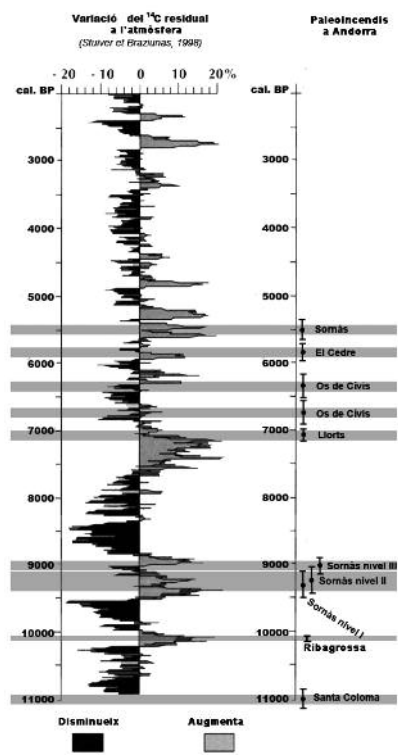


Figura 11: Recopilació de dades antracològiques publicades (Turu & Planas, 2005; Riera & Turu, 2011) i inèdites (Fundació Marcel Chevalier, 1996, 1999b, 2004, 2007) on s'observa una coincidència dels paleoincendis amb una major activitat solar

La petita edat del gel fou el darrer de cinc esdeveniments similars ocorreguts a l'holocè amb màximes extensions de les geleres als 2.800 anys BP, 5.300 anys BP, 8.000 anys BP i 10.500 anys BP que indica que una petita edat de gel de 2.500 anys està sobreimposada a les ciclicitats orbitals de molt més llarg període. De fet, a partir del registre de l'activitat de l'isòtop ¹⁴C dels darrers 8.000 anys BP s'ha reconegut un quasicicle d'activitat solar de 2.402 anys (figura 11).

El registre sedimentari de les valls de la Valira mostra una variabilitat antracològica en funció dels canvis climàtics esdevinguts en l'holocè (figura 12). En aquesta figura s'observen una sèrie de pics de probabilitat d'ocurrència de paleoincendis entre *Bond events* i entre els estadials del Dryas al final del tardiglaciari. Cal destacar que els primers carbons apareixen de forma posterior a l'LGM glacera (Last Global Maximum) i els paleoincendis s'intensifiquen a l'interestadial Alleröt (entre Dryas II i el Dryas III). Al principi de l'holocè se succeeixen una sèrie d'esdeveniments freds en un curt lapse temporal (Bond 8 a 6) que limita la proliferació dels incendis forestals, però a partir de l'esdeveniment Bond 6 fins al esdeveniment 8,2 Ka (Bond 5) es produeixen importants incendis a les masses forestals, concretament del Valira Nord (Turu et al. 1995). En aquest període temporal s'ha reconegut un augment de la temperatura al llac Redón (Pla & Catalan et al. 2005), els primers indicis de Cerealia i un augment de apophytes a la vall del Madriu (Ejarque, et al. 2011). Els efectes de l'esdeveniment fred 8,2 Ka es deixen notar fins al final del Epipaleolític; a la vall del Madriu es detecta una retracció de Corylus, Betula, Ulmus i una disminució de Pinus a l'estadi alpi i subalpi, interpretat per Ejarque (2011) com una disminució de la temperatura i augment de l'aridesa entre els 8,5 - 7,7 Cal BP. No és fins als alhors del neolític els paleoincendis s'intensifiquen de forma paral·lela a una certa recuperació dels caducifolis al Madriu (Ejarque, 2011). De moment no sembla que hi hagi evidències palinològiques / paleoclimàtiques a la vall del Madriu que expliquin una

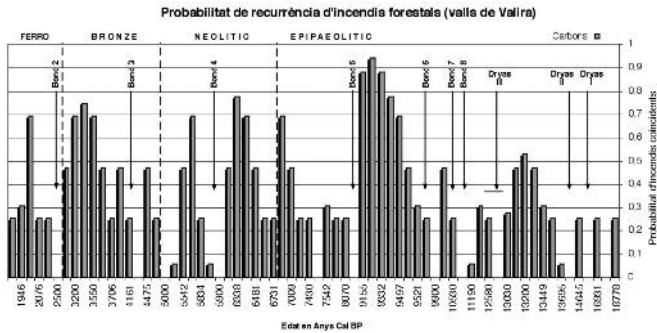
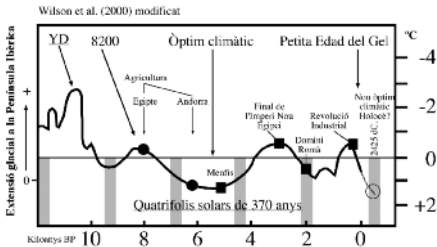


Figura 12: Recopilació de dades antracològiques de jaciments arqueològics (Balma de la Margineda y Juberrí), als quals s'ha assignat una mínima probabilitat d'ocurrència de paleoincendis (no descartable) en períodes d'ocupació humana (< 0,1). Recopilació de dades antracològiques de les prospeccions realitzades al Madriu, incloses les ocupacions documentades mitjançant radiocarboni (Miras et al. 2007; Ejarque, 2009). Altres dades antracològiques publicades (Turu & Planas, 2005) i inèdites (Fundació Marcel Chevalier, 1996, 1999b, 2004, 2007)

menor freqüència de paleoincendis a l'inici del neolític, potser el registre sedimentari analitzat és encara una mica incomplet per aquesta època, tot i això l'esdeveniment Bond 4 subdivideix de manera clara el període neolític, sent el primer període (el més antic) més intens que el posterior (figura 12). La disminució dels paleoincendis al final del neolític coincideix amb la retracció d'Abies, Corylus i Betula a les valls del Madriu (Ejarque, 2011). Igual que en el neolític al Bronze es pot subdividir en dues fases (figura 12), separades per un esdeveniment climàtic global (l'esdeveniment 4,2 Ka, Bond 3), després del qual s'inicia una marcada expansió de Cerealia-t i de apophytes al Madriu (Ejarque, 2011). L'edat del Ferro s'inicia amb el Bond event 2 (figura 12) i en els Pirineus centrals es caracteritza per una baixada de les temperatures (Pla & Catalan, 2005).

Tornant als efectes astronòmics del clima, el moviment inercial del Sol (SIM) al voltant del centre de massa del sistema solar (baricentre) és el fenomen central del sistema solar causat per les posicions variables dels planetes (predominantment els planetes gegants, de més massa i més distants), i que sembla ser estacionari (Damon i Linick, 1986) al voltant d'un període de 2,4 Ka. És a dir que a banda de la rotació del Sol sobre si mateix aquest efectua trajectòries "balls" en trifoli dins d'un cercle de 0,02 UA de diàmetre ($1 \text{ UA} \approx 1,5 \cdot 10^8 \text{ Km}$), uns regulars de 19,8 anys i d'altres irregulars de 178,7 anys de promig. Aquest és d'interval que separen mínims d'activitat (p.e. Wolf-Spörer = 160 anys; Spörer-Maunder = 190 anys; Maunder-Dalton = 167 anys), d'aquesta forma Charvatova (2000) demostra la relació mútua entre el moviment solar i l'activitat del mateix. En els darrers 8.000 anys el pas d'un trifoli regular a un irregular ha estat pertorbat diferents cops (p.e. entre 158 aC – 208 dC; 2561 aC – 2193 aC, 4964 aC – 4596 aC, 7366 aC i 6998 aC) essent reduït el trifoli irregular de 178,7 anys a 159 anys moment en el qual el Sol es va moure en un quatrifoli estable per 370 anys. Aquests segments excepcionals de 370 anys s'esdevenen cada 2402,2 anys i coincideixen amb òptims climàtics (figura 13).

Figura 13: Evolució de la temperatura mitja des del Younger Dryas (YD). Representació dels Quatrifolis Solars (espais en gris) de 370 anys de duració coincidint amb millores de la temperatura (Charvatova 2000), essent el proper esdeveniment orbital solar entre 2240-2610 dC. Han estat reconeguts diversos períodes freds a l'Holocè com els que van iniciar importants revolucions culturals (l'agricultura en l'episodi fred del 8200 i la revolució industrial al segle XIX després del mínim de Dalton) i la decadència d'imperis mil·lenaris com l'Egipci, tots ells apareixen en harmònics del cicle no regular dels Trifolis (múltiples de 178,7 any), concretament seguint els harmònics 14 (Petita Edat del Gel i període fred post òptim climàtic), 28 (extrems de l'òptim climàtic Holocè) i 42 (ciclicitat de 7,5 Ka similars als dels events Heinrich). L'estudi de la documentació històrica ha permès reconèixer l'existència d'aparells glacials fòssils a la Península Ibèrica al segle XII en zones tant meridionals com Serra Nevada (Gómez-Ortiz, 2005), fet que permet situar en el gràfic un hipotètic zero d'extensió de les geleres a la Península i per extensió als Pirineus. Actualment a Andorra existeixen geleres rocalloses al Grau-Roig amb gel fòssil, l'aigua de fusió del qual ha estat datat per ^{14}C (DIC) en més d'un miler d'anys (gelera rocallosa de la Portella de Joan Antoni, $1340 \pm 40 \text{ BP}$; $720 \pm 40 \text{ BP}$; β -251179 i β -251178), fet que mostra amb tota probabilitat que a la Petita Edat de Gel aquests circs foren ocupats per petits aparells glacials



El següent segment s'esdevindrà entre els anys 2242 dC i 2610 dC (Charvatova, 2000). Actualment (1985-2040) s'està en un "ball" de tipus desordenat (no trifoliar) i similar al de la segona meitat del segle XIX (Charvatova, 2000), per analogia s'esdevindran cicles solars majoritàriament dèbils i llargs, mentre que al 2085 dC el Sol tornarà a un moviment de trifoli orbital sortint de la seva mínima activitat. Finalment dir que els cicles orbitals de Milancovic també han estat reconeguts en sediments de roques del Carbonífer (fa uns 300 Ma) i que aquest forçament del clima sempre ha estat present, no així les glaciacions ja que els alts nivells de CO₂ presents a l'atmosfera en altres períodes geològics (p.e. a principis del Cenozoic) no permetien iniciar cap glaciació; així doncs els gasos emesos antròpicament a l'atmosfera juguen a favor de l'escalfament global que en combinació amb el proper cicle SIM (*Solar Inertial Motion*) quadrifoliar pot conduir cap a un nou òptim climàtic Holocè en els propers 400 anys.

Valentí Turu i Michels,

licenciat en geologia i membre del Patronat de la Fundació Privada Marcel Chevalier

(1) Fundació Marcel Chevalier, Av. Príncep Benlloch 66-72, AD 500 Andorra la Vella, Principat d'Andorra
 i@geofundacio@andorra.ad

Bibliografia

- BERGUER, A. L. (1978) Long-term variations of caloric insolation resulting from the Earth's orbital elements. *Quaternary Research* 9, 139-167.
- BAKALOWICZ, M.; SORRIAUX, P.; FORD, D. C. (1984) Quaternary glacial events in the Pyrenees from U. series dating of speleothems in the Niaux-Lombrives-sabart Caves, Ariège, France. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 38, 193-197.
- BLADÉ, J. F. (1875) "Études géographiques sur la vallée d'Andorre" p. 97. (Universelle: Paris).
- BOND, G.; HEINRICH, H.; BOECKE, H.; LABEYRIE, I.; i col.laboradors (1993) Evidence for massive discharges of ice-bergs into the North Atlantic Ocean during the last glacial period. *Nature* 365, 143-147.
- BROECKER, W.S. (2005) "The role of the ocean in climate yesterday, today and tomorrow" p. 183 (Eldigio Press: Palisades, N.Y.).
- BROECKER W. S. (1987) "How to build a habitable planet". p. 291. (Eldigio Press: New York).
- CHARPENTIER, J. (1841) "Essai sur les anciens glaciers" p. 210 (Lausanne).
- CHARVATOVA, I. (2000) Can origin of the 2400-year cycle of solar activity be caused by solar inertial motion?. *Annales Geophysicae* 18, (4), p. 399-405.
- CALVET, M., (2004). The Quaternary glaciation of the Pyrenees. In: Ehlers, J., Gibbard, P. (Eds.), *Quaternary Glaciations—Extent and Chronology, Part I: Europe*. Elsevier, Amsterdam, p. 119–128.
- COPONS, R i BORDONAU, J. (1994) La pequeña efef del hielo en el macizo de la Maladeta (Alta cuenca del Esera, Pirineos Centrales); In: "El glaciario supienaisico: nuevas aportaciones". (ed. C. Martí-Bono i J.M. García-Ruiz) p. 111-124. (Geoforma Ediciones: Logroño).
- CREUS, J. (1991) Tendencia secular de la temperatura de Mayo en el Pirineo Oriental. *Notes de Geografia Física* 20-21, 41-49.
- DANZEGLOCKE, U., JÖRIS, O., WENINGER, B., quickCalPal-2007online. <http://www.calpal-online.de>
- DAMON, P. E. i LINICK, T. W. (1986) Heliomagnetic modulation of atmospheric radiocarbon production. *Radiocarbon* 28, 266-278.
- DELMAS, M. (2009) "Chronologie et impact géomorphologique des glaciations quaternaires dans l'est des Pyrénées" p. 529. (Thèse de l'Université de Paris 1: Paris).
- DENTON, G. H.; ALLEY, R. B.; COME, G. C.; BROECKER, W. S. (2005) The role of seasonality in abrupt climate change. *Quaternary Science Reviews* 24, 1159–1182.

- DENTON, G. H. i KALÉN, W. (1973) Holocene climatic variations-their pattern and possible cause. *Quaternary Research* 3, 155-205.
- DUPONT, E. (1844) Sur divers phénomènes diluviens observés dans le département de l'Ariège et quelques vallées voisines. *Ann. Mines IV^e série*, t. V, p. 481.
- DURROCHER (1843) Sur les traces de phénomènes diluviens qui s'observent dans les Pyrénées. *C.R. Acad. Sc.*, t. XIII, p. 92.
- EBERL, B. (1930) "Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpen-vorlande. -Ihr Ablauf, ihre Chronologie auf Grund der Aufnahmen des Lech- und Illergletschers" p. 427 (Benno Filser: Augsburg).
- EDDY, J. A. (1980) Climate and the role of the sun. *Journal of Interdisciplinary History* 10, 725-747.
- EJARQUE, A. (2009) Génesis y configuración microregional de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña durante el holoceno: estudio polínico y de otros indicadores paleoambientales en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra). Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona (España), 348 p.
- FAIRBRIDGE, R.W. (1997) Orbital commensurability and resonance. In: "Encyclopedia of Planetary Sciences". (Eds. J.H. Shirley & Fairbridge, R.W.), p. 564-571. (Chapman & Hall: London).
- GÓMEZ-ORTIZ, A. (2005) El paisaje glaciar de Sierra Nevada: evolución del conocimiento, resultados recientes e investigaciones en curso en el Corral del Veleta. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia* 59, 63-86.
- GOVE, J. M. (1988) "The Little Ice Age" p. 498. (Methuen: London).
- HAYS, J. D.; IMBRIE, J.; SHACKLETON, N. J. (1976) Variations in the earth's orbit: peccemaker of the ice ages. *Science* 194, 1121-1132.
- HOOD, L. L.; JIRIKOWIC, J. L. (1991) A probable 2400 year solar quasicycle in atmospheric delta 14C. *Holocene* 12, 98-105
- IMBRIE, J.; IMBRIE, J. Z. (1980) Modeling the climatic response to orbital variations. *Science* 207, 943-953.
- IMBRIE, J.; IMBRIE, J. Z. (1994) "Ice Ages solving the mystery". p.224. (Harvard University Press: London).
- JALUT, G.; TURU V. (2008) Le dernier cycle glaciaire-interglaciaire dans les Pyrénées: englacement, climat et végétation. In: «Pyrénées d'hier et d'aujourd'hui» p. 145-162 (Atlantica: Biarritz).
<http://www.igeotest.fr/articles/docs/Article%20Pyrenees.pdf>
- MATEO, M.; GÓMEZ-ORTÍZ, A. (2004) La pequeña Edad del Hielo en Andorra: episodios morfogenéticos y su relación con la producción de cereales en Europa. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geología)* 90 (1-4), 173-183.
- MILANCOVIC, M. (1957) Astronomische Theorie der Klimaschwankungen ihr Werdegang und Widerhall. *Serbian Academy of Sciences (Monografic)* 280, 1-58.
- MIRAS, Y.; EJARQUE, A.; RIERA, S.; PALET, J. M.; ORENCO, H. A.; EUBA, I. (2007) Dynamique holocène de la végétation et occupation des Pyrénées andorranes depuis le Néolithique ancien, d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2.180 m, Vall del Madriu, Andorre). *Comptes rendus Paleovol* 6, 291 – 300.
- PLA, S. & CATALAN, J. (2005) Chrysophyte cysts from lake sediments reveal the submillennial winter/spring climate variability in the northwestern Mediterranean region throughout the Holocene: *Climate Dynamics*, 24, 263-278.
- PENCK, A. (1883) Die Eiszeit in der Pyrenäen. *Mitteilungen des Vereins für Erdkunde*. 163-231. (Traducción francesa de Braemer 1885, L.: La période glaciaire dans les Pyrénées. *B.S.M.N.* XIX, 105-200.
- PENCK, A.; BRÜCKNER, E. (1909) *Die alpen im eiszeitalter*. p. 1199 (Chr. Herm Tauchnitz, Leipzig).
- PEÑA, J. L.; LEWIS, C.; McDONALD, E.; RHODES, E.; SANCHO, C. (2004) Ensayo cronológico del Pleistoceno medio-superior de la cuenca del río Cinca (Pirineos y Depresión del Ebro). In: "Contribuciones recientes sobre Geomorfología. *Actas VIII Reunión Nac. de Geomorfología. Toledo* " (ed. Benito, G. y Díez-Herrero) p. 165-172 (SEG y CSIC: Madrid).
- RENAULT-MISKOVSKY, J. (1992) Palynologie du Quaternaire européen: chronostratigraphie, paléoclimatologie et paléoenvironnement végétal de l'homme fossile. *Géochronique* 44: 21-24.
- RIERA, S. & TURU, V. (2011) Cambios en el paisaje del valle de Ordino al inicio del Holoceno: Evolución geomorfológica, paleovegetal e incendios de época Mesolítica (NW del Principado de Andorra, Pirineos Orientales). El quaternari a Espanya i àrees afins (Valentí Turu i Anna Constante, ed.), AEQUA-Fundació Marcel Chevalier, Andorra la Vella, 201-204
http://www.igeotest.es/Articles/docs/Paleoambient_Sornas.pdf
- SCHAEFER, I. (1956) Sur la division du Quaternaire dans l'avant-pays des Alpes en Allemagne. 2, p. 910-914. (Actes IV Congrès INQUA: Roma/Pisa).
- SCHREINE, A. & EBEL, R. (1981) Quartärgeologische Untersuchungen in der Umgebung von Intersglazial-vorkommen im östlichen Rheingletschergebiet (Baden-Württemberg). *Geologisches Jahrbuch* A 59, 3-64.
- SORRIAUX, P. (1981) Etude et datation de remplissages karstiques : nouvelles données sur la paléogéographie quaternaire de la région de Tarascon (Pyrénées ariégeoises). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Paris, II, 293, 706-706.

- TURU, V. (1994) Datos para la determinación de la máxima extensión glaciar en los valles de Andorra (Pirineo Central). In: "Actas de la III Reunión Nacional de Geomorfología 1994" p. 266-273. (SEG: Logroño).
- TURU, V.; BORDONAU, J.; VILAPLANA, J. M. (1995) La sección de Sornàs (Andorra, Pirineo Central). In: "Actas de la III Reunión del Cuaternario Ibérico 1993" p. 209-213. (GTPEQ-SGP: Coimbra).
- TURU, V.; BORDONAU J. (1997) El glacialisme en les valls de la Valira del Nord, síntesi d'afloraments, *Annals de l'Institut d'Estudis Andorrans* (Centre de Barcelona) 1995, 41-104.
- TURU, V. (1998) Interpretación genética de la unidad deformada de la sección estratigráfica de Sornàs. Un drumlin en los valles de la Valira del Nord, Principado de Andorra, (Pirineos Orientales). In: "Investigaciones recientes de la Geomorfología española" (Ed. A. Gómez-Ortiz y F. Salvador Franch) p. 445-454. (SEG-UB: Barcelona).
<http://www.igeotest.ad/articles/docs/Drumlin%20Sornas.pdf>
- TURU, V. (2000) Aplicación de diferentes técnicas geofísicas y geomecánicas para el diseño de una prospección hidrogeológica de la cubeta de Andorra, (Pirineo Oriental): Implicaciones paleohidrogeológicas en el contexto glaciar andorrano. In: "Jornadas sobre la actualidad de las técnicas geofísicas aplicadas en hidrogeología" p. 203-210. (IGME, Granada) http://aguas.igme.es/igme/publica/libros2_TH/actu_tec_geofi/pdf/14a_comunicacion.pdf
- TURU, V. (2001) Ejemplos de deformación sinsedimentaria en la cubeta glaciolacustre de la Massana, Push Moraine de la Aldosa i delta dels Hortals, Principado de Andorra (Pirineos Orientales). In: "Actas V Reunión del Cuaternario Ibérico" p. 81-84. (GTPEQ-SGP: Lisboa) <http://www.igeotest.ad/articles/docs/Push%20Moraine.pdf>
- TURU, V. (2002a) Análisis secuencial del delta de Erts. Estratigrafía de un valle glaciar obturado intermitentemente. relación con el último ciclo glaciar. Valle de Arinsal, Pirineos Orientales, parte I : El método utilizado". In: "Estudios recientes (2000-2002) en geomorfología, patrimonio, montaña y dinámica territorial" p. 555-563 (SEG-Departamento de Geografía UVA: Valladolid) <http://www.igeotest.ad/articles/docs/Delta%20Erts%20Part%201.pdf>
- TURU, V. (2002b) Análisis secuencial del delta de Erts. Estratigrafía de un valle glaciar obturado intermitentemente. relación con el último ciclo glaciar. Valle de Arinsal, Pirineos Orientales. Parte II : Aplicación. In: "Estudios recientes (2000-2002) en geomorfología, patrimonio, montaña y dinámica territorial" p. 565-574 (SEG-Departamento de Geografía UVA: Valladolid) <http://www.igeotest.ad/articles/docs/Delta%20Erts%20Part%202.pdf>
- TURU, V.; POUS, J.; BORDONAU, J.; PALOMAR, J. (2002) La cubeta de sobreexcavació glaciar de La Massana-Ordino, Pirineus Orientals: Aplicació de la prospecció geoelèctrica. *Horitzó* 2, 38-52.
<http://www.iea.ad/crecit/imatges/massana.pdf>
- TURU, V. & PLANA, X. (2005) Inestabilidad de vertientes en los valles del Valira. Datos y dataciones para el establecimiento de una cronología, posibles causas. Andorra y Alt Urgell (Pirineos Orientales). VI SIMPOSIO NACIONAL SOBRE TALUDES Y LADERAS INESTABLES (J. Corominas, E. Alonso, M. Romana, M. Hürlimann, Eds.). Universidad Politécnica de Valencia-Universidad Politécnica de Catalunya. Valencia. Vol. II, p. 792-805. <http://www.igeotest.ad/articles/docs/TuruiPlanas.pdf>
- TURU, V.; PEÑA, J.L. (2006a) Las terrazas fluviales del sistema Segre-Valira (Andorra-La Seu d'Urgell-Organyà, Pirineos Orientales): relación con el glaciarrismo y la tectónica activa. In: "Geomorfología y Territorio" (ed. A. Pérez-Alberti y J.López) p. 113-128 (Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela, 171: Santiago de Compostela).
<http://www.igeotest.ad/articles/docs/Turu%20Pena%20Segre-Valira%201.pdf>
- TURU, V.; PEÑA, J. L. (2006b) "Ensayo de reconstrucción cuaternaria de los valles del Segre y Valira (Andorra-La Seu d'Urgell-Organyà, Pirineos Orientales): morrenas y terrazas fluviales". In: "Geomorfología y Territorio" (Eds. A. Pérez-Alberti y J.López) p. 129-146 (Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela, 171: Santiago de Compostela).
<http://www.igeotest.ad/articles/docs/Turu%20Pena%20Segre-Valira%201.pdf>
- TURU, V.; BOULTON, G. S.; ROS, X.; PEÑA, J. L.; MARTI-BONO, C.; BORDONAU, J.; SERRANO-CAÑADAS, E.; SANCHO-MARCEAN, C.; CONSTANTE-ORRIOS, A.; POUS, J.; GONZALEZ-TRUEBA, J. J.; PALOMAR, J.; HERRERO, R.; GARCIA-RUIZ, J. M. (2007) Structure des grands bassins glaciaires dans le nord de la Péninsule Ibérique: comparaison entre les vallées d'Andorre (Pyrénées Orientales), du Gállego (Pyrénées Centrales) et du Trueba (Chaîne Cantabrique). *Quaternaire* 18, 309-325.
<http://www.igeotest.fr/articles/docs/Quaternaire%2018.pdf>
- TURU, V.; CALVET, M.; BORDONAU, J.; GUNNELL, Y.; DELMAS, M.; VILAPLANA, J. M.; JALUT, G. (2017) Did Pyrenean glaciers dance to the beat of global climatic events? Evidence from the Würmian sequence stratigraphy of an ice-dammed palaeolake deponente in Andorra. *Geological Society, London, Special Publications* 433, 111-136.
[http://www.igeotest.fr/Articles/docs/Turu%20et%20al%20\(2016\)%20SGL.pdf](http://www.igeotest.fr/Articles/docs/Turu%20et%20al%20(2016)%20SGL.pdf)
- VAN VLIET-LANOË, B. (2005) "La Planète des glaces, histoire et environnements de notre Ère glaciaire". p. 470 (Vuibert: Paris).
- WILSON, R. C. L.; DRURY, S. A.; CHAPMAN, J. L. (2000) "The great ice age. climate change and life" p. 267 (Routledge: London).



La realitat del canvi climàtic



Ramon COPONS i LLORENS, Laura TRAPERO i BAGUÉ, Marc PONS i PONS

Resum

El canvi climàtic és una realitat coneguda per tothom. El que seria convenient és conèixer la magnitud d'aquest canvi a casa nostra. En el present document es fa una síntesi dels canvis climàtics esdevinguts als Pirineus i, en concret, a Andorra. Primer, s'explica els canvis climàtics passats que han esdevingut en els últims milers d'anys als Pirineus. Posteriorment, es mostra com és el canvi climàtic actual des d'una òptica pirinenca a partir del resultat de l'acció *Clima projecte Observatori pirinenc del canvi climàtic* (OPCC) finançat pel programa Poctefa 2007-2013 (EFA056/15). Finalment, es detalla la realitat del canvi climàtic recent a Andorra, en concret a partir de l'anàlisi de les tendències de temperatura i precipitació entre 1950 i 2010 que el CENMA-IEA ha fet mitjançant les sèries meteorològiques de FEDA. Els treballs mostren, d'una banda, que el clima no ha estat invariable al llarg dels darrers milers d'anys i, d'altra banda, que avui en dia a Andorra també es detecta clarament l'empremta del canvi climàtic antropogènic. Des del 1950 s'ha quantificat una tendència a l'augment de les temperatures que va acompanyada d'una certa disminució de les precipitacions.

Introducció

El Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra (Cenma) és un dels tres centres que integren l'Institut d'Estudis Andorrans (IEA). El Cenma-IEA s'ocupa de l'estudi del medi natural d'Andorra i de la difusió dels resultats a nivell social i científic.

Des de l'any 2008, el Cenma-IEA estudia el clima d'Andorra i, en especial, el canvi climàtic. Un dels primers treballs va ser el control de qualitat i l'homogeneïtzació mensual de les tres sèries històriques de temperatura i de precipitació de FEDA (Ransol, Engolasters i central). L'objectiu del control de qualitat va ser identificar possibles errors i anomalies dels valors mensuals, a més de fer una primera revisió de les dades preses de forma manualment des de l'octubre de 1934. Posteriorment, es va fer l'anàlisi d'homogeneïtat a partir de la metodologia

Homer (Mestre et al., 2013) desenvolupada en el marc de l'acció europea Cost ES0601 (*Advances in homogenisation methods of climate series: an integrated approach, HOME*). Més endavant, l'any 2012, el Cenma-IEA va treballar en l'acció *Clima* del projecte europeu *Observatori pirinenc del canvi climàtic* (OPCC) finançat pel programa Poctefa 2007-2013 (EFA235/11). Un dels objectius del projecte va ser crear una potent base de dades climàtica mensual per a l'àmbit pirinenc on es van incloure les sèries de FEDA. A partir d'aquesta base de dades es van calcular les anomalies climàtiques en el període 1959-2010 utilitzant el trentenni 1961-1990 com a període de referència climàtic. Un altre resultat va ser la cartografia climàtica a escala pirinenca de les anomalies de temperatura i de precipitació per dècada. Paral·lelament, el Cenma-IEA ha estat fent estudis sobre el canvi climàtic al territori d'Andorra. Els resultats d'aquests estudis s'han publicat en revistes científiques (Esteban et al., 2012; Esteban et al., 2017) i de forma resumida i divulgativa en el web de l'Observatori de la Muntanya d'Andorra (<http://www.oma.ad/ca/clima>). En aquest web es presenten els valors de diversos indicadors de seguiment del canvi climàtic proposats per l'OMM (Organització Meteorològica Mundial) per al període 1950-2010 i calculats a partir de les sèries de FEDA. Els indicadors climàtics considerats són els següents: (a) la variació de temperatura mitjana de l'aire, (b) la variació de la precipitació anual acumulada, (c) l'evolució dels dies càlids, (d) l'evolució dels dies gèlids, (e) l'evolució de les intensitats de precipitació diària, (f) variació de la temperatura mitjana de les mínimes, i (g) variació de la temperatura mitjana de les màximes. Per acabar, des de final de l'any 2016, el Cenma-IEA està participant en el projecte Replim, *Xarxa d'observatoris d'ecosistemes sensibles (llacs, torberes) al canvi climàtic als Pirineus* (EFA056/15), que ens permetrà tenir una visió del canvi climàtic passat a Andorra a una escala de temps mil·lenària.

Els canvis climàtics passats als Pirineus

Els últims dos milions d'anys de la història de la Terra es caracteritzen per la presència de canvis globals de gran magnitud i rapidesa que han donat com a resultat períodes glacials i interglacials. L'últim període glacial que va afectar els Pirineus va tenir un dels màxims glacials ara fa 20.000 anys. S'estima que, en aquell moment, la temperatura de l'aire als Pirineus hauria estat, de mitjana, d'uns 10 °C per sota les temperatures actuals. Sota aquestes temperatures, gran part dels Pirineus estaven coberts per glaceres que haurien arribat a tenir més de cinquanta quilòmetres de llargada (Bordonau, 2005).

L'últim període glacial va finalitzar ara fa uns 10.000 anys amb la pujada gradual de les temperatures i, per tant, la pràctica desaparició de les glaceres. A la finalització de l'últim període glacial arriba el període interglacial anomenat holocè, que avui vivim. L'holocè ha presentat temperatures molt suaus però variables que han incidit, amb menys o més intensitat, en els ambients naturals. Els últims períodes alternats càlids freds han estat el període càlid romà, el període fred del final de la història antiga, el període càlid medieval, la petita edat del gel i l'augment de les temperatures actual (vegeu més endavant la figura 1). Tots han influït d'alguna manera en la història de la humanitat.

L'última fase freda de l'holocè va ser la petita edat del gel (PEG), que va estar present als Pirineus entre els segles XIV i XIX. Durant la PEG es van formar glaceres en els massissos

pirinencs amb alçades superiors als 3.000 metres d'altitud que van tenir la màxima extensió cap a la segona dècada del segle XIX (Copons i Bordonau, 1997). La petita edat del gel es dona com a acabada a mitjan segle XIX amb l'augment progressiu de les temperatures fins a dia d'avui.

Les glaceres de la petita edat del gel són les més grans de les que han pogut existir durant tot l'holocè. Per tant, tots, o gairebé tots, els registres glacials holocens han quedat esborrats per aquesta fase freda. Sense un registre glacial que ens doni una informació valuosa dels canvis climàtics, els sediments que hi ha als estanys són els que ens poden donar una informació indirecta dels canvis climàtics.

Els sediments dels llacs emmagatzemen els canvis químics, biològics i sedimentaris que hi ha tant a la mateixa aigua del llac com a la seva conca. A dia d'avui, hi ha molts estudis de recerca fets per tal d'analitzar el canvi climàtic i ambiental durant l'holocè. Com a exemple, la recerca feta pel Centre d'Estudis Avançats de Blanes del CSIC en el registre sedimentari de l'estany Redon (Val d'Aran) mostra el canvi climàtic al llarg de tot l'holocè (figura 1) a partir de les càpsules d'algues. Dins dels sediments dels llacs hi ha diversos tipus de microfòssils; un són les algues crisofícies que viuen en el plàncton de l'estany. Les crisofícies tenen la característica d'encapsular-se en forma de cist, o càpsula, al final del seu cicle vital per resistir condicions adverses i esperar moments de bonança. Un cop les càpsules es formen, poden precipitar al fons del llac on es fossilitzen dins del sediment. Les diferents espècies d'algues tenen diferent afinitat a les temperatures de les aigües i n'hi ha algunes que estan especialment còmodes en temperatures fredes. Per tant, l'estudi de les càpsules fossilitzades de determinades espècies ens permeten analitzar la temperatura de l'aigua a l'hivern que està en relació amb el clima on es troba el llac.

A la figura 1 es representa gràficament l'anomalia de temperatura a l'hivern de l'estany Redon des de l'inici de l'holocè, fa uns 10.000 anys, fins a finals de la dècada dels anys 1990 agafant com a referència la temperatura recent. D'una banda, el gràfic mostra que les temperatures hivernals van augmentar progressivament des de la finalització de la glaciació fins als 4.000 anys abans d'ara. D'altra banda, les temperatures hivernals han anat fluctuant notablement de forma bastant independent als períodes càlids i freds al llarg dels últims 4.000 anys. A tall d'exemple, el període càlid romà va tenir estius calorosos i hiverns suaus, però per contra el període càlid medieval va tenir hiverns especialment freds. Finalment, el gràfic representa fidelment l'escalfament del clima que hi ha a dia d'avui.

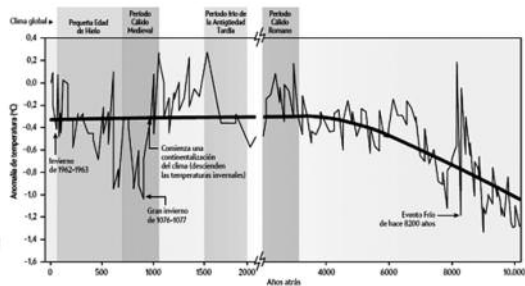


Figura 1: Anomalia de temperatura d'hivern-primavera registrada en el llac Redon a partir de les càpsules d'algues conservades en els sediments. Imatge cedida a través del projecte europeu Replim (EFA056/15) a partir de les dades de Pla i Catalan (2004)

El canvi climàtic recent als Pirineus

L'informe final de l'acció Clima del projecte OPCC (EFA 235/11), disponible al web <http://www.opcc-ctp.org>, recull els principals resultats i les característiques més remarcables en referència al canvi climàtic recent als Pirineus.

Considerant de forma global els Pirineus, els resultats del projecte OPCC permeten afirmar que durant el període d'estudi 1959-2010 s'ha observat un augment clar de la temperatura a tot el massís. En la figura 2, es mostra l'evolució de les anomalies de la temperatura mitjana anual. L'anomalia s'ha calculat comparant la temperatura mitjana de cada any amb el valor mitjà pel període 1961-1990. A la figura es pot veure en les barres en vermell (anomalies positives) la successió d'anys càlids des de la dècada dels 80, que es tradueix en una tendència a l'augment de les temperatures mitjanes a raó de $0,21\text{ }^{\circ}\text{C}$ per dècada (figura 2). La mateixa anàlisi s'ha fet per a les temperatures màximes i mínimes anuals amb resultats força similars. La tendència de les temperatures màximes anuals augmenta a raó de $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ per dècada, i de $0,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ /dècada pel que fa a les temperatures mínimes.

De la mateixa manera, en la figura 3 s'ha representat l'evolució de l'anomalia de la precipitació acumulada anual durant el període 1959-2010 als Pirineus. Les barres grogues (anomalies negatives) ens indiquen els anys secs i les verdes (anomalies positives) els anys més humits. La tendència mitjana per al període analitzat ens mostra una disminució de la precipitació a raó de $-2,50\%$ per dècada.

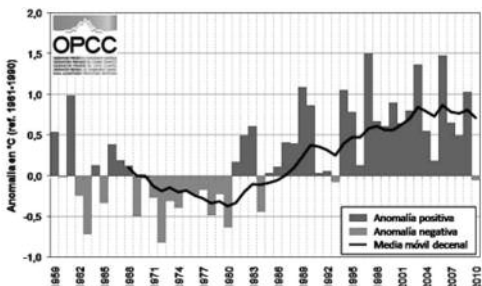


Figura 2: Evolució de la temperatura mitjana en el conjunt dels Pirineus durant el període 1959-2010. Les barres vermelles amb signe positiu mostren una anomalia positiva i les blaves amb signe negatiu mostren una anomalia negativa. La línia negra representa la mitjana mòbil decenal. Figura extreta de la memòria del projecte OPCC – acció Clima

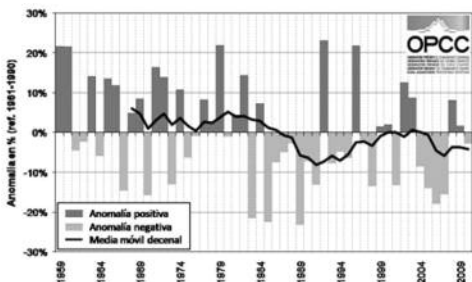


Figura 3: Evolució de les precipitacions en el conjunt dels Pirineus durant el període 1959-2010. Les barres verdes amb signe positiu mostren una anomalia positiva i les grogues amb signe negatiu mostren una anomalia negativa. La línia negra representa la mitjana mòbil decenal. Figura extreta de la memòria del projecte OPCC – acció Clima

En el marc del projecte europeu també es van cartografiar les anomalies de les temperatures i les precipitacions per cada dècada des de l'any 1951 fins al 2010 (figures 4 i 5). Per al càlcul de l'anomalia es va utilitzar com a referència climàtica el trentenni 1961-1990. Aquesta cartografia climàtica ha de permetre identificar anomalies regionals o bé diferenciar l'evolució dels canvis entre el vessant sud i nord dels Pirineus. Pel que fa a les temperatures, es pot apreciar un augment general a partir de la dècada 1981-1990. L'augment sembla ser més marcat a la part oriental dels Pirineus. Pel que fa a les precipitacions, les anomalies negatives són notablement més importants en les últimes tres dècades (des de 1981 fins al 2010) que en les tres primeres (des de 1951 fins al 1980). Destaca la dècada 1971-1980 com la més plujosa, especialment al vessant nord, mentre que les dècades 1981-1990 i 2000-2010 destaquen per ser les més seques.

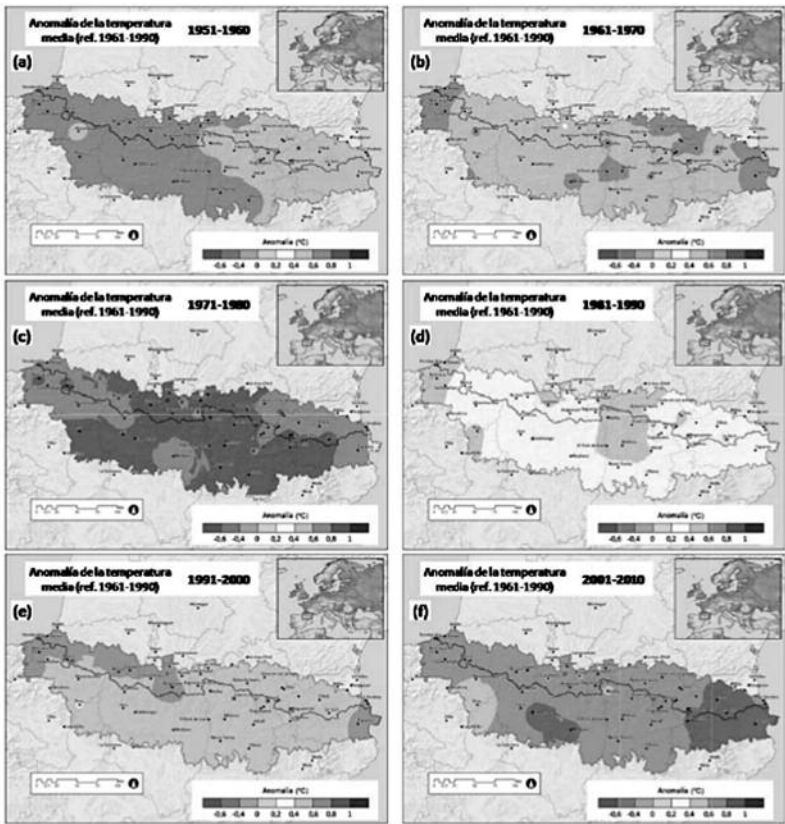


Figura 4: Mapes de l'anomalia de la temperatura mitjana de cada dècada respecte el període de referència 1961-1990. Figura extreta de la memòria del projecte OPCA – acció Clima

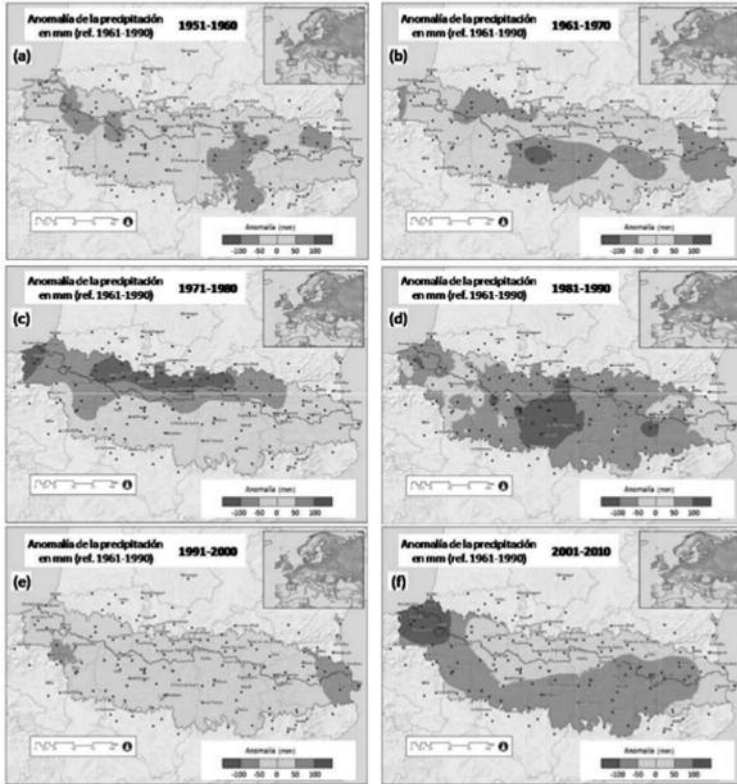


Figura 5: Mapes de l'anomalia absoluta de la precipitació mitjana de cada dècada respecte el període de referència 1961-1990. Figura extreta de la memòria del projecte OPCC – acció Clima

El canvi climàtic recent a Andorra

El web de l'Observatori de la Muntanya d'Andorra (www.oma.ad) i el web de l'Observatori del Clima (<http://www.iea.ad/butlletins-i-anomalies-climatiques/butlletins-mensuals>) presenten de forma gràfica la informació més remarcable referent al canvi climàtic recent a Andorra. El Cenma-IEA ha analitzat el període 1950-2010 i mostra, de forma similar al projecte OPCC, l'evolució de les temperatures i les precipitacions així com les seves anomalies utilitzant com a període de referència el trentenni 1971-2000. Per al cas d'Andorra, les sèries homogeneïtzades mensuals de temperatura i precipitació seleccionades són les tres sèries històriques de FEDA: Ransol (1645m), Engolasters (1640m) i central (1145m); només la sèrie de precipitació d'Engolasters va ser desestimada per problemes de qualitat (Esteban *et al.*, 2017).

Pel que fa a l'evolució de les temperatures mitjanes anuals (figura 6), des del 1950 s'observa un augment del voltant de 0,14 °C per dècada. Aquest augment és més evident a partir de final de la dècada del 1980, quan se succeeixen la majoria dels anys més càlids (valors d'anomalia positiva més grans). Pel que fa a les mitjanes de les temperatures màximes i mínimes, cal destacar el comportament a escala estacional, per exemple les màximes estivals augmenten al voltant de 0,45 °C per dècada (figura 7). Mentre que les mínimes hivernals augmenten al voltant de 0,22 °C per dècada.

Altres variables per estudiar l'evolució del clima són els índexs climàtics. Un és el nombre de dies càlids, és a dir el dies amb temperatures màximes superiors a 25 °C, o bé el nombre de dies de gèlids que tenen temperatures inferiors a 0 °C durant tot el dia. En aquest sentit, el nombre de dies gèlids està disminuint lleument, amb una disminució del voltant de -0,6 dies per dècada; mentrestant, el nombre de dies càlids està augmentant de forma més marcada, amb 2,2 dies per dècada (figura 8). Aquests resultats són un reflex d'estius més calorosos i d'hiverns més suaus.

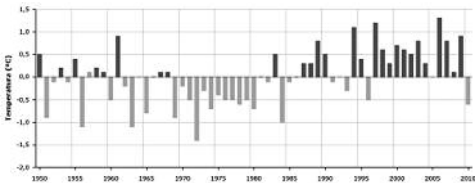


Figura 6: Evolució de la temperatura mitjana en el conjunt d'Andorra durant el període 1950-2010. Les barres vermelles en signe positiu mostren una anomalia positiva i les blaves en signe negatiu mostren una anomalia negativa. Figura extreta del web www.oma.ad

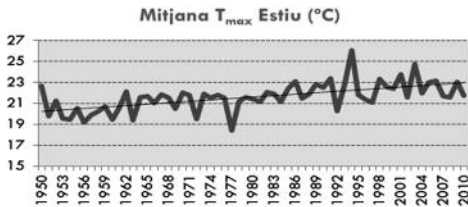


Figura 7: Evolució de la mitjana de les temperatures màximes a l'estiu en el conjunt d'Andorra durant el període 1950-2010. L'indicador representa les temperatures més elevades que es registren a l'estiu poc després del migdia. Cada valor representa la mitjana de les temperatures d'un estiu. Figura modificada a partir de la informació representada al web www.oma.ad

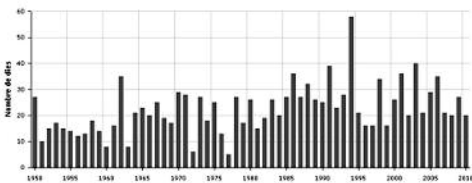


Figura 8: Evolució del nombre de dies amb temperatures màximes superiors a 25 °C en el conjunt d'Andorra durant el període 1950-2010. Figura extreta del web www.oma.ad

Consideracions finals

Durant el període interglacial holocè que vivim avui, i que representa els últims 10.000 anys de la història de la Terra, podríem pensar que el clima ha estat gairebé inalterable. Però, lluny d'aquesta realitat, el clima ha estat canviant contínuament, amb moments més freds i d'altres

de més càlids. Per tant, hem d'admetre que el clima no és mai constant sinó que, de forma natural, va canviant de forma cíclica i lentament. Avui en dia estem vivint un escalfament continuat des de mitjan segle XIX bàsicament a causa de l'efecte hivernacle que produeix la combustió d'energia fòssil. Segons els estudis mitjançant algues crisofícies a l'estany de Redon, de Pla i Catalan (2005) amb dades agafades als finals de la dècada dels anys 1990, les mitjanes de les temperatures hivernals podrien arribar a assolir un dels màxims dels últims 10.000 anys. L'anàlisi de tendències de canvi climàtic a partir de dades instrumentals requereix del control de qualitat i l'homogeneïtzació de les sèries climàtiques. La base de dades mensual generada en el marc del projecte OPCC ens ha permès disposar d'informació transfronterera, homogeneïtzada i de qualitat per poder quantificar el canvi climàtic recent al Principat d'Andorra. Els resultats de les tendències climàtiques a Andorra (1950-2010) indiquen un clar augment de la temperatura de l'aire des de mitjan segle passat, especialment pel que fa a les temperatures màximes de l'estiu (0,45 °C/dècada) i una disminució significativa de la precipitació (-4%/dècada). Aquests resultats estan d'acord amb els de l'acció Clima de l'OPCC que mostren un augment de les temperatures mitjanes anuals a raó de 0,21 °C/dècada, un augment de les temperatures màximes anuals a raó de 0,25 °C/dècada i una disminució de la precipitació a raó de -2,5% en el global del massís pirinenc.

Agafant tota la informació presentada, es podria dir que a dia d'avui es podria haver arribat a les temperatures hivernals més altes de tot interglacial holocè. D'una banda, l'estudi de Pla i Catalan (2005) marca que un dels màxims de les temperatures hivernals durant l'holocè va ser a la dècada dels 90. D'altra banda, les temperatures hivernals han anat pujant durant les dècades dels 90 i 2000 segons les tendències climàtiques als Pirineus i a Andorra.

Fins ara, disposem d'informacions homogeneïtzades als Pirineus fins a l'any 2010. Dades més recents homogeneïtzades per al Pirineu català per part del Servei Meteorològic de Catalunya (www.meteo.cat) mostren que l'augment de temperatures segueix endavant d'acord amb les projeccions del canvi climàtic.

Des de l'any 2016 el Cenma-IEA ja està treballant en un nou projecte de canvi climàtic als Pirineus: el *Clim'Py*. Seguint la feina feta a l'acció clima, s'està avançant en la correcció de les sèries diàries i la identificació del canvi climàtic a aquest detall temporal, al mateix temps que s'hi incorpora l'anàlisi d'una nova variable molt rellevant en zones de muntanya: el gruix de neu. En conclusió, hi ha la possibilitat que s'hagi arribat als màxims de temperatures, com a mínim les hivernals, dels darrers 10.000 anys. Si el canvi climàtic actual és degut a l'home per l'emissió dels gasos de l'efecte hivernacle a l'atmosfera, cal preveure que les temperatures seguiran augmentant en el futur. Llavors, els ambients dels Pirineus se sotmetran a les temperatures més elevades a què mai hagin estat sotmesos. Davant d'aquesta realitat cal fer actuacions per mitigar l'augment de les temperatures i reduir els seus impactes.

Ramon Copons i Llorens,

doctor en ciències geològiques i director tècnic del CENMA-IEA,

Laura Trapero i Bagué,

doctora en ciències físiques i investigadora del CENMA, i

Marc Pons i Pons,

doctor en enginyeria de la sostenibilitat i investigador al CENMA

Referències

- BORDONAU, J. (2005) "El relleu i el modelat glacial als Pirineus". *Horitzó*, núm. 8, p. 15-22. www.iea.ad/publicacions-cenma/revista-horitzo/revista-horitzo-8
- CENMA-IEA: Observatori de la Muntanya d'Andorra – www.oma.ad
- CENMA-IEA: Observatori del Clima - www.iea.ad/butlletins-i-anomalies-climatiques/butlletins-mensuals, properament a www.clima.ad
- COPONS, R.; BORDONAU, J. (1997) "El registro glacial correspondiente a la Pequeña Edad del Hielo en la Península Ibérica". En: IBÁÑEZ, J. J.; VALERO, B.; MACHADO, C. (ed.) *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación*. p. 295-310.
- ESTEBAN, P.; PROHOM, M.; CUNILLERA, J.; TRAPERO, L. (2017) "Tendències recents del clima a Andorra (1950-2010): Resultats del projecte acció clima – OPCC". *Revista del CENMA*, 9.
- ESTEBAN, P.; PROHOM, M.; AGUILAR, E. (2012) "Tendencias recientes e índices de cambio climático de la temperatura y la precipitación en Andorra, Pirineos (1935-2008)". *Pirineos. Revista de Ecología de Montaña*, vol. 167, p. 87-106, DOI: 10.3989/Pirineos.2012.167005.
- FEDA. Dades meteorològiques de FEDA (Forces Elèctriques d'Andorra) – www.feda.ad
- MESTRE, O.; DOMOKOS, P.; PICARD, F.; AUER, I.; ROBIN, S.; LEBARBIER, E.; BÖHM, R.; AGUILAR, E.; GUIJARRO, J.; VERTACHNIK, G.; KLANCAR, M.; GUBUISSON, B.; STEPANEK, P. (2013) "Homer a homogenization software – methods and applications". *Quart. Jour. Of the Hungarian Meteorological Service*, 117, 1, p. 47-67.
- PLA, S.; CATALÁN, J. (2005) "Chrysophyte cysts from lake sediments reveal the submillennial winter/spring climate variability in the northwestern Mediterranean region throughout the Holocene". *Climate Dynamics*, núm. 24, p. 263–278, DOI: 10.1007/s00382-004-0482-1.
- Servei Meteorològic de Catalunya, Universitat de Zaragoza, MeteoFrance, Institut d'Estudis Andorrans y Agencia Estatal de Meteorología (2014): *Observatorio Pirenaico del Cambio Climático (EFA 235/11): Acción Clima. Memoria final*. Comunitat de Treball dels Pirineus. Finançat en el marc del programa europeu POCTEFA 207-2013., 48 p. <http://www.opcc-ctp.org>

Annex: conceptes utilitzats

Període de referència. Interval de temps, normalment de 30 anys (trentenni), utilitzat per aplicar tècniques estadístiques amb l'objectiu de definir un clima *normal*. En el present article s'han utilitzat els períodes de referència per definir temperatures i precipitacions *normals*.

Anomalia climàtica. Diferència, de temperatura o precipitació, entre un interval de temps concret (p. e. un any) i el període de referència (trentenni). L'anomalia és positiva si el valor en l'interval és superior al del període de referència. L'anomalia és negativa si el valor en l'interval és inferior al del període de referència.

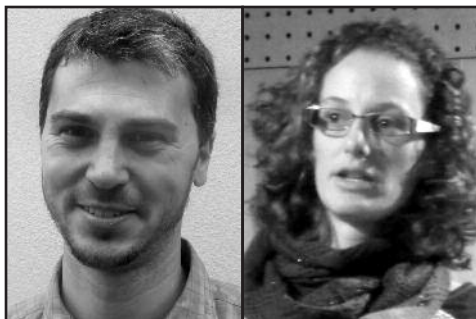
Mitjana mòbil decenal. Càlcul que es fa en una sèrie de dades seguides per fer sèries de mitjanes. En el cas del decenal, la mitjana s'agafa a partir de 10 dades prèvies, siguin de temperatures o precipitacions, tenint en compte que cada dada representa un any. Com a resultat, la mitjana mòbil decenal és una llista de números que cadascun d'ells representa una mitjana dels deu valors originals anteriors.

Control de qualitat. Anàlisi numèrica i estadística que s'aplica a una sèrie de dades meteorològiques amb la finalitat de detectar i corregir les dades errònies o dubtoses. Els errors acostumen a venir de problemes puntuals en l'observació feta per l'observador meteorològic, així com de problemes en la transcripció de la informació normalment a mà.

Homogeneïtzació. Conjunt d'anàlisis estadístiques aplicades en sèries meteorològiques amb la finalitat d'eliminar els efectes no climàtics. Després d'aplicar un procés d'homogeneïtzació en una sèrie meteorològica resultarà una sèrie *homogeneïtzada* amb dades meteorològiques influenciades per causes estrictament climàtiques. Els efectes no climàtics en sèries meteorològiques poden ser de molts tipus: modificació de l'entorn d'una estació meteorològica (p. e. creixement d'un arbre a tocar del punt de mesura), canvis en els sensors de mesura, descalibratge dels sensors al llarg del temps, canvis d'ubicació de l'estació, canvi en l'observador meteorològic, etc.



Projeccions regionalitzades de canvi climàtic a Andorra



Marc PONS i PONS, Laura TRAPERO i BAGUÉ

1. Introducció

En les darreres dècades la comunitat científica ha constatat de forma unànime l'existència d'un canvi climàtic d'origen antropogènic degut principalment a l'increment continuat de les emissions dels gasos d'efecte hivernacle (GEH) (Anderegg *et al.*, 2010; Cook *et al.*, 2013; Doran & Zimmerman, 2009). Tot i que s'espera un increment futur en la magnitud dels canvis observats, fins a l'actualitat, encara existeix molta incertesa en quin pot ser el grau, la direcció i la variabilitat dels futurs canvis en el clima. En aquest context, els escenaris de canvi climàtic constitueixen un fonament imprescindible per a la realització d'estudis sobre els possibles impactes, les vulnerabilitats i les estratègies d'adaptació més adients (UNDP-UNEP-GEF, 2009). Els models climàtics són l'eina utilitzada per representar i simular les interaccions entre l'atmosfera, els oceans i la superfície terrestre. Els models permeten analitzar sota diferents escenaris la sensibilitat del clima a perturbacions com poden ser l'increment de les emissions de GEH i/o els aerosols. Per generar els diferents escenaris es construeixen futurs plausibles en funció de la previsió de com pot evolucionar la demografia, l'activitat econòmica o la innovació tecnològica (IPCC, 2013). Diferents instituts i centres de recerca d'arreu del món han utilitzat models de circulació general climàtics (MCGC) per generar escenaris sobre l'evolució futura del clima a escala global. Aquests models tenen una resolució típica d'entre 100 i 300 km, sovint insuficient per poder estudiar les característiques del clima a escala regional o local i per tant no són suficients per poder analitzar els possibles impactes que es poden donar en aquest nivell. A més a més, en zones d'orografia complexa, com és el cas d'Andorra, els processos mesoescalars, com poden ser les pluges orogràfiques o els processos convectius, tenen un paper clau en la seva climatologia i per tant encara és més palesa la necessitat d'utilitzar models amb una major resolució. Per aquest motiu, es recorre a la regionalització climàtica (*downscaling* en anglès) per generar escenaris futurs d'alta resolució (IPCC, 2013).

Existeixen nombroses tècniques de regionalització climàtica les quals es poden dividir en dos grans grups: les dinàmiques i les estadístiques. Els models climàtics regionals (MCR) són l'exemple paradigmàtic de la regionalització dinàmica (*downscaling* dinàmic). També anomenat *downscaling* numèric, aquest mètode es basa en l'ús de models meteorològics mesoescalars (d'àrea limitada) per obtenir els mateixos camps atmosfèrics que els models globals però amb una resolució espacial propera a la desena de quilòmetres o fins i tot inferior. El principal inconvenient d'aquesta metodologia és el cost, ja que requereix una gran capacitat de càlcul per poder generar i processar els resultats. Per aquest motiu, sovint es disposa de projeccions amb només un nombre limitat de simulacions, és a dir amb un nombre limitat de possibles escenaris i horitzons temporals (Benestad et al., 2008).

D'altra banda, existeixen les tècniques estadístiques que busquen relacions empíriques que vinculin les variables a gran escala disponibles dels models de circulació general (predictors) amb les variables regionals o locals observades (predictands). L'essència de la regionalització estadística és identificar la sincronia entre els canvis de les variables a escala global i a escala local (Benestad et al., 2008).

2. Projeccions climàtiques per Andorra de 'l'ensemble' de models climàtics regionals de l'Euro-Cordex

Per a aquest treball, s'ha analitzat la base de dades del projecte Euro-Cordex. Aquesta nova base de dades és un *ensemble* de simulacions de diferents models climàtics regionals d'alta resolució per tot Europa, obtinguts mitjançant *downscallings* (regionalitzacions) dinàmics i estadístics forçats per diferents models climàtics globals.

La següent taula mostra els models climàtics regionals (RCM) utilitzats en l'ensemble de simulacions així com el model climàtic global (GCM) utilitzat per fer el forçament.

Escenari	Productor	GCM	RCM
RCP4.5 10 models	SMHI	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	RCM4
	CLMcom	CNRM-CM5	CCLM4-8-17
	DMI	ICHEC-EC-EARTH	HIRHAM5
	SMHI	ICHEC-EC-EARTH	RCM4
	IPSL	IPSL-IPSL-CM5A-MR	WRF331F
	KNMI	MnEir-ECEARTH	RACMO22E
	SMHI	MOHC-HadGEM2-ES	RCM4
	CLMcom	MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17
	CSC	MPI-ESM-LR	REM0019
	CNRM	CNRM-CM5	CNRM-ALADIN63
RCP8.5 11 models	SMHI	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	RCM4
	DMI	ICHEC-EC-EARTH	HIRHAM5
	SMHI	ICHEC-EC-EARTH	RCM4
	SMHI	IPSL-IPSL-CM5A-MR	RCM4
	IPSL	IPSL-IPSL-CM5A-MR	WRF331F
	KNMI	MnEir-ECEARTH	RACMO22E
	SMHI	MOHC-HadGEM2-ES	RCM4
	CLMcom	MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17
	CSC	MPI-ESM-LR	REM0019
	SMHI	MPI-MPI-ESM-LR	RCM4
	CNRM	CNRM-CM5	CNRM-ALADIN63

Taula. Models climàtics regionals (RCM) utilitzats en l'ensemble de simulacions així com el model climàtic global (GCM) utilitzat per fer el forçament

Aquest conjunt de simulacions té una resolució de 12,5 km i estan disponibles per diferents escenaris d'emissions i per diferents horitzons temporals.

2.1. Canvis projectats ens els valors climàtics mitjans

D'aquest *ensemble* de simulacions s'ha analitzat la projecció futura de les següents variables:

- Temperatura màxima
- Temperatura mínima
- Temperatura mitjana
- Amplitud tèrmica
- Precipitació

- En els següents horitzons temporals:
- Període de referència (1975-2005)
 - Curt termini (2021-2050)
 - Mitjà termini (2041-2070)
 - Llarg termini (2071-2100)

- I en el següents escenaris climàtics (descrits en l'annex I):
- RCP 4,5
 - RCP 8,5

La figura 2.1 ens mostra la forquilla dels canvis màxims mínims i mitjans en la temperatura mitjana tenint en compte tots els escenaris d'emissions i alguns horitzons temporals analitzats i segregades per horitzó temporal (2.2 i 2.3).

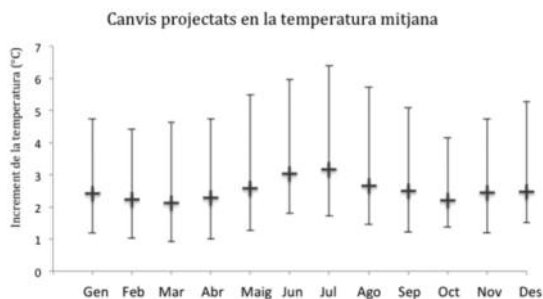


Figura 2.1. Increment màxim, mínim i mitjà de la temperatura mitjana mensual esperat respecte de l'escenari de referència

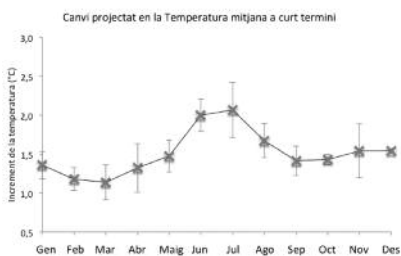


Figura 2.2. Increment màxim, mínim i promig de la temperatura mitjana mensual a mitjà termini

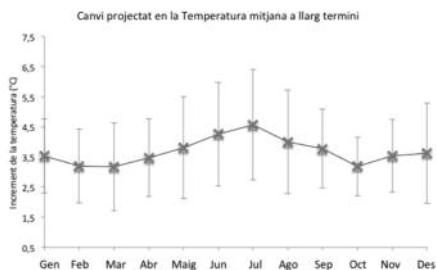


Figura 2.3. Increment màxim, mínim i mitjà de la temperatura mitjana mensual a llarg termini

La figura 2.4 ens mostra la forquilla dels canvis màxims mínims i mitjans en la precipitació total mensual tenint en compte tots els escenaris d'emissions i horitzons temporals analitzats i segregades per alguns horitzons temporals (2.5 i 2.6).

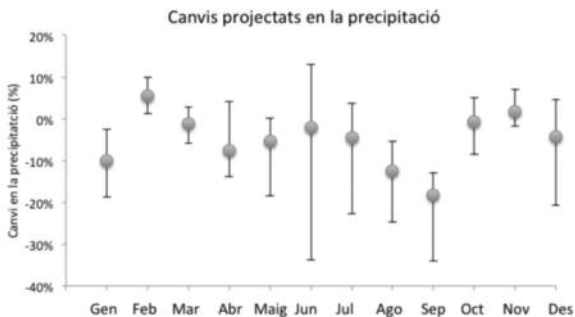


Figura 2.4. Variació màxima, mínima i promig de la precipitació mensual respecte l'escenari de referència

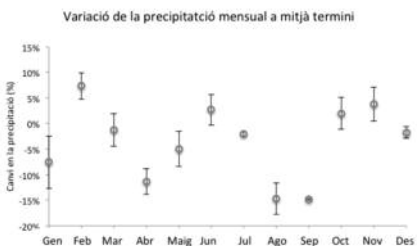


Figura 2.5. Variació màxima, mínima i mitjana de la precipitació mensual a mitjà termini

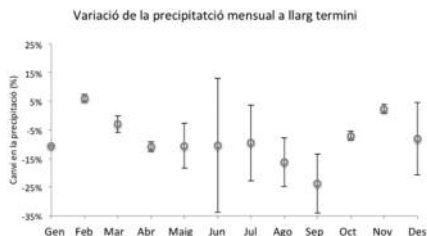


Figura 2.6. Variació màxima, mínima i mitjana de la precipitació mensual a llarg termini

3. Canvis projectats en els extrems climàtics

Finalment, a partir de la mateixa base de dades de l'ensemble de simulacions de l'Euro-Cordex s'han analitzat els canvis en els extrems climàtics de variables de precipitació i temperatura. Per als mateixos escenaris i horitzons temporals que per als valors mitjans s'han obtingut les projeccions de les següents variables:

- Dies anormalment càlids
Dies en què la temperatura màxima supera de més de 5 °C el valor climàtic de referència.
- Dies anormalment freds
Dies en què la temperatura mínima és 5 °C inferior al valor climàtic normal de referència.
- Nits anormalment càlides
Dies en què la temperatura mínima supera de més de 5 °C el valor normal climàtic de referència.
- Dies d'onada de calor
Dies en què s'assoleix un període consecutiu de més de 5 dies anormalment càlids.
- Dies d'onada de fred
Dies en què s'assoleix un període consecutiu de més de 5 dies anormalment freds.
- Dies gèlids
Dies en què la temperatura mínima és inferior o igual a 0 °C.
- Dies d'estiu
Dies en què la temperatura màxima és superior a 25 °C.
- Nits tropicals
Dies en què la temperatura mínima supera els 20 °C.
- Dies de fortes precipitacions (≥ 20 mm).
- Dies de sequera (< 1 mm).

4. Conclusions

En aquest estudi s'ha analitzat la base de dades de l'*ensemble* de l'Euro-Cordex. D'aquesta manera s'han obtingut les projeccions regionalitzades per nou punts distribuïts per la geografia andorrana. Això ens ha permès obtenir les projeccions climàtiques mitjanes per a tot el conjunt del país. D'altra banda, a partir d'aquesta base de dades també s'ha pogut analitzar la variació futura d'alguns indicadors d'extrems climàtics de temperatures i precipitacions. Per tant, considerem que amb vista a la realització d'estudis de vulnerabilitat i d'impacte, aquestes últimes projeccions, resumides en el capítol 4, són les més completes i adients per a aquest tipus d'estudi.

Aquestes projeccions ens indiquen un increment de la temperatura mitjana anual a Andorra d'entre 1,3 °C i 1,7 °C a curt termini (període 2021-2050) respecte del període 1975-2005. A mitjà termini (període 2041-2070), s'espera un increment d'entre 1,7 °C i 3 °C, i a llarg termini (2071-2100) s'espera un increment d'entre 2,2 i 5,1 °C. Aquests increments s'esperen encara més significatius durant els mesos d'estiu (entre 1,7 °C i 2,2 °C a curt termini, entre 2,1 °C i 3,3 °C a mitjà termini i entre 2,5 °C i 6 °C a llarg termini).

Pel que fa a les precipitacions, es projecta una disminució d'un 3% del total anual a curt termini respecte del període de referència (1975-2005), d'entre un 2% i 5% menys a mitjà termini, i d'entre un 2% i un 15% menys a llarg termini. Tot i aquesta tendència, les diferències entre estacions seran marcades i es projectaran disminucions marcades de les precipitacions totals els mesos d'estiu especialment a llarg termini de fins a un -27%, mentre que en altres estacions com l'hivern o la tardor els canvis seran poc significatius i oscil·laran entre increments i disminucions d'entre +4% i -8% en funció de l'escenari d'emissions i de l'horitzó temporal. Pel que fa la primavera, els canvis projectats

a curt termini són poc significatius amb una tendència a l'alça cap a l'horitzó de llarg termini on es projecten disminucions d'entre -4% i -12% del total de precipitació.

Finalment, també s'han analitzat alguns indicadors d'extrems climàtics. Dels indicadors de temperatures destaca un increment progressiu per als diferents horitzons temporals tant dels dies anormalment càlids, dels d'estiu, així com de la freqüència d'onades de calor. D'altra banda, es projecta una disminució també progressiva del nombre de dies anormalment freds i de dies gèlids. Pel que fa a les precipitacions intenses, en les projeccions no s'observa una variació significativa de la freqüència d'aquests esdeveniments.

Marc Pons i Pons,

doctor en enginyeria de la sostenibilitat i investigador del CENMA i de l'OBSA, i

Laura Trapero i Bagué,

doctora en ciències físiques i investigadora del CENMA

Referències

- ANDEREGG, W. R. (2010) "The ivory lighthouse: communicating climate change more effectively". *Climatic Change*, 101, 655-662.
- BARRERA-ESCODA, A., CUNILLERA, J. (2011) "Projeccions de canvi climàtic per a Catalunya (NE Península Ibèrica). Part I: Modelització climàtica regional". *Tethys*, 8, p. 77-89.
- BENESTAD, R. E.; HANSEN-BAUER, I.; CHEN, D. (2008) "Empirical-statistical downscaling. World Scientific.
- COOK, J.; NUCCITELLI, D.; GREEN, S. A.; RICHARDSON, M.; WINKLER, B.; PAINTING, R.; WAY, R.; JACOBS, P.; SKUCE, A. (2013). "Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature". *Environmental Research Letters*. 8 (2), 024024.
- DORAN, P. T. & ZIMMERMAN, M. K. (2009) "Examining the scientific consensus on climate change". *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 90(3), 22-23.
- ESCAT. *Generació d'escenaris climàtics amb alta resolució per a Catalunya (Resum executiu)*. (2012). Servei Meteorològic de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya.
- IPCC (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (2013a). *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F.; Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen; J. Boschung; A. Nauels; Y. Xia; V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- JACOB, D.; PETERSEN, J.; BASTIAN E.; ALIAS, A.; BOSSING CHRISTENSEN, O.; BOUWER, L. M.; BRAUN, A.; COLETTE, A.; DÉQUÉ, M.; GEORGIEVSKI, G.; GEORGOPOULOU, E.; GOBIET, A.; MENUT, L.; NIKULIN, G.; HAENSLER, A.; HEMPELMANN, N.; JONES, C.; KEULER, K.; KOVATS, S.; KRÖNER, N.; KOTLARSKI, S.; KRIEGSMANN, A.; MARTIN, E.; VAN MEIJGAARD, E.; MOSELEY, C.; PFEIFER, S.; PREUSCHMANN, S.; RADERMACHER, C.; RADTKE, K.; RECHID, D.; ROUNSEVELL, M.; SAMUELSSON, P.; SOMOT, S.; SOUSSANA, J.; TEICHMANN, C.; VALENTINI, R.; VAUTARD, R.; WEBER, B.; YIOU, P. *Euro-Cordex: new high-resolution climate change projections for European impact research*. Regional Environmental Change, 2014, 563-578. DOI: 10.1007/s10113-013-0499-2.
- SCAMPEI (2012) *Scénarios climatiques adaptés aux zones de montagnes: Phénomènes extrêmes, enneigement et incertitudes*. <http://www.cnrm.meteo.fr/scampe/>
- SEMENOV, M. A.; BROOKS, R. J.; BARROW, E. M.; RICHARDSON, C. W. (1998) "Comparison of WGEN and LARS-WG stochastic weather generators for diverse climates". *Climate Research*, 10, 95-107.
- UNDP/UNEP/GEF (2008) *Guidance on the Development of Regional Climate Scenarios for Application in Climate Change Vulnerability and Adaptation Assessments within the Framework of National Communications from Parties not Included in Annex I to the United Nations Framework Convention on Climate Change*.



La transició energètica i el canvi climàtic

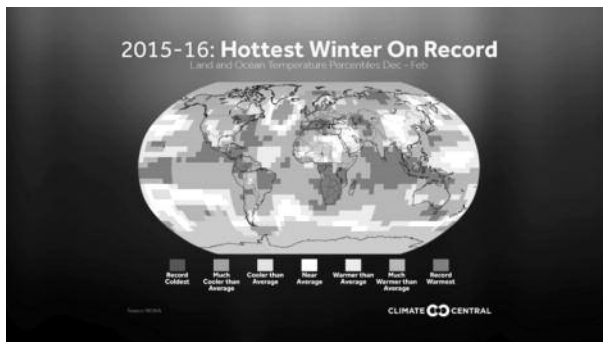
Albert MOLES i BETRIU



2015 i 2016 anys de rècords...

El canvi climàtic és cada dia més present en les notícies; els anys 2015 i 2016 s'han batut diversos rècords en les temperatures que ha assolit el planeta, en l'àmbit local i en l'àmbit global. Els primers set mesos d'enguany, l'índex de temperatura planetària ha marcat valors per sobre d'1,06 graus per sobre de la mitjana. Aquest darrer hivern meteorològic ha estat el més càlid registrat des que hi ha registres a Catalunya, a principi del segle xx. L'hivern en meteorologia comprèn els mesos de desembre, gener i febrer. D'aquests tres, el mes amb l'anomalia més disparada va ser el desembre, amb temperatures de +5 °C per sobre dels valors normals al Pirineu, sobretot a cotes altes. De manera general l'hivern ha estat el més càlid fins ara registrat.

El canvi climàtic és doncs una realitat, i la discussió en l'àmbit científic i polític és en quin valor l'escalfament del planeta arribarà a final de segle, valor comprès entre 2 i 6 graus en funció dels escenaris.



Per sort, l'any 2015 ha marcat una fita important en aquest aspecte, amb un acord dels països en la COP 21 a París per prendre accions reals i efectives per mitigar l'escalfament i el seu impacte sobre el planeta. Aquest acord ha d'iniciar un punt d'inflexió històric per revertir les tendències insostenibles en l'actualitat en matèria d'energia. Ha de ser una eina per superar l'impacte negatiu que representen els costos baixos actuals de l'energia.

El suport a polítiques per a les tecnologies de baixes emissions ha de mobilitzar els mecanismes per accelerar la investigació, el desenvolupament, la demostració i el desplegament per realitzar la descarbonització.

Accions locals per lluitar contra el canvi climàtic

Cal doncs iniciar aquest desplegament massiu d'energia sostenible i renovable, i accelerar el canvi tecnològic per permetre el desplegament massiu de fonts de producció d'energia baixa en carboni, el desplegament a gran escala d'eficiència energètica acompanyat per la tecnologia que permeti el control i el bon ús d'aquesta energia.

Aquest desplegament massiu ha de tenir una multitud d'accions locals que facin efectiu el canvi. Les ciutats que són a la vegada la font més important d'emissions de gasos d'efecte hivernacle són la gran oportunitat per a la seva ràpida reducció. L'energia que consumeixen els edificis es pot reduir i alliberar d'emissions de CO₂ i el transport urbà presenta moltes opcions de millora i de reducció de les emissions que genera.

Les ciutats són una oportunitat per accelerar aquesta descarbonització de l'energia.

Representen al voltant dels dos terços del consum d'energia final en el sector de l'edificació. La calefacció i la climatització són la major part de la demanda d'energia dels edificis. Accelerar el desplegament de tecnologies baixes en carboni ajuda a satisfer la demanda o fins i tot millorar el confort tèrmic alhora que redueix els impactes ambientals negatius. És indispensable renovar i aïllar els edificis existents i construir els nous edificis amb principis inspirats en el consum zero en matèria d'energia.

Les ciutats tenen diverses característiques que faciliten la presa d'accions per reduir el consum d'energia en els edificis, polítiques locals, projectes acotats. En efecte, les actuacions en el disseny en l'àmbit local d'aquestes ciutats permet l'ús òptim de les energies entre edificis i intercanviar entre ells l'energia. Les xarxes locals optimitzades impliquen una disminució important de mitjans de producció més grans i de xarxes de transport d'energia.

La recopilació d'informació és també essencial per entendre on prioritzar les accions a fi d'obtenir el major retorn, i en una ciutat es poden gestionar fàcilment les dades i projectes amb un objectiu molt clar cap a la reducció d'emissions.

El transport urbà representa la segona font d'emissions de les ciutats i es pot reduir de manera significativa.

Les ciutats són els principals impulsors de la demanda global de la mobilitat com a resultat de l'activitat directa de transport de passatgers dins i entre les zones urbanes, així com indirectament a través de l'activitat de càrrega necessària per satisfer la demanda de béns dels residents de la ciutat. Les activitats de transport urbà representen al voltant del 40% del consum total d'energia en el sector del transport.

Hi ha moltes oportunitats a les ciutats per reduir les emissions de carboni relacionades amb el

transport mitjançant la reducció dels viatges i distàncies de viatge, desplaçant l'activitat del transport públic i adoptant progressivament vehicles més eficients de baixes emissions de carboni. Totes aquestes solucions passen per un plantejament diferent de l'actual, dels edificis, dels nous vials i de les activitats dins de les ciutats. El concepte de barri cobra cada cop més importància.

Amb actuacions sobre aquests dos punts, edificis i transports, l'èxit del subministrament d'energia baixa en carboni depèn del desenvolupament de les xarxes urbanes intel·ligents, que repercutiran de manera molt positiva tant en l'àmbit local com en el global.

Les fonts d'energia renovables ubicades en zones urbanes poden contribuir de manera important a la satisfacció de les necessitats energètiques de les ciutats, mentre que al mateix temps augmentaran la capacitat de recuperació d'energia i retenció de valor econòmic dins de les ciutats.

Els sostres solars fotovoltaics poden tenir un pes significatiu per a la demanda elèctrica de les ciutats. El potencial mundial de sostres solars fotovoltaics pot arribar fins a un 32% de la demanda elèctrica urbana i fins a un 17% de la demanda elèctrica total mundial el 2050.

Les ciutats també poden disminuir la petjada de carboni de la seva demanda tèrmica mitjançant la reutilització de l'excés de calor de les plantes industrials o terciàries situades a proximitat de les zones urbanes.

La integració de xarxes de distribució d'energia en les ciutats pot permetre la penetració accelerada de les fonts d'energia distribuïda i fonts renovables urbanes.

En un escenari mundial caracteritzat per una alta acumulació d'energies renovables variables i la generació distribuïda, és necessari disposar d'una infraestructura energètica urbana més intel·ligent. El potencial de seguiment i control de les TIC s'ha d'incorporar en la planificació de les xarxes urbanes i treballar a la vegada les xarxes i els punts de consum.

Andorra té la mida d'una ciutat. Solucions de barri o ciutat estan perfectament adaptades per als nostres reptes en matèria d'energia. D'una part, Andorra adquireix entre el 80% i el 85% de l'energia elèctrica i la totalitat dels combustibles fòssils fora d'Andorra. L'única producció local prové de la recuperació d'energia dels residus urbans i de l'energia hidràulica. Darrerament s'han instal·lat algunes plaques solars fotovoltaïques però encara molt poc nombroses i molt petites.

A Andorra l'impacte de les energies renovables es nota sobretot en l'energia elèctrica. L'any 2015 el 45% de l'energia elèctrica que es consumia a Andorra provenia de fonts renovables (18% de dins d'Andorra i la resta de França i d'Espanya). En aquest sentit les emissions de CO₂ per GWh consumit a Andorra han estat pràcticament la meitat que les que provenien de productes derivats del petroli. Les emissions de CO₂ han estat de 550.596 tones pel que fa al sector energètic.

	GWH	TONES CO₂
Electricitat	577	102.629
Gasoil calefacció	557	136.349
Gasoil automoció	1.047	254.535
Gasolina	234	57.083
TOTAL	2.415	550.596

De l'energia dedicada al transport, el 40% es consumeix en trajectes locals en què sí que es pot influir per una part en la seva reducció mitjançant l'ús massiu del transport públic i amb la implantació de vehicles elèctrics i vehicles poc contaminants.

De la resta de l'energia dedicada als edificis (electricitat i calefacció), el 80% depèn de l'eficiència dels edificis (cases, despatxos, hotels i edificis públics). Veiem doncs que el comportament d'Andorra és similar al de les ciutats i que cal actuar en el transport local i en el consum dels edificis.

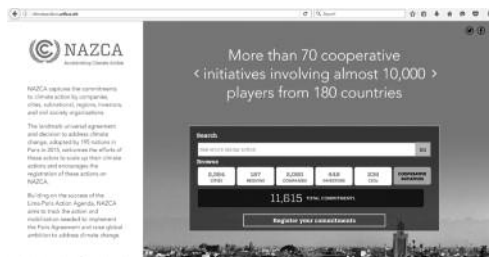
De la seva part FEDA ha pres un ferm compromís en la lluita contra el canvi climàtic.

Inverteix en xarxes per garantir el servei i la qualitat i l'absorció de les energies renovables.

Facilita i impulsa el desenvolupament de producció d'energia renovable i eficient.

Implementa la tecnologia i els serveis per integrar tant el creixement de la demanda com el creixement de producció distribuïda.

Igualment durant l'any 2015 FEDA ha presentat el compromís de reduir la part de CO₂ per GWh en el subministrament de l'energia que el país necessita. Aquest compromís es va presentar a l'organisme que depèn de les Nacions Unides, Nazca.



Albert Moles i Betriu,
enginyer i director general de Forces Elèctriques d'Andorra (FEDA)



Les accions nacionals front el canvi climàtic

Rosa GILI i CASALS



Ja fa molt temps que parlem del canvi climàtic, essencialment perquè en notem les conseqüències any rere any. S'esmenta, buscant una apreciada consolació, que el clima al món ha seguit múltiples canvis, i això de manera cíclica. Tanmateix les accions de l'home d'aquests darrers segles no són inofensives i estan accelerant de manera dramàtica els efectes negatius sobre el nostre planeta.

Els estius són cada cop més secs i amb temperatures més elevades; als hiverns, cada any patim més per la neu, que o bé ens falta o arriba en moments prematurs o tardans. Mentre en certs indrets del planeta la manca d'aigua és un drama per a la vegetació i de manera evident per als seus habitants, cada dia coneixem més inundacions repetides en altres parts de món. El mateix departament de Medi Ambient del nostre Govern, en l'informe del 2015, que especificava les contribucions previstes en l'àmbit andorrà per la 21a sessió de la Conferència de les Parts a París (COP21) dins del Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic, reconeixia conseqüències a Andorra. Efectivament l'evolució a Andorra confirma una tendència a l'alça de les temperatures d'aproximadament un 0,20 °C/dècada per valors mitjans i precipitacions anuals que experimenten una baixa d'almenys 45 mm/dècada (1950-2012). Segons el Govern, aquestes variacions es traduiran sens dubte en impactes sobre els recursos hídrics i la innivació, i per tant sobre el turisme lligat als esports d'hivern, pilar fonamental de l'economia andorrana.

Així doncs, els científics adverteixen fa dies que cal ser part proactiva en aquest fenomen i de fet, els països més conscienciats van actuant de manera a frenar els efectes negatius de l'activitat de l'home. La COP21 aprovava el passat desembre l'històric Acord de París contra el canvi climàtic, ratificat per 175 països, que van acordar limitar l'augment de la temperatura global per sota dels 2 graus centígrads i esforçar-se per tal que l'augment es mantingui a 1,5 graus i això reduint les emissions de gasos hivernacle.

La indústria, els transports, les calefaccions i també la incineració de residus són generadors

de gasos hivernacles que incideixen en l'atmosfera. A casa nostra, la indústria està poc desenvolupada però sí que ens afecten els altres elements. Últimament s'han tirat endavant iniciatives per fomentar vehicles menys pol·luents, i això és positiu, però les institucions públiques han de posar més recursos a incentivar energies sostenibles, com poden ser la biomassa, l'energia solar, la hidràulica, l'eòlica (en alguns indrets) i altres fonts més respectuoses amb el medi ambient, així com potenciar aïllaments més eficients a totes les llars per reduir el consum energètic.

En referència al tractament de residus, l'any 2008 sortia la Directiva marc europea 2008/98/CE que estableix una jerarquitització per eficiència, privilegia primer la prevenció en la seva producció, seguint per la seva reutilització, el reciclatge *a posteriori* i en les dues darreres places, la valorització energètica i l'eliminació feta de manera segura i en condicions respectuoses pel medi ambient com a últim recurs. Vuit anys després de l'aparició de la norma, el nostre país queda lluny del que podria ser en matèria de tractament de residus. Certament, la prevenció en la producció és més complicada que arreu, ja que tenim poca producció agrària o d'altres productes. Efectivament un primer nivell és retornar als incentius en la recuperació d'envasos com es feia fa molts anys –tot i que més per necessitat que per motivació ecològica– però l'èxit d'aquestes accions depèn clarament en primera instància de la voluntat del productor. Després calen polítiques d'educació de la població però certament és difícil si els nostres proveïdors (supermercats o altres) no estan conscienciats, interessats i preparats en aquest sentit. Caldria poder retornar ampolles buides, de cava, de xampany, de suc de fruita o altres caixes o embolcalls per ser reomplerts i fer pagar més aquell consumidor que no retorna els envasos. El no-subministrament de forma gratuïta de bosses de plàstic ha fet canviar hàbits en les nostres societats; per tant és totalment factible que ens hi puguem acostumar. En alguns països, existeixen màquines per recuperar envasos i cada cop es potencia més la compra a granel per evitar l'excés d'embolcalls. No són accions miraculoses d'un dia per l'altre però sí útils al llarg termini i amb perseverança.

Andorra, de ben segur, ha progressat en el tractament d'envasos aquests darrers anys; tanmateix hi ha encara molt marge de maniobra per millorar. Segons un gràfic publicat per Eurostat l'any 2013 facilitat pel mateix Govern, Andorra presentaria bones dades en reciclatge. Malauradament el percentatge d'incineració de residus seria encara elevadíssim en relació amb els percentatges de la Unió Europea i convé destacar la nul·la representació de compostatge. Segons les dades del Govern, en l'anàlisi de la composició de la bossa d'escombraries, el paper i el cartró representen un 25%, els envasos un 14%, el vidre un 5%, els tèxtils un 11%, altres residus un 11% i la part més important seria la dels residus orgànics, amb un 34% de la bossa d'escombraries.

Així doncs, malgrat les recomanacions de la directiva europea i les insistències del PS en aquest sentit des de fa anys, encara avui estem en el procés d'iniciació de la recollida selectiva de la matèria orgànica. Només es coneix des de fa poc una petita prova pilot al Pas de la Casa en aquest àmbit que per la quantitat de residus que tracta és més anecdòtica que eficient. Segurament en un país en el qual costa molt trobar terrenys per a l'interès general, és difícil posar en marxa noves infraestructures però sens dubte beneficiarien el nostre medi ambient, la salut pública i donarien llocs de treball. És obligació de l'Estat treballar per aconseguir-ho.

No s'entenen tampoc uns objectius del Pla nacional de residus poc ambiciosos el 2015, un 25% en la recollida d'envasos davant el 80% per al vidre i del 75% del paper i el cartró. És evident que una gran part de l'èxit en la recollida de residus rau en les pràctiques de cadascú de nosaltres però és clar que les actuacions de les institucions públiques, a través de campanyes educacionals que consciencien sobre l'interès del reciclatge i de la posada a disposició de punts de recollida propers i fàcils d'accés, són clau en l'assoliment de bones polítiques de col·lecta de residus.

D'altra part, vistes les dades de reciclatge molt dispars entre parròquies donades pel mateix Govern en l'última compareixença de Medi Ambient, caldria plantejar seriosament un tractament únic dels residus per part del Govern. Aquest tema hauria de tractar-se en el marc de la modificació propera de la Llei qualificada de delimitació de competències dels Comuns. El tema s'ho val i mereix que tots els recursos vagin en un mateix sentit i que no es prestin a interpretacions diferents segons les corporacions comunals. Si realment volem millorar en el tractament eficient dels nostres residus, hem de reflexionar sobre si ens podem permetre tants interlocutors, que a més de desdoblar recursos de coneixement i d'infraestructures, poden fer perdre eficiència.

Malauradament i molt important, un altre aspecte que no podem obviar és que aquests darrers anys hem sigut presoners d'unes decisions polítiques que han marcat una línia en matèria de tractament de residus i no forçosament la millor. Construir un centre de tractament de residus com CTRASA, desproporcionat en relació amb les nostres necessitats d'incineració, ha dificultat l'exploració i la posada en pràctica de mesures més avantguardistes mediambientalment parlant. Sens dubte, els interessos econòmics que es van crear amb la construcció de la infraestructura i en relació amb el seu finançament van condicionar de manera clara les actuacions dels diferents governs en referència al tractament dels residus. Calia rendibilitzar la infraestructura, era necessari alimentar el monstre, ja que en cas contrari el Govern havia d'indemnitzar els inversors. Durant molt de temps hem sigut esclaus d'unes decisions que van posar al capdavant l'interès economicista enfront de qualsevol altre (medi ambient i salut pública). A més, encara que últimament no se'n parli gaire públicament, Andorra fins i tot ha plantejat importar residus de comarques veïnes per rendibilitzar la instal·lació.

Des de l'any 2013, CTRASA ja no té inversors privats, la gestió és únicament pública. Això hauria pogut servir per alliberar la infraestructura de la pressió econòmica que únicament buscava el millor rendiment. Ara bé, de moment, l'aposta del Govern continua sent al voltant del forn incinerador.

Certament s'albira una certa millora a buscar a valorar l'energia creada per incineració i cogeneració; però la inversió de prop de 15 milions d'euros que ha fet el Govern imposa la continuïtat del funcionament del forn incinerador, tal com es va plantejar inicialment, gestionant els residus segons els últims llocs de la jerarquització establerta per la directiva marc europea del 2008. Compartim la necessitat de treballar per aconseguir diversificar la producció d'energia; tanmateix aconseguir-ho mitjançant incineració no és la millor opció. El nostre país necessita prioritàriament orientar-se per aconseguir fonts d'energia sostenibles i renovables i així apostar per les fórmules més avantguardistes en l'àmbit mediambiental.

Andorra ha de complir els seus compromisos internacionals en matèria de medi ambient, com ho han de fer tots els països. Hem de lluitar com millor sapiguem pel nostre planeta i actuar per reduir el canvi climàtic pel bé de tots els habitants de la Terra.

Rosa Gili i Casals,
química i consellera general del grup parlamentari mixt pel Partit Socialdemòcrata (PS)



Qüestions globals, solucions locals

Roger PADRENY i CARMONA



Avui seré concís. Avui no exposaré la meva opinió de forma extensa. Avui em dedicaré a recordar l'activitat, coratge i lluita d'aquells que fa més de deu anys van sortir al carrer per reivindicar que a Andorra es fessin les coses millor del que s'havien fet fins llavors.

Recordaré aquell col·lectiu de persones que van dur a terme les primeres importants manifestacions mai vistes a Andorra. Avui recordaré la Plataforma de ciutadans contra el forn incinerador. Avui recordaré des del moviment veïnal de Moviment Respirarem sense Fums, passant pel grup d'ecologistes d'Apapma, P3M i ADN, així com la Unió Sindical d'Andorra, l'Associació de Consumidors i Usuaris, Laika, ADMA, Attac i el Sindicat Andorrà de Treballadors.

Tot i que posar-se a recordar amb exactitud tot el que va passar aquells inicis de segle XXI és una feina que el meu limitat cervell no pot abastar, més tenint en compte que en aquell moment només tenia uns vuit anys, sí que recordo perfectament les emocions i la voluntat d'aquelles ciutadanes i ciutadans compromeses i compromesos a lluitar per un futur més ecològic, sostenible i saludable per als seus fills i filles.

Aquell grup de persones, sota el nom de Plataforma de ciutadans contra el forn incinerador de residus, ho tenia clar. Recordant aquell manifest inicial, anomenat *Una crida als homes i dones de consciència*, es demanaven dues coses: un canvi radical en la política de tractament de residus i la dimissió del govern d'aquell moment. Concretament, aquest canvi tenia com a objectiu aconseguir eliminar el projecte de llei de construcció i explotació d'un nou forn, que es tornaria a fer a la Comella. En aquest sentit, a grans trets, aquell grup de societat civil pretenia aconseguir que el Pla nacional de residus d'Andorra, aprovat el 2001, tingués el seu pilar en el reciclatge i, com últim recurs, incinerar els residus.

Així mateix, hem de recordar que el govern del seu moment havia decidit tancar la incineradora al rebre un informe que alertava sobre les dioxines a Andorra i que demostrava que el nivell de dioxines que emetia el forn era 1.110 vegades superior als 0,1 ng/m³ que

imposava com a límit màxim la Directiva 2000/76 de la Unió Europea. És a dir, unes emissions d'111 ng/m³. Això sí, el detonant final del tancament va ser la gran pressió que Respirarem sense Fums (veïns de la Comella) i Apapma van fer perquè aquest greu problema de salut pública entrés dins l'agenda política.

D'aquella macrocampanya (sempre parlant a escala andorrana), el resultat final va ser molt pitjor de l'esperat i peticionat. El Govern va preveure la construcció d'un nou forn incinerador a la Comella, per a una població de més de 100.000 persones, en considerar-se que la població andorrana creixeria amb el temps. Un forn que ha resultat sobredimensionat i un forn que, pels requisits tècnics, obligava a cremar un mínim de tones de residus per any (45.000), per evitar que s'aturés i pagar indemnitzacions a les empreses gestores. Era al final del 2002 quan el projecte del nou forn s'esbossava i els gestors públics d'aquell moment ara diuen que ningú no podia esperar-se que la crisi econòmica arribaria i tindria els resultats de reduir la població d'Andorra.

Deixant de banda les capacitats d'endevinar la futura crisi, que ni els més reputats economistes mundials podien preveure (també un altre tema dubtós, però ho deixem per un altre dia), ¿podien els nostres governants imaginar-se un futur on el reciclatge fos la figura central del tractament de residus a Andorra? Era tan difícil imaginar-se això, en un país i una societat teòricament fàcilment gestionables en matèria de residus? Calia tenir una enginyeria en medi ambient per veure-ho?

El 2009, els tres joves andorrans que vam tenir l'oportunitat d'anar al Fòrum Jove sobre canvi climàtic a Copenhaguen organitzat per l'Unicef, vam recordar en el nostre manifest que un dels punts febles d'Andorra, mediambientalment parlant, era la mala gestió dels residus, amb un forn incinerador mal dimensionat i sense reciclatge de fracció orgànica. Aquesta mancança, la vam traslladar tant a la comissió de Medi Ambient del Consell General com als membres responsables de medi ambient del govern del seu moment.

Ara mateix, després d'un històric passat per Batllia diverses vegades, el forn pertany al 100% al capital públic. Concretament, el govern encapçalat pel mateix cap de Govern actual, va decidir comprar a principi de 2013, per un import de 3,8 milions d'euros, el 47% de CTRASA (societat gestora del forn). La justificació: evitar pagar la indemnització anual que el Govern pagava a la societat gestora, a fi i efecte de compensar la societat per l'incompliment del contracte (no cremar les 45.000 tones). Per exemple, l'any 2012 aquesta compensació va arribar a la suma d'un milió d'euros! Però en aquell inici del 2013, encara era més important la notícia que enuncïava que el Govern estava intentant pactar un conveni amb l'Agència Catalana de Residus per importar residus des de la Cerdanya amb l'objectiu d'assolir les 45.000 tones citades. És a dir, no només es continuava tirant endavant un projecte tècnicament inviable i econòmicament dubtós, del qual avui en dia podem observar les conseqüències tant ecològiques com de salut i econòmiques, sinó que, a més a més, es decidia implementar la incineració important-ne residus de l'exterior. Un govern que es volia desvincular completament del pes del seu passat polític, continuava apostant per una mateixa política pública: cremar.

Ara fa tot just un any, aquells que governen la *res pública* des del 2011 han rebut el permís de la Unió Europea per importar residus a Andorra. Era l'últim requisit legal que els mancava.

Les converses, com hem dit, ja porten més de tres anys engegades; la salut dels nostres ciutadans i del medi ambient del país, desenes d'anys en joc.

El títol d'aquesta ponència vol fer veure que les solucions al canvi climàtic no només es pacten en grans cimeres multilaterals, sinó que es prenen en la gestió pública del dia a dia d'un estat. El nostre té una cosa positiva en matèria de tractament de residus: és petit i permet una homogeneïtat de les mateixes polítiques de tractament de residus al conjunt del territori andorrà. No obstant això, també he d'admetre que el mateix relleu dificulta un reciclatge total. Altrament, el que no puc admetre i amb aquest text intento deixar clar i/o recordar, és que es duem a terme dues polítiques públiques antagòniques al mateix moment: el Pla nacional de residus i l'intent d'aconseguir cremar un mínim de tones de residus perquè el forn incinerador de la Comella funcioni correctament. En aquest sentit, crec que una de les formes amb les quals Andorra pot contribuir a escala global a fer front al canvi climàtic és amb el reciclatge de residus local. Un reciclatge que sigui en tots els àmbits possibles i que faci que només es cremi allò que no es pot reciclar. En canvi, si els i les nostres gestores públiques continuen amb la dicotòmica política de reciclar i cremar al mateix moment, aquest objectiu el veig molt difícil.

Amb aquest text pretenc mostrar/recordar que el dia a dia de la gestió d'un Estat com l'andorrà inclou decisions locals i factibles. La decisió de creació del nou forn incinerador i la seva gestió contrasten amb la bona feina, també local, que s'està fent als centres educatius andorrans per conscienciar al voltant del reciclatge i la necessitat de cada acció individual en la lluita contra el canvi climàtic. Així mateix, la conscienciació de la nostra joventut, així com la societat en conjunt (la més i millor conscienciada en reciclar que hem tingut), contrasta amb la voluntat política de no reduir la crema de residus a la mínima expressió. Possiblement, les decisions del passat estan afectant els gestors de l'avui, però com a jove andorrà (tant que ens diuen que som el futur!) aprofito per recordar-los que el passat permet saber en el present com millorar el futur. I cremar no és l'opció dels i les nostres joves.

Avui no he complert part de les meves declaracions inicials. Ho reconec, no he estat concís ni he evitat dir la meua opinió. Amiga/amic lectora i lector, com has pogut veure aquest tema és tan extens (tant d'anys com d'elements en joc) que ser el màxim de concís m'ha costat.

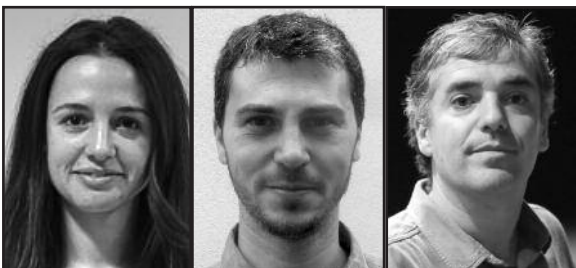
Amiga/amic lectora i lector, com has pogut veure, aquest tema m'apassiona i l'he viscut tant que no he pogut evitar de fer les meves aportacions subjectives. Això sí, aquestes paraules han servit per recordar totes aquelles persones que fa més d'una desena d'anys reivindicaven un futur més sostenible i saludable per als seus fills. Aquelles persones potser no van aconseguir els resultats esperats, però almenys, gràcies al seu esforç no pagat, avui en dia el forn és millor, està més controlat que abans i la salut de les persones i medi ambient, més respectats.

Roger Padreny i Carmona,

llicenciat en dret i ciències polítiques, membre de la junta d'Apapma
i de la taula permanent del Fòrum Nacional de la Joventut d'Andorra



La sostenibilitat del recurs hídric a Andorra enfront al canvi climàtic



Cristina PESADO i PONS, Marc PONS i PONS, Juan-Ignacio LÓPEZ MORENO

Introducció

Les zones de muntanya són un dels ambients més fràgils del planeta (Diaz et al., 2003). En aquest sentit és important avançar en el coneixement de l'impacte que està tenint i que pot tenir el canvi climàtic en els recursos hídrics, la biodiversitat o les activitats turístiques, i així afavorir la seva millor conservació i gestió en aquestes zones. Diferents estudis valoren, a partir de l'ús de projeccions climàtiques, l'exposició al canvi climàtic que tindran les zones de muntanya (Nogués-Bravo et al. 2007), però hi ha una mancança de treballs que abordin amb detall l'evolució recent del clima a partir de dades observades en estacions situades a altituds mitjanes i altes a causa de la dificultat de disposar de llargues sèries de dades (Esteban et al., 2012).

En qualsevol estudi de canvi climàtic és imprescindible tenir un bon coneixement de l'evolució històrica del clima. Això pot ser una dificultat si fem referència a zones d'alta muntanya del Pirineu, on escassegen les sèries de dades i en major mesura les dades de qualitat (Pons et al., 2014).

Fins al moment s'han realitzat diversos estudis a escala internacional i més concretament al Pirineu (per exemple, López-Moreno et al. 2013, 2014; García-Ruiz et al., 2011; Nogués-Bravo et al., 2007; Viviroli, 2003; Beniston, 2012) que analitzen el efectes del canvi climàtic en el recurs hídric en zones de muntanya. No obstant això, no hi ha cap estudi científic que analitzi la influència del canvi climàtic en el recurs hídric a Andorra i ho relacioni amb els impactes socioeconòmics que pot generar.

L'objectiu general de la tesi és explorar de forma multidisciplinària i holística el recurs hídric d'Andorra. Mitjançant el desenvolupament d'un model integral del recurs hídric d'Andorra, es pretén analitzar diferents escenaris futurs combinant canvis en diferents variables tant climàtiques, de canvis en els usos del sòl com canvis socioeconòmics (evolució de la població, del turisme, d'urbanisme, entre d'altres). A més a més, es pretén aprofundir en la contribució

del recurs neu en el balanç hídric ja que és el punt que a dia d'avui se'n coneix menys els seus mecanismes i un dels quals es veurà més afectat pel canvi climàtic.

Per primer cop s'analitzarà amb detall l'efecte el canvi climàtic sobre aquest recurs a Andorra. A més la xarxa hidrològica i nivometeorològica d'Andorra fa que sigui un marc de muntanya ideal per estudiar aspectes de la hidrologia nival poc abordats en la literatura internacional.

Tot i que la situació actual del recurs hídric a Andorra és remarcable, entendre l'evolució futura dels diferents components del cicle hidrològic serà clau per millorar la planificació i avançar-se a possibles conflictes en la gestió de l'aigua.

Per tant, a part d'entendre com el clima pot variar en un futur, també serà clau caracteritzar l'evolució de la demanda, com també aquells altres factors socioeconòmics que generaran pressions sobre el recurs hídric per tal de poder dissenyar de forma adequada polítiques de gestió de l'aigua i estratègies d'adaptació al canvi climàtic.

Per tant, la gestió sostenible de l'aigua s'enfrontarà a grans reptes de futur a causa de les creixents pressions sobre el recurs, d'una banda pel canvi climàtic i de l'altra per l'anomenat *canvi global* (canvis d'usos del sòl i model social de consum, el qual ha comportat un constant augment de la demanda hídrica (Mas-Pla, 2010). Per tant, a part d'entendre com el clima pot variar en un futur, també serà clau caracteritzar l'evolució de la demanda, com també aquells altres factors socioeconòmics que generaran pressions sobre el recurs hídric per tal de poder dissenyar de forma adequada polítiques de gestió de l'aigua i estratègies d'adaptació al canvi climàtic.

Recentment, algun estudi ha començat a abordar com el canvi climàtic i els d'usos del sòl poden afectar algunes zones de muntanya del Pirineu (López-Moreno *et al.* 2013). No obstant, encara no existeix cap estudi en la literatura científica que abordi en detall el cas d'Andorra, ni el vincle amb el model socioeconòmic i els usos de l'aigua.

Tot i que la situació actual del recurs hídric a Andorra és remarcable, diferents agents implicats en la gestió preveuen possibles conflictes i dificultats en la gestió futura com a conseqüència del canvi climàtic i l'increment en la pressió sobre el recurs com a conseqüència de factors com la més gran necessitat de produir neu artificial o l'increment de l'aprofitament hidroelèctric planificat pel Govern, totes aquestes activitats amb un pes important dins del desenvolupament del país i que presenten grans pressions i alhora una gran dependència d'aquest recurs.

En aquest context, tant el darrer informe bianual del Govern d'Andorra en el marc del conveni marc de les Nacions Unides sobre canvi climàtic (BUR,2014) com el del procés d'adaptació d'Andorra al canvi climàtic (PAACC, 2014), remarquen que a causa de la seva importància, els impactes sobre el recurs hídric seran un dels eixos prioritaris per analitzar amb detall i del qual s'hauran de començar a dissenyar i desenvolupar mesures i estratègies d'adaptació el més aviat possible.

Recurs hídric i canvi climàtic

En les darreres dècades, s'ha detectat un canvi climàtic inequívoc d'origen principalment antròpic que està comportant, i es preveu que ho faci en major mesura en un futur, múltiples impactes en diversos àmbits i esferes, entre els quals els associats al recurs hídric han estat

identificats com un dels més importants i que més vulnerabilitats poden comportar en un futur tant en ecosistemes com en la societat humana (IPCC, 2013; Mas-Pla, 2010).

Pel que fa als estudis més recents analitzant projeccions del clima, s'espera un increment continuat de les temperatures, especialment durant els mesos d'estiu, i una disminució de la precipitació total mitjana, tot i que amb un grau elevat d'incertesa en funció del model climàtic analitzat, l'època i l'horitzó (Dequé, 2012). Per a la temperatura, tots els models projecten una tendència constant cap a condicions més càlides (Gibelin i Deque, 2003; Giorgi, 2006; Goubanova i Li, 2007; Alpert *et al.*, 2008; Hertig i Jacobeit, 2008; Sánchez-Gómez *et al.*, 2009; Brunetti *et al.*, 2004; Pons *et al.*, 2016), a més d'una major variabilitat espacial de la temperatura (López-Moreno *et al.*, 2008b). La magnitud prevista del canvi per al pròxim segle varia entre 1 ° C i 6 ° C, depenent del model i l'emissió de gasos d'efecte hivernacle de l'escenari utilitzat (Nogués-Bravo *et al.*, 2007, 2008; Garcia *et al.*, 2011; Pons *et al.*, 2016).

Els escenaris climàtics projecten un major augment de la temperatura en zones d'alta muntanya que en zones menys elevades (Giorgi *et al.*, 1994; Bradley *et al.*, 2006; Nogués-Bravo *et al.*, 2007; Giorgi, 2006).

Les zones d'alta muntanya són la principal font d'aigua per a molts dels rius del món (Viviroli *et al.*, 2003; Beniston, 2003). La forta dependència dels recursos hídrics de muntanya a les fluctuacions en el clima i les característiques d'ocupació del sòl afecta directament la quantitat total i la distribució temporal del cabal, i per tant té importants implicacions per a la gestió de l'aigua (López-Moreno *et al.*, 2008).

Segons les projeccions de diversos models de canvi climàtic, si la temperatura en el futur augmenta entre 2 i 4 °C, és probable que s'observi una disminució dels cabals d'entre 4 i 21% (Frederick, 1997) i una disminució de l'emmagatzematge d'aigua mitjana anual i de la producció d'energia (López-Moreno *et al.*, 2008).

D'altra banda, la hidrologia alimentada per les conques de neu és notablement més sensible a la variabilitat climàtica i als canvis, ja que la neu i el gel responen ràpidament a lleugeres variacions en la precipitació i la temperatura (Nesje i Dahl, 2000; Carrivick i Brewer, 2004; López-Moreno i García-Ruiz, 2004; López-Moreno, 2008). Una marcada disminució en l'acumulació de neu i la durada de la capa de neu (López-Moreno *et al.*, 2009), i una disminució generalitzada en la precipitació (Ragab i Prudhomme, 2002; Giorgi i Lionello, 2008), encara que aquesta última predicció s'associa a variacions espacials i estacionals (López-Moreno *et al.*, 2008 i 2008a; Nogués-Bravo *et al.*, 2008) i una incertesa substancial.

A més de l'augment mitjà de temperatura, s'espera una major ocurrència d'esdeveniments càlids extrems (Beniston, 2004; Diffenbaugh *et al.*, 2007; Giorgi i Lionello, 2008). Aquestes projeccions climàtiques suggereixen una menor capacitat de generació d'escorrentia a causa de l'augment de temperatura i com a conseqüència un augment de l'evapotranspiració i una disminució de la precipitació (López-Moreno *et al.*, 2011; Lespinas *et al.*, 2010; Liuzzo *et al.*, 2010).

En les zones de muntanya l'augment de la temperatura també ha causat una disminució en l'acumulació de neu en latituds mitges i elevades, que sovint ha estat amplificat per les tendències negatives en la precipitació durant l'hivern. El resultat és una reducció del pic de flux durant la fosa de neu a la primavera (Christensen i Lettenmaier, 2007; Barnett *et al.*, 2008;

Dawadi i Ahmad, 2012), i un inici més primerenc de la fusió de la neu i una disminució de l'escorrentia durant la primavera, amb el consegüent inici més primerenc del període de dèficit hídric (López-Moreno i García-Ruiz, 2004; López-Moreno, 2005; Senatore *et al.*, 2010; García-Ruiz *et al.*, 2011).

L'evolució de la precipitació està subjecta a una gran incertesa i variabilitat, però la majoria dels estudis preveuen una tendència general cap a una disminució de la precipitació en el pròxim segle (Ragab i Prudhomme, 2002; Gibelin i Deque, 2003; Giorgi *et al.*, 2004a, b.; Goubanova i Li, 2007; Giorgi i Lionello, 2008; Evans, 2009; López-Moreno *et al.*, 2014b).

El cabal és una resposta integral a les entrades en la conca (clima), la transferència d'aigua, les pèrdues d'aigua per processos d'emmagatzematge per evapotranspiració i els efectes de les activitats humanes en els fluxos d'aigua naturals (López-Moreno *et al.*, 2013). Abans d'arribar a la xarxa una gran proporció de precipitació s'emmagatzema en diversos subsistemes hidrològics (inclosos la capa de neu, la humitat del sòl, reserves d'aigües subterrànies, magatzems de dipòsit) que responen a les condicions climàtiques en diferents escales de temps (Vicente-Serrano i López-Moreno, 2005; McGuire i McDonnell, 2006). Estudis anteriors han demostrat que el temps de resposta de la conca a les condicions climàtiques precedents és molt variable entre les regions, ja que depèn de les característiques físiques de les conques de captació (geologia, topografia, sòls i vegetació), de les condicions climàtiques (taxes d'evapotranspiració, la capa de neu, intensitat de la pluja) i les construccions de preses (Post i Jakeman, 1996; Soulsby *et al.*, 2006; Lorenzo-Lacruz *et al.*, 2010; McDonnell *et al.*, 2010; Fleig *et al.*, 2011).

Molts estudis han revelat una disminució constant del cabal del riu al llarg de gairebé tota la conca mediterrània a causa, d'una banda, a un augment en el consum d'aigua degut a les activitats humanes (noves urbanitzacions, estacions d'esquí, dispositius generadors de neu, etc.) i d'altra banda, per intenses modificacions en la coberta vegetal i usos del sòl en àrees on la pressió humana ha disminuït, i el pasturatge i el cultiu han desaparegut. Aquests tipus de canvis en la coberta del sòl han ocorregut principalment en les capçaleres de muntanya, on es generen la major part dels recursos d'aigua (García-Ruiz *et al.* 2011; López-Moreno *et al.* 2011; García-Ruiz i Llana-Renault, 2011; Vicente-Serrano *et al.*, 2004; Weatherhead i Howden, 2009; Warburton *et al.*, 2012). Aquests canvis en la coberta vegetal afecten el balanç hídric, la reforestació provoca una disminució en la generació d'escorrentia i una resposta atenuada a esdeveniments de tempesta (Ranzi *et al.*, 2002; Beguería *et al.*, 2003; Gallart i Llorens, 2003; Andréassian, 2004) a causa dels efectes sobre l'evapotranspiració i les taxes d'intercepció o infiltració (Joffre i Rambal, 1993; Llorens *et al.*, 1995, 1997; Cosandey *et al.*, 2005; David *et al.*, 2006; López-Moreno i Latron, 2008; Beguería *et al.*, 2006; Llorens i Domingo, 2007), la dinàmica de la humitat del sòl (Correia, 1999; Maestre i Cortina, 2004) i la recàrrega d'aqüífers (Callegari *et al.*, 2003). Per tant, podem dir que els efectes combinats de la regeneració dels boscos i el canvi climàtic poden reduir els cabals anuals (López-Moreno *et al.* 2014b).

No obstant això, la magnitud de l'impacte del canvi de cobertura del sòl en la resposta hidrològica depèn de les característiques de la conca, el tipus de vegetació i l'edat dels boscos, la intensitat de les precipitacions i els efectes d'escala espacial (Bunte i MacDonald, 1995; Andreassian, 2004; Calder, 2007).

La investigació sobre el canvi ambiental i el funcionament hidrològic dut a terme als Pirineus durant diverses dècades ha portat un avançat coneixement dels canvis hidrològics en diverses escales espacials, a escala de la conca (Beguería *et al.*, 2003; Lasanta *et al.*, 2006; García-Ruiz *et al.*, 2008). Malgrat això, hi ha molts components del sistema hidrològic que segueixen sent poc coneguts, com a conseqüència de la manca de dades hidrometeorològiques (especialment a l'alta muntanya) i les dificultats associades amb l'estimació actual de l'evapotranspiració, l'equivalent en aigua de la neu i la recàrrega d'aigua subterrània a escala de conca (López-Moreno *et al.* 2011).

Les decisions de planificació del recursos hídrics futurs s'han de basar no només en la demanda d'aigua, sinó també en els escenaris futurs del clima i de cabal. Les incerteses inclouen com els canvis ambientals afectaran la quantitat i qualitat dels recursos d'aigua i els règims fluvials, i com els nous escenaris afectaran la gestió de l'aigua (García-Ruiz *et al.* 2011).

Recurs hídic i canvi climàtic a Andorra

Per al cas d'Andorra, no hi ha cap estudi, a excepció de BUR-Miquel (2014), que analitzi els impactes del canvi climàtic sobre el recurs hídic. En aquest estudi, a partir de l'increment que s'ha detectat en la temperatura mitjana anual de 0,2 °C/dècada entre 1931 i 2013, Esteban *et al.* (2012) han observat una disminució de la precipitació mitjana anual (44 mm/dècada). També s'ha observat un increment de l'evapotranspiració i una disminució del recurs hídic total (Miquel, 2012; BUR, 2014).

S'espera que aquests canvis en la temperatura també afectin de manera significativa la cobertura de neu del Principat, tant en la distribució com en els gruixos i l'estacionalitat (Pons *et al.*, 2012, 2014; López-Moreno *et al.*, 2014).

A causa del fort paper que juga la neu en el règim hidrològic en les nostres latituds, aquesta dinàmica tindrà un fort impacte tant en la quantitat del recurs disponible com en la seva temporalitat (López-Moreno i García-Ruiz, 2004; Tague i Peng, 2013). A més, els processos hidrològics en zones de muntanya són especialment sensibles al canvi climàtic a causa dels abruptes canvis de temperatura i precipitació a curtes distàncies com a conseqüència de l'orografia (Beniston, 2005).

Per tant, la gestió sostenible de l'aigua s'enfrontarà a grans reptes de futur per les creixents pressions sobre el recurs, d'una banda pel canvi climàtic i de l'altra, per l'anomenat *canvi global* (canvis d'usos del sòl i model social de consum), el qual ha comportat un constatat augment de la demanda hídrica (Mas-Pla, 2010).

El 2007, el Grup intergovernamental d'experts sobre canvi climàtic (IPCC) va identificar les zones de muntanya com a espais especialment sensibles al canvi climàtic. Segons l'escenari A1B de l'IPCC, per al final del segle XXI s'espera un augment de la temperatura de 3,6 °C i una disminució de la precipitació del 16,8% al país. S'espera un augment mitjà de +0,29 °C per dècada en les temperatures i una variació anual de la precipitació de -1,4 mm. També es veuran afectats els recursos hídrics d'Andorra, estimats en 282 hm³/any de mitjana per al període 1961-1990, i s'esperen canvis en els horitzons futurs de -42 hm³ per al període 2021-2050 (-14,9%) i -106 hm³ per al període 2071-2100 (-37,6%). Els cabals dels rius ja estan sentint

aquest efecte, amb una reducció general dels valors de les mitjanes decennals del 33% per al Gran Valira a partir del 1951-1960 (BUR, 2014).

D'altra banda, el 2 de març del 2011 Andorra es va adherir a la Convenció marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic, i està, per tant, subjecta a obligacions específiques, com ara presentar un inventari de les emissions de gasos d'efecte hivernacle i establir programes nacionals o regionals per mitigar el canvi climàtic i facilitar-ne l'adaptació adequada (BUR, 2014). Recentment, algun estudi ha començat a abordar com el canvi climàtic i els d'usos del sòl poden afectar algunes zones de muntanya del Pirineu (López-Moreno *et al.*, 2013). No obstant, encara no hi ha cap estudi en la literatura científica que abordi en detall el cas d'Andorra ni el vincle amb el model socioeconòmic i els usos de l'aigua. Tot i que la situació actual és positiva, diferents agents implicats en la gestió preveuen possibles conflictes i dificultats en la gestió futura com a conseqüència del canvi climàtic i l'increment en la pressió sobre el recurs a conseqüència de factors com la necessitat més gran de produir neu artificial o l'increment de l'aprofitament hidroelèctric planificat pel Govern.

En aquest context, tant el darrer informe bianual del Govern d'Andorra en el marc del Conveni marc de les Nacions Unides sobre canvi climàtic (BUR, 2014) com el del procés d'adaptació d'Andorra al canvi climàtic (PAACC, 2014), remarquen que, a causa de la seva importància, els impactes sobre el recurs hídic seran un dels eixos prioritaris a analitzar amb detall i del qual s'hauran de començar dissenyar i desenvolupar mesures i estratègies d'adaptació al més aviat possible.

Contribució del recurs neu sobre el balanç hídic i l'efecte del canvi climàtic

Conèixer el paper del mantell de neu sobre els recursos hídrics és un requisit per entendre la vulnerabilitat de les diferents conques hidrogràfiques als canvis que s'esperen en l'acumulació i durada del mantell de neu (Garcia *et al.*, 2011).

La capa de neu exerceix un fort control sobre l'ecologia, l'agricultura, la disponibilitat dels recursos hídrics, l'operació d'una àmplia gamma d'activitats econòmiques i riscos associats a regions muntanyoses i d'alta latitud (Beniston, 1997; Barnett *et al.*, 2005).

Les condicions climàtiques necessàries per a l'acumulació de neu són ben conegudes: temperatura per sota de zero, precipitació en forma de nevades i la persistència de baixes temperatures per mantenir la capa de neu (Morán-Tejeda *et al.*, 2013).

La major part dels estudis que s'han realitzat anteriorment posen de manifest la probabilitat que en les pròximes dècades hi hagi un fort descens de la neu acumulada, una reducció de la disponibilitat de la neu per arribar a cobrir la temporada i una disminució de la crescuda dels recursos hídrics durant la primavera (Rasmus *et al.*, 2004; Dankers i Christensen, 2005; Keller *et al.*, 2005; Merritt *et al.*, 2006; Hantel i Hirtl-Wielke, 2007; Mellander *et al.*, 2007; Mote 2003; Barnett *et al.*, 2005).

També s'ha detectat un augment significatiu de la temperatura a la majoria de les regions muntanyoses del món en les últimes dècades (Pepin i Seidel, 2005; Díaz i Eischeid, 2007; Pepin i Lundquist, 2008; Ohmura, 2012). Aquest canvi en la dinàmica de la capa de neu és una conseqüència de la gran sensibilitat de la neu a l'augment de la temperatura, la qual cosa provoca una disminució de les nevades en relació amb les precipitacions i un augment de

l'energia disponible per a la fusió de la neu (Rood *et al.*, 2008). Segons López-Moreno *et al.* 2013 un canvi d'1 °C causaria una reducció del 20% de l'equivalent d'aigua en neu acumulada i un escurçament notable de la temporada de neu en una conca petita als Pirineus.

Les muntanyes juguen un paper crític en la disponibilitat dels recursos hídrics a les zones baixes de les conques hidrogràfiques. Els gradients altitudinals de la temperatura i la precipitació asseguren que les capçaleres reben més precipitacions i tenen una taxa d'evapotranspiració inferior que les zones adjacents més baixes (Viviroli *et al.*, 2004; De Jong *et al.*, 2009; López i Justribó, 2010). En aquestes regions de muntanya de latituds altes i mitjanes una gran quantitat de precipitació cau en forma de neu i és durant la fosa de la neu a la primavera que provoquen elevats fluxos en els rius, fins i tot en les zones on el clima presenta una alta variabilitat interanual (López-Moreno *et al.*, 2004; Barnett *et al.*, 2005).

La dependència de la neu a la temperatura estacional fa que la capa de neu a latituds mitjanes sigui altament vulnerable a l'escalfament climàtic (Morán-Tejeda *et al.*, 2013). No obstant això, les condicions per a l'acumulació de neu a les muntanyes estan invariablement vinculades a l'altitud i la topografia, i per tant la dependència de la coberta de neu al clima és difícil de determinar (Hantel *et al.*, 2000). Així doncs, l'altitud és un dels factors geogràfics més importants que influeixen en els canvis en la temperatura i la humitat a escales espacials petites (Morán-Tejeda *et al.*, 2013).

Morán-Tejeda *et al.* (2013) indiquen que hi ha una relació lineal entre l'altitud i la correlació de la temperatura amb el gruix de la capa de neu i la seva durada. Identifiquen una altitud lliandar d'aproximadament 1.400 m snm (\pm 200 m, depenent de l'índex de neu considerat), per sota del qual la temperatura és la principal variable explicativa i per sobre del qual la precipitació és un millor predicador de la variabilitat de la capa de neu. Els resultats també destaquen que a mesura que el clima és més càlid augmenta l'altitud a la qual la temperatura és la principal limitació en l'acumulació de neu (Morán-Tejeda *et al.*, 2013; López-Moreno *et al.*, 2009; Jefferson, 2011; Wi *et al.*, 2012).

Segons les projeccions climàtiques, el lliandar d'altitud augmentarà i en resultaran més problemes econòmics per a les nombroses estacions d'esquí que es troben per sota d'aquesta altitud crítica. Altres possibles conseqüències d'un canvi en el lliandar de l'altitud inclouen els canvis en els règims hidrològics i els canvis en el comportament i el funcionament dels ecosistemes de muntanya (Morán-Tejeda *et al.*, 2013).

Estudis anteriors (Beniston, 2012; Laternser i Schneebeli, 2003; Marty, 2008; Scherrer *et al.*, 2004) també informen sobre les tendències de la disminució del gruix i la durada de la capa de neu en llocs de baixa altitud associades amb l'augment de la temperatura. A elevades altituds les tendències no són significatives ja que les temperatures són encara prou baixes per permetre l'acumulació de neu a l'hivern i la primavera i sota aquestes condicions, la precipitació és un factor important determinant en el comportament de la capa de neu.

D'altra banda, a causa de la complexa topografia de les zones de muntanya, l'angle del pendent i el seu aspecte també és molt probable que influeixen en la sensibilitat de la capa de neu al canvi de temperatura (Uhlmann *et al.*, 2009).

Encara que se sap que l'orientació del pendent juga un paper important en la distribució de la neu (Elder *et al.*, 2000; Anderton *et al.*, 2004; Marofi *et al.*, 2011), l'estudi de López-Moreno

et al. (2014) presenta la primera anàlisi detallada de l'efecte de l'orientació del pendent a la resposta de la capa de neu a l'escalfament climàtic. Amb l'augment de la temperatura, l'efecte de l'aspecte del pendent en l'acumulació i fusió augmenta, i dona lloc a diferències més grans en la màxima acumulació de neu i la durada de la capa de neu. Per tant, la radiació solar entrant té un efecte creixent sobre la dinàmica de la capa de neu (McNamara et al., 2005).

La capa de neu amb pendents orientats al sud sembla particularment vulnerable a l'escalfament del clima; on els pendents estan més exposats a la radiació solar s'acumula menys neu i se sotmeten a una fusió anticipada (López-Moreno et al., 2013).

López-Moreno et al., (2009) detecten que l'impacte del canvi climàtic en l'acumulació total equivalent en aigua de la neu es caracteritza per forts gradients altitudinals i una variabilitat espacial horitzontal, i també observen que el gruix de neu en un lloc determinat està fortament afectat per les condicions locals (aspecte, els processos de la deriva del vent, etc.). L'acumulació i fusió de la neu juguen un paper determinant en la distribució estacional del cabal dels rius, especialment en conques de muntanya (García-Ruiz et al., 2011). Generalment, de novembre a final d'abril, la major part de la precipitació és en forma de neu i es reté en forma sòlida a més de 1.600 m snm (López-Moreno et al., 2004). El cabal és molt baix en les zones de capçalera i és encara menor a l'hivern que a l'estiu (García-Ruiz et al., 2001). Durant la primavera, la coincidència del període de fosa de la neu amb l'època de pluges augmenta ràpidament els cabals i es mantenen fluxos elevats durant un període de dos o tres mesos. L'esgotament de la capa de neu, juntament amb el final de la temporada de pluges, condueix a un període de baix flux durant l'estiu (López-Moreno et al., 2004).

No obstant això, l'escalfament global afecta directament l'acumulació i fosa de la neu, d'una banda, per l'augment progressiu de la temperatura que eleva la isoterma d'hivern de 0 °C, de manera que s'acumula menys neu a les capçaleres i cau més pluja a l'hivern; i, d'altra banda, la fosa es produeix més aviat i de forma més ràpida. Les dues respostes causen més canvis en els règims fluvials, descàrregues baixes i relativament constants a l'hivern, descàrregues altes i molt variables a la primavera i cabals inferiors durant l'estiu (Beniston et al., 2003; López-Moreno, 2004 i 2005; Adam et al., 2009).

Per tant, les precipitacions durant l'hivern es consideren el principal factor que controla l'acumulació de neu al Pirineu, i el seu declivi explica la major part de la reducció del gruix de neu observat en les últimes dècades (López-Moreno, 2004).

Una de les dificultats que existeixen és la falta d'informació hidroclimàtica i de neu de què es disposa en zones d'alta muntanya (Grabherr et al., 2005). A més, un dels problemes que afecta l'eficiència de la mesura de la precipitació és el vent, per la turbulència provocada pel mateix vent que es genera en la boca dels pluviòmetres. A temperatures més fredes que -2°C, on la quantitat de precipitació es pot subestimar fins a un 80% a velocitats del vent més altes que 5ms-1 (Buisan et al., 2016).

D'altra banda, estudis han posat de manifest el control de la topografia sobre la distribució de la neu en les zones de muntanya (Anderton et al., 2004; Erickson et al., 2005; Lehning et al., 2011; Mott et al., 2013), i la importància de la vegetació i l'exposició al vent (Erxleben et al., 2002; Trujillo et al., 2007).

La mesura en què les variables topogràfiques expliquen la distribució de la neu pot canviar

durant la temporada. La variabilitat de les característiques del terreny poden conduir a processos relacionats amb la variabilitat espacial de l'acumulació de neu (neu transportada pel vent, curvatura del terreny) (Lehning *et al.*, 2008; Revuelto *et al.*, 2014), o afectar l'intercanvi energètic entre el terreny i la capa de neu (temperatura, la radiació solar entrant (Molotch *et al.*, 2005).

Per tant, existeixen diferents variables que governen la distribució de la capa de neu entre zones com a conseqüència de les seves característiques i entorns geogràfics diferents. Aquestes diferències inclouen l'extensió de la superfície, els gradients altitudinals, la importància de la redistribució del vent, la presència o absència de vegetació i la complexitat topogràfica (Revuelto *et al.*, 2014).

Una altra de les dificultats en zones d'alta muntanya és arribar a separar la contribució de l'aigua provinent de la pluja de la que prové de la fusió del mantell de neu en l'escorrentia igual que els processos que es produeixen des que comença la fusió del mantell de neu fins que aquesta aigua apareix en l'escorrentia superficial. Per analitzar aquests aspectes existeixen una sèrie de tècniques com les mesures contínues del mantell de neu combinant mesures manuals del contingut d'aigua del mantell de neu i una monitorització amb làser escàner terrestre; mesures dels isòtops estables dels àtoms que formen la molècula d'aigua discriminant la diferent composició isotòpica per conèixer quanta aigua prové de la precipitació líquida, quanta per la fusió del mantell de neu i fins a quin moment del final de la primavera o inici de l'estiu perdura el senyal nival en l'aigua acumulada a la conca (diferents valors d'oxigen i deuteri) (Laudon *et al.*, 2004).

La neu és una font important de riquesa econòmica en moltes regions de muntanya. Des d'una perspectiva econòmica, el turisme d'hivern, i la viabilitat de les zones rurals d'on està localitzat, són dependents d'hiverns amb neu abundant (Elsässer i Burki, 2002). La capa de neu també controla la quantitat d'escorrentia estacional en els rius alpins i té una influència directa en el sector de l'energia a través de l'energia hidroelèctrica (Rahman *et al.*, 2012), que és la principal font d'electricitat de la majoria dels països alpins (Romerio, 2002).

La majoria dels estudis relacionats amb la sensibilitat de la neu a un clima més càlid, i els seus impactes ambientals i socioeconòmics associats, posen en relleu la necessitat de considerar les característiques regionals i locals de determinades zones de muntanya (López-Moreno *et al.*, 2014). Per tant, els canvis en els patrons de precipitació poden equilibrar o accelerar la magnitud dels canvis en les característiques de la capa de neu provocats per augments de les temperatures (López-Moreno *et al.*, 2013).

Una de les principals dificultats en els estudis de la neu és l'obtenció d'informació fiable de les variables que descriuen la distribució de la neu, inclosos el gruix de neu (SD), l'aigua equivalent en la neu (SWE) i l'àrea coberta de neu (SCA) (Jost *et al.*, 2007; López-Moreno *et al.*, 2012a; Watson *et al.*, 2006). El mostreig manual no és factible per a grans àrees, a causa del temps implicat. En l'última dècada l'ús d'escàners làser aerotransportat (ALSs) (Deems *et al.*, 2006) i escàners làser terrestres (TLSs) (Prokop, 2008), tots dos basats en la tecnologia Lidar (*light detection and ranging*), han proporcionat grans avanços en l'obtenció de dades sobre la distribució de gruix de neu a resolucions espacials sense precedents (Revuelto *et al.*, 2014).

A més, les mesures d'alta densitat que ofereixen les tecnologies Lidar són un recurs valuós per a la investigació detallada de la vinculació entre la distribució de la neu i la topografia. En el

passat, aquesta vinculació s'ha estudiat sobretot amb l'ús de mesures manuals, i per tant generalment limitades en resolució espacial i temporal (López-Moreno *et al.*, 2010).

Com a complement a les observacions *in situ* i per observar la distribució espacial de la neu a la conca, també és útil l'ús de la teledetecció per satèl·lit per supervisar l'efecte del clima en la dinàmica de la neu. Es poden obtenir productes diaris de neu a partir del Modis (Terra / MOD10A1 i Aqua / MYD10A1), que són àmpliament utilitzats per generar climatologies de la coberta de neu (Gascoïn *et al.*, 2015).

Els productes de neu amb Modis tenen una precisió suficient per als estudis hidroclimàtics a l'escala dels Pirineus. Utilitzant un algorisme *gap-filling (omplint buits)* es genera una capa de neu climatològica consistent, cosa que permet calcular la mitjana mensual de la durada de la capa de neu per elevació i aspecte (Gascoïn *et al.*, 2015).

D'altra banda i per representar els processos climàtics de forma més detallada en regions geogràfiques limitades és útil emprar els models climàtics regionals (RCM) comparables als models de circulació atmosfèrics i terrestres (AOGCM) (Rummukainen, 2001).

Els models RCM simulen la temperatura i precipitació per a un període determinat de control i un període futur establint diferents escenaris de canvi climàtic i coberta del sòl. S'ha demostrat que aquest tipus de model reproduïx raonablement la precipitació i la temperatura observada per al període de control (López-Moreno *et al.*, 2014b). Cap altre model no ha demostrat que es reproduïxi millor el clima als Pirineus (López-Moreno *et al.*, 2014b).

Amb el temps, l'augment de la resolució espacial dels RCM, que s'ha habilitat per la ràpida evolució dels recursos computacionals, ha millorat la comprensió dels processos climàtics regionals i l'avaluació de l'evolució futura dels patrons climàtics regionals influïdes per un canvi climàtic global (Beniston, 2005).

Actualment, s'utilitzen simulacions detallades amb cel·les de 5 km o fins i tot 1 km per analitzar els detalls de la precipitació en relació amb l'escorrentia superficial, la infiltració i l'evaporació (per exemple, Arnell, 1999; Bergstrom *et al.*, 2001), els esdeveniments extrems com ara la precipitació (Frei *et al.*, 1998) i tempestes de vent perjudicials (Goyette *et al.*, 2001).

Finalment, en els últims anys, de molts models de balanç de massa i energia del mantell de neu el model CRHM (Cold Regions Hydrological Model) s'ha mostrat molt útil a l'hora de realitzar una modelització hidrològica d'una conca de muntanya gràcies a la seva flexibilitat en funció de la informació disponible i a l'escàs requeriment de parametrització que requereix ja que se centra en la simulació de processos (Ellis *et al.*, 2010).

Per aquest model, se simula el balanç energètic de la neu utilitzant dades d'estacions meteorològiques que mesuren la temperatura (T), la precipitació (P), la humitat relativa (Rh), la velocitat del vent (Ws), la radiació solar entrant ($K\downarrow$) i la profunditat de la neu en un interval temporal mínim d'una hora (López-Moreno, 2014).

Les dades meteorològiques s'utilitzen com a entrada per al model CRHM (Pomeroy *et al.*, 2007), per simular un seguit de processos hidrològics en regions muntanyoses i fredes (inclosos el transport de la neu pel vent, la intercepció, el balanç energètic de la fosa de neu, la infiltració d'aigua de pluja o de fusió dels sòls congelats) (Pomeroy *et al.*, 2012) en conques petites i de mida mitjana (Pomeroy *et al.*, 2007). Per tant, el model pot ser utilitzat tant per a la predicció, el diagnòstic i la comprensió dels processos hidrològics (López-Moreno *et al.*, 2014).

Conclusió

El canvi climàtic és una evidència inequívoca que afecta variables com la temperatura i la precipitació, reguladors imprescindibles del recurs hídic. Els impactes sobre el recurs hídic han estat identificats com un dels més importants i que més vulnerabilitats pot comportar en un futur tant en ecosistemes com en la societat humana. Per tant, les zones de muntanya, i Andorra no n'és una excepció, han estat identificades com a zones especialment vulnerables al canvi climàtic i on aquestes la seva magnitud es farà notar de forma més intensa.

La temperatura i la precipitació expliquen la variabilitat del gruix i la durada de la neu en la zona d'estudi i alhora la neu juga un paper clau en la regulació del balanç hídic tant en la seva temporalitat com en la seva quantitat.

El model socioeconòmic actual d'Andorra i els seus patrons de consum, fortament influenciats per l'activitat turística, fan que sigui especialment intensiu en el consum d'aigua. L'evolució tant demogràfica com socioeconòmica i en especial l'evolució del model turístic (per exemple, més dependència dels canons de neu per operar per part de les estacions d'esquí o la major necessitat d'explotar el recurs hídic per generar energia) fan que la pressió futura sobre aquest recurs es pugui veure incrementada en un futur.

Tal com remarca la directiva marc de l'aigua, per entendre les dinàmiques presents i futures del recurs hídic i la seva vulnerabilitat és necessari entendre i modelitzar de manera integral, sistèmica i holística la gestió de, per exemple, entendre els impactes i les repercussions a escala socioeconòmica dels canvis que s'esperen a escala climàtica.

L'aigua, a part de ser l'element clau del cycle hidrològic, té un valor fonamental tant per als ecosistemes com en l'àmbit socioeconòmic, i juga un paper clau en el desenvolupament sostenible. No obstant, canvis en el clima, la població, els models de consum, el canvi d'usos del sòl o la creixent urbanització dels ecosistemes està afectant i seguirà modificant de forma notòria el cycle hidrològic i la qualitat i disponibilitat futura del recurs hídic. En el cas d'Andorra, el recurs hídic gaudeix d'un estat de salut remarcable tant pel que fa a la qualitat com a la disponibilitat. No obstant, la confluència, d'una banda, d'un potencial canvi climàtic que podria afectar de forma significativa el recurs i, de l'altra, la preponderància d'un model socioeconòmic, amb un pes molt important del turisme, basat en un ús intensiu de l'aigua, podria posar en risc la futura sostenibilitat del recurs hídic.

Cristina Pesado i Pons,

geòloga i màster en gestió de l'aigua, doctoranda a l'OBSA

Marc Pons i Pons,

doctor en enginyeria de la sostenibilitat i investigador al CENMA,
director de l'Observatori de la Sostenibilitat d'Andorra, OBSA

Juan-Ignacio López Moreno,

Instituto Pirenaico de Ecología IPE-CSIC

Bibliografia

- ARBUÉS, F.; BARBERÁN, R.; VILLANÚA, I. (2000) Water price impact on residential water demand in the city of Zaragoza. A dynamic panel data approach. Paper presented at the 40th European Congress of the European Regional Studies Association (ERSA) in Barcelona, Spain, 30–31 August.
- ARBUÉS F.; GARCÍA-VALIÑAS M. A.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. (2003) "Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review". *Journal of Socio-Economics*, 32, 81–102.

- BEGUERÍA, S.; LÓPEZ-MORENO, J. I.; LORENTE, A.; SEEGER, M.; GARCÍA-RUIZ, J. M. (2003) "Assessing the effects of climate oscillations and land-use changes on streamflow in the Central Spanish Pyrenees". *Ambio* 32, 283–286.
- BENISTON, M. (1997) "Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: links to changes in large-scale climatic forcing". *Climatic Change* 36, 281–300.
- BENISTON, M. (2003). "Climatic Change in Mountain Regions: A Review of Possible Impacts". *Clim. Change*, 59, 5–31.
- BENISTON, M. (2005). "Mountain climates and climatic change: an overview of processes focusing on the European Alps". *Pure and Applied Geophysics* 162: 1587–1606. DOI: 10.1007/s00024-005-2684-9.
- BOLAND, J. J. (1997). "Pricing urban water: Principles and compromises". Paper presented at the World Bank seminar on Pricing of Sanitation and Water Services, February 18–19.
- BOLAND, J. J.; WHITTINGTON, D. (1998). "The political economy of increasing block tariffs in developing countries". Paper Presented at the World Bank Sponsored Workshop on Political Economy of Water Pricing Implementation, Washington, DC, November 3–5.
- BUR (2014) *Premier rapport bisannuel de l'Andorre à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*. Departament de Medi Ambient. Govern d'Andorra.
- CASAL, A.; JORDANA, J. (2012) "Societat d'Aigües Potables del Poble de Canillo. Antoni Casal i Mandicó i Jordi Jordana i Rossell." In *L'aigua i Andorra*. 24 Diada Andorrana (vol. 166, p. 163–166). <http://doi.org/10.2436/15.0110.13.25>.
- CATTIAUX, J.; VAUTARD, R.; YIOU, P.: "Origins of the extremely warm European fall of (2006)". *Geophys. Res. Lett.*, 36, L06713.
- CHICOINE, D. L.; RAMAMURTHY, G. (1986). "Evidence on the specification of price in the study of domestic water demand". *Land Economics* 62 (1), 26–32.
- Departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra. (2012b). *Estudi per a l'elaboració anyal del balanç hídric del Principat d'Andorra -Any 2011- (període 2008-2012)*. <http://www.mediambient.ad/aigua>
- Departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra. (2013). *Estudi per a l'elaboració* <http://www.mediambient.ad/aigues-subterrànies>
- Departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra. (2015). *Balanç del servei i manteniment de les estacions depuradores d'aigües residuals d'Andorra i del servei d'explotació i manteniment dels sanejaments autònoms*. <http://www.mediambient.ad/pla-de-sanejament-aigues>
- DEQUE, M. M. (2012). *SCAMPEL: Scénarios Climatiques Adaptés aux zones de Montagne: Phénomènes extrêmes, Enneigement et Incertitudes*. Final Report. CNRS/URA GAME.
- DEYA TORTELLA, B.; TIRADO, D. (2011). "Hotel water consumption at a seasonal mass tourist destination. The case of the island of Mallorca". *Journal of Environmental Management* 92 (2011) 2568-2579.
- ELLIS C. R.; POMEROY, J. W.; BROWN, T.; MACDONALD, J. (2010). "Simulation of snow accumulation and melt in needleleaf forest environments". *Hydrology and Earth System Sciences* 14: 925-940.
- ESTEBAN, P.; PROHOM DURAN, M.; AGUILAR, E. (2012) "Tendencias recientes e índices de cambio climático de la temperatura y la precipitación en Andorra, Pirineos (1935-2008)". *Pirineos*, 167: 89-108. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/>
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *EEA Technical Report*, 16 (2013). Assessment of cost recovery through water pricing, 128 p.
- GARCIA, J. M. (2003) *Teoría y ejercicios prácticos de dinámica de sistemas*, 336 p.
- GARCÍA-RUIZ, J. M.; REGÜÉS, D.; ALVERA, B.; LANA-RENAULT, N.; SERRANO-MUELA, P.; NADAL-ROMERO, E.; NAVAS, A.; LATRON, J.; MARTI-BONO, C.; ARNÁEZ, J. (2008) "Flood generation and sediment transport in experimental catchments affected by land use changes in the central Pyrenees". *J. Hydrol.*, 356, 245–260.
- GARCÍA-RUIZ, J. M.; LANA-RENAULT, N. (2011) "Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region - a review". *Agric Ecosyst Environ*;140 (3-4): 317–38.
- GARCÍA-RUIZ, J. M.; LÓPEZ-MORENO, J. I.; SERRANO-VICENTE, S. M.; BEGUERÍA, S.; LASANTA, T. (2011) "Mediterranean water resources in a global change scenario". *Earth Sci Rev* 105 (3-4):121–139.
- GARCÍA-VALIÑAS, M. A.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, F. (2010) "Affordability of residential water tariffs: Alternative measurement and explanatory factors in southern Spain". *Journal of Environmental Management*, 91, 2696-2706.
- GASCOIN, S.; HAGOLLE, O.; HUC, M.; JARLAN, L.; DEJOUX, J-F.; SZCZYPTA, C.; MARTI, R.; SÁNCHEZ, R. (2015) "A snow cover climatology for the Pyrenees from MODIS snow products". *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 2337–2351.
- GELABERT, D. (2012). "Evolució de la gestió de les xarxes d'aigua potable i residual de la parròquia de la Massana". In

- L'aigua i Andorra*, 24 Diada Andorrana (vol. 130, p. 129-130). <http://doi.org/10.2436/15.0110.13.18>.
- GÖSSLING, S.; PEETERS, P.; HALL, C. M.; CERON, J.-P.; DUBOIS, G.; LEHMANN, L. V.; SCOTT, D. (2012) "Tourism and water use: Supply, demand, and security. An international review". *Tourism Management* 33, 1-15.
- GRABHERR, G.; GURUNG, A. B.; DEDIEU, J.; HAEBERLI, W.; LOTTER, A. F.; PAULI, H.; PSENNER, R. (2005) "Long-term environmental observations in mountain biosphere". *Mount. Res. Dev.* 25:376-382.
- IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis IPCC Working Group I Contribution to AR5.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; GARCÍA-RUIZ, J. M. (2004) "Influence of snow accumulation and snowmelt on streamflow in the central Spanish Pyrenees". *Hydrological Sciences Journal – Journal Des Sciences Hydrologiques* 49: 787-802.
- LÓPEZ-MORENO, J. I. (2005) "Recent variations of snowpack depth in the Central Spanish Pyrenees". *Arct. Antarct. Alp. Res.* 37 (2), 253-260.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; GARCÍA-RUIZ, J. M.; BENISTON, M. (2008) "Environmental Change and water management in the Pyrenees. Facts and future perspectives for Mediterranean mountains". *Global and Planetary Change* 66 (3-4): 300-312.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; LATRON, J. (2008) "Influence of forest canopy on snow distribution in a temperate mountain range". *Hydrological Processes* 22 (1), 117-1266.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; GOYETTE, S.; BENISTON, M. (2008a) "Climate change prediction over complex areas: spatial variability of uncertainties and expected changes over the Pyrenees from a set of regional climate models". *Int. J. Climatol.*, 28 (11), 1535-1550.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; GOYETTE, S.; BENISTON, M. (2009) "Impact of climate change on snowpack in the Pyrenees: horizontal spatial variability and vertical gradients". *J. Hydrol.*, 374, 384-396.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; VICENTE-SERRANO, S. M.; MORÁN-TEJEDA, E.; ZABALZA, J.; LORENZO-LACRUZ, J.; GARCÍA-RUIZ, J. M. (2011) "Impact of climate evolution and land use changes on water yield in the Ebro basin". *Hydrol Earth Syst Sci.* 15:311-22.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; VICENTE-SERRANO, S. M.; ZABALZA, J.; BEGUERÍA, S.; LORENZO-LACRUZ, J.; AZORIN-MOLINA, C. MORÁN-TEJEDA, E. (2013) "Hydrological response to climate variability at different time scales: A study in the Ebro basin". *Journal of Hydrology* 477, 175-188.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; POMEROY, J.; REVUELTO, J.; VICENTE-SERRANO, S. M. (2013a) "Response of snow processes to climate change: spatial variability in a small basin in the Spanish Pyrenees". *Hydrological Processes* 27 (18): 2637-2650.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; REVUELTO, J.; GILABERTE, M.; MORÁN-TEJEDA, E.; PONS, M.; JOVER, E.; ESTEBAN, P.; GARCÍA, C.; POMEROY, J. W. (2014) "The effect of slope aspect on the response of snowpack to climate warming in the Pyrenees". *Theor Appl Climatol* 17:207-219. DOI 10.1007/s00704-013-0991-0.
- LÓPEZ-MORENO, J. I.; ZABALZA, J.; VICENTE-SERRANO, S. M.; REVUELTO, J.; GILABERTE, M.; AZORIN-MOLINA, C.; MORÁN-TEJEDA, E.; GARCÍA-RUIZ, J. M.; TAGUE, C. (2014b) "Impact of climate and land use change on water availability and reservoir management: Scenarios in the Upper Aragón river, Spanish Pyrenees". *Science of the Total Environment Journal* 493:1222-1231.
- MAS-PLA, J. (2010) "Vulnerabilitat territorial dels recursos hidrològics al canvi climàtic". In: Llebot, J. E. (ed.) *Segon Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya*. Generalitat de Catalunya. CADS, Barcelona, p. 836-871.
- MENÉNDEZ, C.; CALLEJO, N. (2012) "La gestió de la xarxa i l'estació de tractament d'aigua potable (ETAP) d'Encamp". In *L'aigua i Andorra*. 24 Diada Andorrana (vol. 106, p. 95-106). <http://DOI.org/10.2436/15.0110.13.12>.
- MIQUEL, C. (2012) *Étude préliminaire sur les changements climatiques dans le massif des Pyrénées*. Mémoire Université de Montpellier II.
- MORÁN-TEJEDA, E.; LÓPEZ-MORENO, J. I.; BENISTON, M. (2013) "The changing roles of temperature and precipitation on snowpack variability in Switzerland as a function of altitude". *Geophysical Research Letters*, vol. 40, 2131-2136, DOI:10.1002/grl.50463.
- NAUDI, T. (2012) "L'aigua en una estació d'esquí". In *L'aigua i Andorra*. 24 Diada Andorrana (vol. 189, p. 185-189). <http://DOI.org/10.2436/15.0110.13.29>.
- POMEROY, J. W.; GRAY, D. M.; HEDSTROM, N. R.; QUINTON, W. L.; GRANGER, R. J.; CAREY, S. K. (2007) "The cold regions hydrological model: a platform for basing process representation and model structure on physical evidence". *Hydrol Process* 21:2650-2667.
- REYNAUD, A. (2008) "Social policies and private sector participation in water supply e the case of France". In: Prasad, Naren (ed.) *Social Policies and Private Sector Participation in Water Supply*. Palgrave. Basingstoke & New York, p. 37-69.

- REYNAUD, A. (2016) *Estimating a Household Water Demand in Andorra: Some Preliminary Results for Andorra la Vella*. IDEI - Toulouse School of Economics.
- TAGUE, C.; BAND, L. (2004) "RHESys: regional hydro-ecologic simulation system: an object-oriented approach to spatially distributed modeling of carbon, water and nutrient cycling". *Earth Interact*; 8 (1): 42.
- TAGUE, C.; PENG, H. (2013) "The sensitivity of forest water use to the timing of precipitation and snowmelt recharge in the California Sierra: implications for a warming climate". *Journal of Geophysical Research, Biogeosciences* 118(2): 875–887.
- VICENTE-SERRANO, S. M.; LASANTA, T.; ROMO, M. (2004) "Analysis of spatial and temporal evolution of vegetation cover in the Spanish central Pyrenees: role of human management". *Environ. Manage.* 34, 802–818.



La pedagogia sobre el canvi climàtic a l'àmbit educatiu d'Andorra

F. Javier GÓMEZ i VARGAS



Resum

Les activitats educatives sobre canvi climàtic han estat una de les darreres temàtiques incorporades al programa pedagògic del Centre Andorra Sostenible. En el present article analitzem la seva trajectòria, des de la seva implementació fins a l'actualitat, així com quins són els principals reptes educatius de present i futur que aquesta temàtica presenta.

Paraules clau: educació per al desenvolupament sostenible, vectors ambientals, àmbit educatiu formal, renovació pedagògica, treball per competències.

Introducció

D'ençà la seva creació l'any 2003, el Centre Andorra Sostenible (CAS) és l'equipament del departament de Medi Ambient del Govern d'Andorra dedicat a la comunicació i l'educació ambiental amb les escoles i la ciutadania en general. A més, està pensat com a punt d'informació i documentació sobre aspectes mediambientals i com a espai obert a la col·laboració i participació amb totes les administracions, les entitats, els sectors econòmics i les persones que portin a terme iniciatives en l'àmbit de la sostenibilitat.

Els seus eixos d'actuació es basen a realitzar i impulsar activitats que incrementin la conscienciació, la informació i l'educació per al desenvolupament sostenible (EDS),¹ que es poden classificar en dos grans blocs. En primer lloc, el bloc educatiu, amb la realització d'activitats i de projectes en escoles i entitats d'educació en el lleure, així com el servei d'assessorament pedagògic; en destaca, principalment, el projecte Escola Verda, en què participen actualment 18 centres educatius dels tres sistemes presents al país (andorrà, francès, espanyol) que apleguen més de 5.500 alumnes. En segon lloc, el bloc comunicatiu, amb la realització d'activitats, publicacions i campanyes ambientals destinades a la ciutadania

general, la dinamització de xarxes socials i el servei de consulta i d'atenció al públic en matèria de medi ambient.

En el pla temàtic, el centre fonamenta la seva activitat en el concepte ampli de *sostenibilitat*, i inclou d'aquesta manera totes les activitats humanes (accions, decisions, comportaments, tecnologies, etc.) que vetllen per aconseguir l'objectiu de satisfer les necessitats de la població actual sense comprometre els recursos i possibilitats de les generacions futures, proveint el millor per a les persones i el medi ambient ara i en el futur. Tanmateix, per estructurar el mapa de continguts tan ampli que engloba la sostenibilitat, i que inclou alhora aspectes ecològics i socioeconòmics (justícia social, equitat, etc.), partim dels anomenats *vectors ambientals*; són grans eixos temàtics que focalitzen l'activitat educativa i comunicativa del centre i que coincideixen en gran mesura amb les línies mestres del ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat. Aquest conjunt de vectors ambientals s'ha anat enriquint progressivament amb el decurs dels anys; així, si bé en un inici les primeres temàtiques en focalitzar l'atenció van ser les relacionades amb l'aigua, els residus, la qualitat de l'aire, l'energia o la mobilitat, en un segon moment es van incorporar aspectes com el paisatge, la biodiversitat i el canvi climàtic i més recentment, vectors com el consum i turisme responsable o la sensibilització envers el soroll.

Sobre la temàtica de canvi climàtic en concret, el Centre Andorra Sostenible continua sent l'ens del Govern d'Andorra responsable de la línia educativa, dissenyant i realitzant activitats i projectes, si bé en el pla comunicatiu (inclosa educació informal) es limita a realitzar tasques de suport a les accions portades a terme pel departament de Medi Ambient i Sostenibilitat a través de l'Oficina de l'Energia.

L'educació formal a Andorra

Habitualment hom distingeix tres àmbits dins el conjunt de l'espai educatiu, ben sistematitzats però sovint difícils de delimitar. Són l'educació formal² (escoles), l'educació no formal³ i l'educació informal,⁴ o també referits en ocasions com a educació reglada, no reglada i lliure. A la pràctica, i a causa de la naturalesa mateixa del fenomen educatiu, les fronteres entre les tres categories d'educació es difuminen fàcilment, sobretot entre l'educació no formal i la informal. En aquests dos darrers casos, el principal tret que serveix per diferenciar-les és que si bé l'educació no formal es troba associada a grups i organitzacions de la comunitat i de la societat civil (espais, punts joves, ONG), l'educació informal cobreix tota la resta d'interaccions no organitzades o bé que es donen de forma simultània i/o complementària.

En el cas concret de l'educació formal, Andorra presenta un fet peculiar atès que hi coexisteixen tres sistemes educatius: el sistema educatiu andorrà, el sistema educatiu francès i el sistema educatiu espanyol, que han anat adquirint durant els darrers decennis una complexitat notable inseparable del procés institucional experimentat al país.

Actualment el sistema formal es divideix en quatre etapes: maternal, primera ensenyança, segona ensenyança i batxillerat. Tot i les diferències significatives entre els distints sistemes, la llei determina que l'escolaritat serà obligatòria en els trams de la primera i la segona ensenyança, dels 6 als 16 anys.

Aquesta oferta educativa es complementa amb altres opcions i nivells, com són la formació

professional (creada el 1997), l'educació especialitzada per infants i joves amb necessitats educatives especials (iniciada l'any 1972), la formació per a persones adultes (1997) i els estudis superiors, que daten de 1988 (les primeres titulacions van ser infermeria i informàtica) i van consolidar-se l'any 1997 amb la creació de la Universitat d'Andorra (UdA).

Amb tot, la població escolar actual a Andorra (curs 2015-16) està formada per 10.931 alumnes, distribuïts pràcticament a parts iguals entre els tres sistemes educatius: andorrà (36% del total d'alumnes, distribuïts en 14 centres educatius), francès (38% del total d'alumnes, distribuïts en 10 centres educatius) i espanyol (26% del total d'alumnes distribuïts, en 8 centres educatius, 7 de tipus laic –6 públics i 1 privat– i 3 escoles congregacionals).

Les activitats sobre canvi climàtic als centres educatius

Les primeres activitats educatives en canvi climàtic tenen el seu origen en el programa *Fred i calent, els perquè del canvi climàtic*, de l'any 2008. Aquesta proposta comprenia dues iniciatives sota el mateix títol:

- Una activitat amb educador destinada específicament a l'àmbit escolar, per a alumnes de tercer cicle de primera ensenyança i primer cicle de segona ensenyança (de 10 a 14 anys). Aquest taller experimental, que es fa a l'aula o al laboratori amb un grup-classe (aproximadament 20-25 alumnes), permet identificar els diversos elements que intervenen en l'efecte d'hivernacle i que participen en el canvi climàtic, experimentar alguns efectes físics que hi estan associats i reflexionar sobre la responsabilitat individual envers aquest fenomen. Aquest taller també s'ha portat a terme de forma puntual fora de l'àmbit escolar (espais de lleure, etc.).
- Una exposició destinada tant a públic escolar (principalment alumnes de tercer cicle de primera ensenyança i tota la segona ensenyança, és a dir entre els 10 i els 16 anys) com a ciutadania en general, en la qual es mostren les causes i els efectes del fenomen del canvi climàtic així com les solucions a aquest repte global.

Dos anys més tard, el 2010, a aquesta oferta educativa se sumen altres recursos que treballen a cavall entre els vectors ambientals *d'atmosfera i canvi climàtic*:

- El programari interactiu *Quant CO₂ emets en un any?*. Recurs digital adreçat a alumnes de tercer cicle de primera ensenyança així com a tota la segona ensenyança i batxillerat (de 10 a 18 anys) i estructurat en forma de qüestionari en què s'identifiquen tots els hàbits quotidians a partir dels quals en generen emissions de CO₂ a l'atmosfera amb l'objectiu de descobrir el fenomen del canvi climàtic i entendre que en el nostre grau d'implicació com a ciutadans, tant en el problema com en les solucions. En ser un recurs obert i disponible per tothom en línia,⁶ aquest interactiu és també un element de sensibilització ambiental adreçat a ciutadania general.
- El material educatiu basat en el personatge *Ozzy Ozone*. Aquest dibuix animat en forma de molècula d'ozó amb la missió de protegir el planeta ha estat un dels principals recursos pedagògics que han acompanyat la tasca de sensibilització dels més petits portada a terme pel CAS els darrers anys sobre el coneixement i la sensibilització envers la conservació de la capa d'ozó, els gasos que l'afecten i les problemàtiques associades en un context de canvi climàtic. Va ser impulsat pel Programa de les Nacions Unides per al

medi ambient (PNUMA) amb motiu de la Dècada de l'educació per al desenvolupament sostenible (2005-2015) i ha estat adaptat pel departament de Medi Ambient i Sostenibilitat i el Centre Andorra Sostenible a diversos formats, com ara còmics, lectures animades o jocs. En el cas de les lectures animades, el contingut s'ha anat adequant a alumnes d'entre 3 i 11 anys, mentre que el contingut general dels còmics està especialment recomanat per a alumnes d'entre 9 i 11 anys (2on i 3er cicle de primera ensenyança). Altrament, *El joc de l'Ozzy Ozone* és un altre material didàctic de caràcter més lúdic produït en format de joc gegant i adreçat a totes les edats (i també a l'àmbit de l'educació no formal), igual que el *Pack educatiu acció ozó*, en aquest darrer cas amb activitats per a l'aula diferenciades per primera i segona ensenyança (6-16 anys).

A grans trets, s'estima que en el període 2010-2015 un total aproximat de 1.600 infants i joves han participat en el global d'activitats d'educació ambiental relacionades amb el canvi climàtic,⁷ entre activitats a l'espai educatiu formal i no formal. Proporcionalment, doncs, podríem dir que aproximadament un 16% dels infants i joves en edat d'escolaritat obligatòria (6-16 anys) han participat en alguna activitat educativa relacionada amb aquesta temàtica.

No obstant, pel que fa a activitats a l'aula a la pràctica les dades mostren que la temàtica del canvi climàtic és un dels vectors ambientals amb menys demanda en comparació d'altres temàtiques com poden ser els residus, l'aigua o la biodiversitat. De fet, en el mateix període de referència (curs 2010/11-2015/16) per curs escolar s'han realitzat de dues a tres activitats a l'aula en què participen una mitjana de 50 alumnes, que suposen un 3% del total d'alumnes i activitats realitzades pels educadors del CAS en un curs. Entre aquests, el recurs més demandat és, sense dubte, el taller *Fred i calent, els perquè del canvi climàtic*, mentre que les altres activitats (recursos en préstec d'Ozzy Ozone) són gairebé anecdòtiques.

Pel que fa a l'exposició⁸ del mateix nom, va ser inaugurada el 21 de setembre de 2008, al Palau de Gel d'Andorra, Canillo, i va itinerar fins a l'any 2009 a les set parròquies (inclosa una itinerància extra al Pas de la Casa, Encamp). L'any 2013 va tornar a ser instal·lada a Sant Julià de Lòria amb motiu de la Setmana europea de la mobilitat (16-22 setembre). En total, s'estima que l'exposició *Fred i calent, els perquè del canvi climàtic* ha estat vista per aproximadament 2.000 visitants; d'aquests, 750 han estat alumnes de 14 centres escolars, repartits en una trentena de visites acompanyats amb educador.

En referència a les lectures animades de l'Ozzy Ozone, els darrers anys han estat portades principalment a terme en l'àmbit de l'educació informal, a públic infantil de biblioteques, espais o entitats de lleure, amb motiu de la celebració del Dia internacional per la protecció de la capa d'ozó (16 de setembre), tot i que també han estat demandades de forma puntual per centres escolars. En el període 2011-2015 s'han portat a terme 16 lectures animades amb una participació de 250 infants. Alhora, amb motiu de la celebració del 30è aniversari del Conveni de Viena, en 2015 es van repartir un miler de còmics d'Ozzy Ozone entre els alumnes d'entre 9 i 11 anys d'un total d'onze centres educatius participants del projecte escola verda. Finalment, el recurs digital *Quant CO₂ emets en un any?* ha presentat en els darrers tres anys⁹ una mitjana anual de 115 visites.

Fonaments pedagògics de les activitats sobre canvi climàtic a les escoles

Els fonaments pedagògics¹⁰ que comparteixen el conjunt d'activitats educatives sobre canvi climàtic en els darrers anys, especialment els tallers amb educador portats a terme en l'àmbit escolar, es poden classificar en tres grans blocs:

- *El marc conceptual.* Els continguts dels recursos educatius han estat treballats emprant com a principals fonts de coneixements institucions de referència en l'àmbit científic internacional, un element d'interès amb vista a reconèixer la validesa i la credibilitat dels fets i conceptes que es volen comunicar i que en el cas d'un fenomen com el canvi climàtic no són sempre evidents. En aquest sentit, les fonts de coneixement han estat els informes (IV informe, 2007) del Grup intergovernamental d'experts en canvi climàtic (IPCC)¹¹ en el cas dels recursos de *Fred i calent, els perquè del canvi climàtic*, així com el Programa de les Nacions Unides pel medi ambient (PNUMA) en el cas dels materials educatius d'*Ozzy Ozone*.¹²

Alhora, aquests continguts globals han estat adaptats a l'àmbit local al temps que s'hi han integrat materials elaborats per entitats de referència d'Andorra (Govern d'Andorra, Cenma, Observatori Pirinenc del Canvi Climàtic); d'aquesta manera s'ha volgut posar en valor i integrar les realitats quotidianes i els trets culturalment propis (identitat, proximitat, etc.) amb l'escenari mundial (macroeconomia, globalització, responsabilitat col·lectiva, etc.) per tal de conformar un *background* de continguts que treballi la dualitat local-global.

En referència a les àrees de coneixement, arran d'optar per aquestes fonts, els recursos educatius mostren una marcada predominança per les ciències naturals (física, química i geologia), mentre que la part més pròpia de les ciències socials (demografia, economia, principalment) és menys representativa.

- *El marc procedimental.* Les habilitats i les destreses treballades en el conjunt de les activitats són les pròpies de l'àmbit quotidià dels infants i joves, de tal manera que es cerca com a objectiu prioritari identificar els elements conceptuals tractats amb elements del dia a dia: hàbits, bones i males pràctiques, etc. Aquests procediments responen a dos nivells, individual i col·lectiu (família, escola).

- *Actituds, valors i normes.* De forma genèrica, el conjunt d'activitats d'educació pel desenvolupament sostenible portades a terme pel CAS es basen en els principis i valors subjacents a aquest concepte definit des dels primers textos de referència (l'Informe Brudtland, 1987 i la Cimera de la Terra, 1992): preservació i restauració del medi ambient, conservació dels recursos naturals i de la justícia social (equitat, pau, tolerància, reducció de la pobresa, entre d'altres), en clau de "satisfer les necessitats de la població actual sense comprometre els recursos i possibilitats de les generacions futures". En particular, les activitats sobre canvi climàtic treballen l'educació en valors des de l'enfocament de la responsabilitat personal i col·lectiva davant la problemàtica del fenomen, les seves causes, conseqüències i possibles solucions. Això suposa que, de forma inversa al treball conceptual, es parteix de les alternatives locals per donar resposta a un fenomen global.

- *L'espai educatiu.* L'oferta pedagògica en activitats del CAS sobre canvi climàtic estan focalitzades principalment en l'espai educatiu formal, de tal manera que les activitats es

desenvolupen com una part més de la planificació escolar, ja sigui directament a l'aula o bé visitant un espai extern a l'escola en horari lectiu. Alhora, també es porten a terme de forma puntual activitats en l'àmbit de l'educació no formal, fora de l'àmbit escolar però adreçades a públic en edat escolar, al temps que fins a les hores no s'han dissenyat ni portat a terme activitats pròpies de l'espai educatiu informal.

• *El caràcter de l'activitat.* El ventall d'activitats de l'oferta educativa del CAS sobre canvi climàtic inclou diverses modalitats de transmissió dels continguts. Entre aquestes, hi ha una molt petita part de càtedra (entesa com la transmissió oral estructurada de continguts del docent, com a depositari del coneixement, fins a l'alumne), mentre que es dona la major importància als elements d'aprenentatge cognitiu (aprenentatge significatiu a través d'una associació de la informació amb estímuls positius –emotius, valor, identificació, etc.–). L'aprenentatge parteix, doncs, en gran mesura de l'experimentació (esquema de coneixements previs - experimentació - hipòtesi - conclusions / revisió dels coneixements previs), el joc i la descoberta, a més de la posterior reflexió individual i de grup amb l'acompanyament de l'educador i els mestres. Per reforçar aquest caràcter participatiu i el foment de pensaments crítics i constructius s'utilitzen una varietat de tècniques i eines pedagògiques com ara experiments, elements tecnològics interactius, debats i eines participatives, jocs, etc.

Punts forts i febles. Reptes de present i futur

El balanç del conjunt de propostes educatives portades a terme en matèria de canvi climàtic pel Centre Andorra Sostenible és relativament positiu atenent els punts forts i febles que s'han detectat en el decurs d'aquests darrers anys:

Punts forts

- Equilibri entre escenari local i global: presència significativa i posada en valor de les particularitats locals (Andorra, Pirineus) i al mateix temps consideració de la realitat global.
- Actualitat: temàtica present en el dia a dia de mitjans de comunicació, motiu pel qual pot condicionar una major interès i demanda d'activitats educatives
- Amplitud i diversitat de l'oferta educativa, amb recursos adaptats a diferents criteris de públic objectiu, espai educatiu, format (expositius, tallers, digitals, contes, etc.) i caràcter de l'activitat (dinàmiques).
- Coherència amb el projecte educatiu global en matèria de canvi climàtic, gràcies a la incorporació de recursos de l'àmbit internacional (Ozzy Ozone).
- Consolidació del Centre Andorra Sostenible; l'increment de l'activitat educativa del CAS en els darrers cinc anys ha contribuït a la difusió d'aquesta temàtica i recursos educatius en l'àmbit escolar, tot i que no en tanta magnitud com en altres vectors ambientals (com ara les activitats educatives sobre soroll o biodiversitat).

Punts febles

- Temàtica recent: en ser una de les temàtiques de més recent incorporació al programa pedagògic i al ser poc present en el currículum escolar es pot condicionar una menor demanda per part dels docents.
- Dificultat conceptual: la gran dinàmica i evolució teòrica del mateix fenomen (científica, institucional, etc.) determina un escenari educatiu complex que pot desmotivar la demanda de recursos educatius.
- Dificultat procedimental; els limitants per treballar els vincles entre causa i efecte en un fenomen complex com el canvi climàtic (multicausal, interdisciplinari, etc.) dificulta el reforç positiu d'hàbits i conductes.
- Vida útil limitada, en el cas d'algunes propostes com ara els recursos expositius (manca d'espais).

Tanmateix, vuit anys després de la inclusió d'activitats sobre canvi climàtic en l'oferta pedagògica del Centre Andorra Sostenible, tant l'escenari sociocultural i educatiu com el mateix fenomen han experimentat canvis significatius que fan necessària una renovació pedagògica. Així, cal destacar com, d'una banda els discursos científics i polítics han incorporat nous conceptes i estratègies, com ara l'adaptació i la mitigació, que fins ara no es tractaven en el marc conceptual dels recursos educatius existents. En segon lloc, s'han assolit fites molt significatives del país en relació amb el marc institucional internacional, com ara l'adhesió al Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic (va entrar en vigor el 31 de maig del 2011) i la contribució que s'ha fet en aquest àmbit (com en cas de la COP 21 de París, entre d'altres). Finalment, és innegable el decisiu canvi que en els darrers anys ha experimentat el conjunt de la societat en termes d'accés i gestió de la informació, l'opinió i la participació, en gran part de la mà de la globalització i la generalització de la cultura de les xarxes socials; en aquest sentit, l'escenari educatiu i comunicatiu és avui en dia més diversificat i complex.

En aquest sentit, vistos aquests arguments i l'evolució de l'escenari més recent del canvi climàtic, i atenent que "promoure i donar suport a la investigació científica, a l'intercanvi d'informació pertinent i a l'educació, la capacitació i la sensibilització del públic respecte al canvi climàtic" és una de les principals obligacions i compromisos a què el país es compromet per l'adhesió al Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic, la tasca educativa en aquesta temàtica portada a terme pel Centre Andorra Sostenible presenta diferents reptes de present i sobretot de futur; aquests són, principalment:

- Vetllar per continuar mantenint l'equilibri i la representativitat de l'escenari local en relació als fets i conceptes de l'escenari global.
- Consolidar la temàtica del canvi climàtic en el currículum escolar. Tot i que en els darrers anys aquesta temàtica s'ha anat incorporant en major o menor mesura a les planificacions acadèmiques, resulta clau fomentar-ne la inclusió definitiva en el currículum escolar per assegurar-ne la presència en l'espai educatiu formal.
- Passar del model d'activitats puntuals a un model educatiu que actuï més en la línia del treball per competències, incorporant o actualitzant les modalitats de transmissió dels continguts que calguin (processos participatius, etc.) així com els formats i la vinculació amb altres temàtiques. Aquesta major integració entre propostes, fent-les més transversals i interdisciplinars, pot suposar una millora en el grau d'aprenentatge per part dels alumnes al temps que es pot retroalimentar positivament del treball pedagògic consolidat en altres temàtiques (ex. activitats relacionades amb l'aigua).
- Revisar i adaptar l'oferta educativa a l'espectre complet de l'escolaritat obligatòria (6-16 anys) i vetllar per dissenyar activitats que puguin ser d'interès per als nivells educatius complementaris (educació maternal, batxillerats, formació professional i universitaris).

Actualitzar conceptualment els recursos educatius, tot renovant el discurs dels elements clau fins ara treballats sense deixar de considerar-los (*clima, Pirineus, atmosfera, gasos d'efecte hivernacle-CO₂, CH₄, altres-, capa d'ozó, activitats humanes, combustibles fòssils, energies renovables, etc.*) i integrant les temàtiques més recents: *estratègies, mitigació, adaptació, participació, mercats d'emissions, gestió forestal, resiliència, etc.*

- Dotar els recursos educatius de més plasticitat per poder incorporar fets i aspectes d'actualitat, de manera que les activitats es puguin renovar amb facilitat i s'allargui així la seva vida útil.
- Posar en valor i repensar l'espai educatiu no formal i informal, de tal manera que es puguin dissenyar més i millors propostes que treballin el concepte del canvi climàtic amb un públic més ampli i des d'altres àmbits. En aquest sentit, és important promoure l'aprenentatge al llarg de tota la vida i vetllar per assegurar la sensibilitat i el rol actiu envers aquest fenomen més enllà del període escolar.

F. Javier Gómez i Vargas,

doctor en ciències ambientals i responsable del Centre Andorra Sostenible
 gomez@sostenibilitat.ad

- 1- L'educació per al desenvolupament sostenible (EDS), en algunes parts del món també anomenada *educació per a la sostenibilitat*, és un concepte clau per en l'educació del segle XXI. Fa referència a un procés educatiu integrador encaminat a generar consciència crítica sobre la realitat mundial, a l'hora que facilitar eines per a la participació i la transformació social en clau de desenvolupament humà just i equitatiu, amb l'objectiu de crear societats més sostenibles socialment i ambientalment. En essència, l'educació per al desenvolupament sostenible no és un programa o projecte en particular, sinó que és més aviat un paradigma que engloba les moltes formes d'educació que ja existeixen (i els que molt probablement s'incorporaran en el futur a mitjà i llarg termini).
- 2- L'educació formal (de vegades també coneguda amb el nom *educació reglada*) és l'ensenyament oficialment reconegut, normalment pel govern d'un país, que s'imparteix en l'àmbit de les escoles o centres educatius similars. Es compon d'un currículum acadèmic que guia els nivells d'aprenentatge, normalment estructurats per cursos o cicles, i les matèries o continguts d'aquests.
- 3- En els seus orígens l'educació no formal es basava en l'educació d'adults, especialment en l'alfabetització, com es reconeixia l'any 1949 en la primera trobada internacional de la Unesco. Posteriorment el concepte, que parteix de la característica comuna que les activitats educatives es porten a terme fora de l'àmbit escolar (reservat per l'educació formal), s'ha diversificat molt i engloba activitats tant per a adults com sobretot per a infants i joves (extraescolars) en espais de dimensió sociocultural, artística, lúdica així com socioassistencial.
- 4- S'entén per educació informal el procés educatiu que transcendeix al llarg de la vida d'una persona, provinent de les influències de la vida diària, tant grupals i de socialització (família i educació a la llar –*homeschooling*; amics, companys de treball, etc. fora de l'àmbit domèstic –*unschooling*–) així com el fenomen individual (autoaprenentatge, autodidactisme, etc.). L'educació informal també es produeix a partir dels mitjans massius de comunicació com la televisió, cinema, revistes, periòdics, Internet o radiodifusió.
- 5- A partir del curs escolar 2016/2017 tots els centres educatius públics del sistema espanyol s'integraran en un sol centre escolar ubicat en dues seus separades (educació infantil- primària i ESO-batxillerat).
- 6- <http://www.sostenibilitat.ad/wp-content/uploads/interactiu/calculadora/emissions.html>
- 7- Sense considerar recursos digitals, en què no es pot saber el perfil d'usuari que els consulta.
- 8- Actualment, igual que la resta d'exposicions elaborades pel Centre Andorra Sostenible i el departament de Medi Ambient i Sostenibilitat, en els darrers cinc anys ja no s'ofereixen com a recurs en format físic entenent que han acomplert el seu cicle d'itineràncies. No obstant, es poden consultar digitalitzades al web www.sostenibilitat.ad
- 9- D'ençà de la instal·lació del programari Google Analytics per fer el seguiment del tràfic de visites dels webs [sostenibilitat.ad](http://www.sostenibilitat.ad) i [mediambient.ad](http://www.mediambient.ad)
- 10- De forma genèrica, la pedagogia no és la ciència que s'ocupa de les tècniques de l'ensenyament; això és tasca d'una altra ciència pedagògica, anomenada didàctica. La pedagogia és un conjunt de sabers que s'ocupen de l'educació com un fenomen típicament social i específicament humà. És, per tant, una ciència de caràcter psicossocial que té per objecte l'estudi de l'educació amb la finalitat de conèixer-la i perfeccionar-la. També és una ciència de caràcter normatiu perquè no es dedica a descriure el fenomen educacional sinó a establir les pautes o normes que hem de seguir per dur a bon terme aquest fenomen.
- 11- <http://www.ipcc.ch/>
- 12- <http://www.unep.org/> i <http://www.ozyozone.org/>



La climatologia, un punt fort en els vins de Casa Auvinyà



Esteve TOR i ARMENGOL

Quan l'any 2003 ens vam reunir al voltant d'una taula al cortal de Montllobar per parlar de la possibilitat de fer vi a Andorra, segur que a part de retrobar-nos amb vells amics de l'escola d'Agrònoms de Lleida i passar una estona agradable provant diferents vins, a la fi cadascú de nosaltres sabia que havia arribat el moment d'implantar la vinya a Casa Auvinyà i fer tant vi blanc com vi negre a Andorra.

A dia d'avui és per a tots nosaltres un orgull estar produint vins de qualitat a Casa Auvinyà, vins elegants i de caràcter honest, ja que en el fons és el que busca l'amant del vi, un vi que expressi el seu *terroir*, el seu lloc i la seva singularitat.

Tot aquest projecte ha estat possible gràcies a una multiplicitat de factors que, tot i que no són objecte d'aquesta trobada, dels quals no puc deixar de citar els més importants:

- equip humà compromès i apassionat en el projecte;
- rigorositat i professionalitat de l'estudi tècnic, en qualsevol dels seus punts, però sobretot en l'anàlisi de les dades i la seva relació amb la selecció de les espècies, i el que és més important encara, en la selecció del seu emplaçament geogràfic;
- alt valor edàfic i gran riquesa biològica dels sòls dels costers seleccionats, resultat de l'evolució natural al llarg dels anys i anys sota un aprofitament extensiu i respectuós, propi de l'Andorra d'a peu;
- entorn florístic propi d'aquest estatge muntà, de gran diversitat vegetal i amb multitud d'aromes que s'interrelaciona dins els mateixos ceps;
- i, finalment una climatologia temperada durant un llarg període vegetatiu necessari per a la maduració polifenòlica del raïm; és a dir una maduració equilibrada de les diferents parts de la baia que posteriorment intervindran en l'elaboració del vi.

És sobre aquest darrer factor del qual us parlaré a continuació i sempre des del vessant propi de la viticultura i l'elaboració de vi, segons l'experiència de Casa Auvinyà.

En aquella trobada teníem clares algunes generalitats climatològiques pròpies de la nostra

formació tècnica, com ara que estem sotmesos a unes grans oscil·lacions climàtiques de geleres i sequeres (degudes a les variacions mateixes de l'òrbita terrestre i a les variacions de l'eix de rotació de la Terra) que es van succeir al llarg de la història i de les quals segur que, atesa la escala geològica del temps, no som gaire conscients quan avui parlem de canvi climàtic.

També era clar que estem deixant enrere les darreres glaciacions, dels darrers 10.000 i 110.000 anys, i que les plantes (i també els animals) amb el temps es van adaptant als nous canvis climatològics desplaçant-se geogràficament.

Així, durant les darreres glaciacions, a mesura que el fred i el gel anava cobrint el centre d'Europa, les espècies vegetals més septentrionals van desplaçar-se poc a poc cap a l'hemisferi sud, saltant els Alps i els Pirineus, fins a l'estret de Gibraltar.

Posteriorment, amb la retirada dels freds i els gels, les espècies estan retornant cap a l'hemisferi nord i les temperatures van en augment gradual, i pel mateix efecte la desertització també va guanyant terreny.

Un exemple clar d'aquesta darrera migració de les espècies vegetals és l'abet (Abies sp), espècie septentrional del centre d'Europa que va arribar fins al sud de la península Ibèrica i que en retirar-se els freds es va quedar aïllat en les cotes altes i ombrívoles de Sierra Nevada i dels Pirineus, on es va adaptar amb petits canvis morfològics.

Finalment també era clar que la petjada de l'evolució industrial, econòmica i social de l'home d'aquest i el darrer segle coincideix com a catalitzador del canvi climàtic, i l'efecte hivernacle pels gasos contaminants hi està ben present.

Quant al cultiu de la vinya, si des de l'any 903 a la zona d'Encorcers d'Andorra la Vella, l'any 1207 a Auvinyà i fins al 1800 se'n troben referències històriques de l'existència a Andorra, tant per a la producció de vi com per a la seva comercialització (recordem que a final del 1800 arriba la fil·loxera, que arrasa totes les vinyes d'Europa), amb el petit augment gradual de les temperatures des de llavors fins ara, era fàcil de pronosticar que una varietat seleccionada per les nostres condicions climatològiques més limitants podia completar el seu cicle vegetatiu i arribar a una maduració completa.

Aquest precisament va ser l'objecte de l'estudi que vam realitzar el 2005, amb l'ajuda del ministeri d'Agricultura d'Andorra: *Pla de recerca per a la implantació de varietats de vinya amb capacitat d'adaptació al medi natural i climàtic, i posterior elaboració de vins blancs i negres, de qualitat, a la propietat agrària Casa Auvinyà a Sant Julià de Lòria, Andorra.*

La recerca va consistir a escollir les varietats *no típiques* d'altitud (segons el principi històric de l'adaptabilitat de les espècies) i els peus més idonis, d'acord amb els resultats obtinguts de l'anàlisi del sòl i dels resultats climatològics.

També es va determinar la densitat i el marc de plantació més apropiats per regular l'exposició solar de la planta i per tant la posterior maduració del fruit. D'altra banda, es va experimentar amb diferents sistemes de conducció dels ceps, per allargar al màxim el període d'exposició del raïm en la planta i aconseguir l'equilibri organolèptic del gra. Finalment, es van analitzar les diferents pràctiques culturals per fer de la climatologia una aliada: poda d'hivern, poda en verd, laboreig, fertilització, reg, control de plagues i verema.

De l'anàlisi de la limitació i de la qualitat del medi (vegeu-ne resultats resumits en la taula

adjunta: índex hidrotèrmic, P; producte heliotèrmic, PH; integral tèrmica eficaç, ITE; possibilitat heliotèrmica, IH; verema de Davitaja, ID; i valor bioclimàtic, IB) durant un període de cinc anys, la principal conclusió que se'n va extreure era que la pràctica de la viticultura a Casa Auvinyà, des del punt de vista d'anàlisi del medi natural, podia proporcionar un producte final de bona qualitat organolèptica.

índex	Resultat	Valoració
P	4577,10	Favorable
PH	2,57	Acceptable
ITE	1169,52	Favorable
IH	1674,25	Favorable
ID	0,22	Favorable
IB	3,27	Acceptable
Pluvm (Pluvi mitja del Pv; mm)	280,41	Favorable
Drg (Risc real de gelada en Pv;dies)	2,40	Favorable
Drgp (Risc provable de gelada en Pv;dies)	35,00	Acceptable
H (Hores insolació)	2200	Acceptable
Pv (Període vegetatiu; dies)	183	Acceptable
Cero vegetatiu (°C)	10	
Tming (T min de gelada;°C)	7	
Tmg (Tmitja de gelada;°C)	0	

Font : Celler Casa Auvinyà 2005

Però des del punt de vista de la viabilitat econòmica, calia ser conscients que a causa de les dificultats del laboreig totalment manual en costers de fort pendent, la necessitat de racionalitzar les pràctiques culturals i la verema amb altres cultius de la finca, la manca de concentració parcel·lària, etc., tots aquests factors conduïen a uns costos de producció elevats.

Així doncs, perquè la vinya pogués ser un cultiu sostenible i competitiu, l'única via possible consistia en l'obtenció de vins d'una qualitat diferenciada, capaços de crear marca i de crear el seu propi mercat.

Això implicava recerca i investigació, en primer lloc per trobar aquell indret on implantar la vinya amb un microclima més adequat a les exigències varietals, i en segon lloc per ajustar i millorar les tècniques enològiques pel nostre tipus de raïm, a fi d'extraure'n les millors virtuts organolèptiques i traslladar-les al vi.

Actualment, deu anys després de la concepció d'aquest projecte i amb l'experiència que aporten els treballs realitzats en dos hectàrees de vinya implantada en costers amb una producció mitjana de 3.000 kg de raïm l'any, podem afirmar que la climatologia s'està convertint en un punt fort en la viticultura de Casa Auvinyà.

Des de l'any 2005 (moment de l'elaboració del pla de recerca) fins a l'actualitat, valors com la integral tèrmica eficaç (ITE) s'han incrementat al voltant del 2,5% (ara està a 1.200 °C). Aquest fet reafirma amb més autoritat que les petites oscil·lacions climàtiques recents afavoreixen el creixement de la vinya en zones d'altitud.

Podem explicar que si en els primers anys del projecte el moment de fer la verema es donava a final d'octubre i primers de novembre, amb un elevat risc de gelada per a l'època (cas del

2010, quan no es va assolir la qualitat de raïm desitjada i per tant se'n va desestimar la comercialització), a partir del 2010 la verema cada vegada s'ha anat avançant uns dies. L'any passat les varietats més primerenques de vi blanc es van veremar durant la primera quinzena d'octubre, fet que coincideix amb l'augment de la ITE, com he exposat anteriorment.

El microclima de les parcel·les seleccionades permet que la vinya es formi en ambients temperats i alhora més frescos que en altres regions vinícoles a bastament conegudes. Tenim l'afegit que la maduració final del raïm durant el setembre i l'octubre agraeix les nits fresques i els dies de calor suau, sense variacions extremes ni brusques, que fan madurar lentament el raïm fins a la data de verema.

El vins són més aromàtics i més equilibrats, amb graus alcohòlics similars a les tradicionals zones vinícoles mediterrànies, però gràcies a lenta velocitat de maduració el seu pas per boca no dóna sensació alcohòlica.

En els vins negres, aquesta maduració lenta i progressiva permet l'extracció total dels compostos fenòlics i afavoreix l'expressió de les aromes varietals, qualitat que destaca en aquest tipus de vi.

Les condicions climàtiques són en part responsables de la finor i l'elegància dels vins de Casa Auvinyà, vins més originals, vius i elegants que es desmarquen dels clixés tradicionals d'elaboració.

Gràcies per la vostra atenció.

Esteve Tor i Armengol,
enginyer de munts, Celler Casa Auvinyà
casaauvinya@casaauvinya.com



Legislació en matèria energètica al Principat d'Andorra: passat, present i futur

Albert GOMÀ i ROCA



Són nombrosos els factors, des del punt de vista energètic, que han condicionat el desenvolupament d'Andorra al llarg de les últimes dècades. Històricament, un cost de l'energia molt competitiu en relació amb els països veïns i un marc legal poc desenvolupat en matèria ambiental han afavorit un creixement frenètic del país en un període de temps de poc més de mig centenar d'anys.

Aquestes circumstàncies fan que el model socioeconòmic d'Andorra, molt dependent de les condicions climàtiques, s'hagi basat en un consum intensiu i poc eficient dels recursos. D'aquesta manera, al llarg de l'últim centenar d'anys, Andorra ha passat d'una economia incipient i basada en el sector primari, a un model essencialment fonamentat en el sector terciari i sense teixit industrial consolidat.

És ben sabut que qualsevol activitat humana té conseqüències en el seu entorn, en termes de gasos d'efecte hivernacle, d'acord amb el primer Informe bianual d'Andorra en la Convenció marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic, el 97% de les emissions tenen el seu origen en el sector de l'energia. En aquesta línia, l'any 2007 el Grup intergovernamental d'experts sobre el clima identifica les zones de muntanya com a espais particularment sensibles al canvi climàtic. Per al cas concret d'Andorra es preveu un increment de les temperatures de 0,29 °C/dècada, així com una disminució de les precipitacions anuals d'1,4 mm/dècada. Aquesta evolució de les tendències climàtiques es tradueix en efecte sobre el recurs hídic d'Andorra i en els cabals dels seus rius. Per tant, és evident l'estreta relació entre l'àmbit de l'energia i el canvi climàtic.

L'escenari actual no només fa el país vulnerable davant el canvi climàtic sinó també en relació amb la sobirania energètica nacional. En aquest sentit, l'any 2015 es va importar prop del 96% de l'energia consumida al país. Aquest percentatge ascendeix al 100% en fer referència als hidrocarburs per a usos tèrmics, mentre que la demanda elèctrica és coberta amb un 17% de producció nacional d'origen renovable. Per tant, en termes de sobirania energètica és evident

la feblesa del país enfront a fluctuacions en el preu de l'energia o bé crisis en l'abastament energètic dels països veïns.

Amb tot, el model econòmic descrit, que ha existit degut a les circumstàncies històriques, queda fortament compromès davant l'escenari econòmic i ambiental que vivim actualment i, sobretot, que es dibuixa en el futur. Aquest canvi de paradigma evidencia la necessitat d'una millora general en la planificació energètica i en particular en termes de la lluita contra el canvi climàtic.

El primer cop que es fa pública la necessitat d'un canvi de model energètic és a través del *Pla estratègic de l'energia d'Andorra per als anys 2006-2015*. Aquest document identifica els principals eixos estratègics en matèria energètica que hauria de perseguir la transició energètica, entre els quals destaquen:

La millora de l'eficiència en l'ús de l'energia.

La diversificació de les fonts de l'energia.

La millora en la seguretat d'abastament.

L'impuls de les energies renovables.

El rol exemplar de l'administració.

La lluita contra la contaminació atmosfèrica i el canvi climàtic.

Tot i aquests primers treballs, l'inici sobtat de la transformació del model energètic d'Andorra té l'origen en esclatar la crisi econòmica de l'any 2008. Aquest moment no genera les problemàtiques del país, sinó que fa aparents les debilitats del model energètic i de consum. En conseqüència, la societat, i per tant les administracions, veu la necessitat d'implementar mesures de contenció de la despesa, no tan sols econòmica sinó també energètica.

En aquesta línia, entre els anys 2008 i 2010 es promouen, amb rang de llei, diversos paquets de mesures de promoció de l'activitat econòmica i de racionalització i optimització dels recursos. Entre aquestes mesures, segons l'establert pel pla estratègic, s'identifiquen com a eines de millora energètica:

- la creació d'un reglament energètic en l'edificació;

- la creació d'incentius per a la rehabilitació dels edificis i la implantació de les energies renovables;

- les empreses de serveis energètics com a via per al finançament i execució d'infraestructures energètiques.

A mitjan 2012 es reforça el contingut del pla estratègic amb la publicació del *Llibre blanc de l'energia d'Andorra* com a principal eina estratègica per fer front a la transformació del model energètic. En aquest punt, el *Llibre blanc* identifica la impossibilitat que el sector públic assumeixi la totalitat de l'esforç que implica el canvi de model energètic, fent imprescindible la participació en una alta proporció del sector privat.

L'any 2010 s'inicia el desenvolupament del marc normatiu que dóna resposta a les necessitats identificades pocs anys abans. L'octubre del mateix any es publica el Reglament energètic en l'edificació, que regula les prescripcions tècniques i administratives relatives a les característiques tèrmiques de les rehabilitacions d'edificis, limitant-ne la demanda energètica. També, el mateix reglament fa referència a les capacitacions professionals i habilitacions de professions com a garantia de les obres energètiques dutes a terme pels professionals del

país. Un parell d'anys més tard, amb l'objectiu d'establir una metodologia estàndard i objectiva per a l'etiquetatge dels edificis, es publica el Reglament de la certificació de l'eficiència energètica en l'edificació, que, tot i quedar vinculat al Reglament energètic de l'edificació de l'any 2010, la realització d'etiquetes energètiques pren, només, un caràcter voluntari.

Paral·lelament el mateix any es publica la Llei 85/2010 de mesures provisionals en relació amb el règim de l'energia elèctrica. Aquesta llei representa un punt d'inflexió en relació amb la producció elèctrica a Andorra. En aquest sentit, des que l'any 1988 es va crear FEDA, la producció elèctrica havia estat exclusiva de l'Estat a través de l'ens. A partir d'aquest moment s'obre la possibilitat de producció elèctrica d'origen renovable a altres productors públics o privats en instal·lacions d'una potència no superior a 500 kW i amb possibilitat que l'energia sigui abocada a la xarxa elèctrica de baixa tensió. No obstant això, el Govern ha d'establir reglamentàriament les condicions tècniques de les instal·lacions de producció i de compra l'energia elèctrica.

Avui l'obertura de la producció elèctrica resulta en un balanç de més de 30 instal·lacions fotovoltaïques integrades en edificacions i la presentació de projectes de minicentrals hidroelèctriques que supera amb escreix la quota de potència disponible en la darrera convocatòria oberta l'any 2015.

Si bé la l'entrada en vigor de la Llei 85/2010 representa un punt d'inflexió en termes de la producció energètica, presenta un abast limitat i no permet el desenvolupament de tot el potencial energètic del país. Per això, uns anys més tard entra en vigor la Llei 5/2016, que obre la porta a poder desenvolupar projectes energètics de més gran abast a través de diferents modalitats d'explotació i que inclou, a més, la possibilitat de produir calor i fred.

En un context més ampli, el Govern d'Andorra treballa des de l'any 2015 en un *Pla sectorial d'infraestructures energètiques*, que ha de complementar les possibilitats de producció energètica nacional que preveu el marc normatiu actual. Per això, el Pla sectorial s'erigeix com una eina urbanística que identifica el potencial energètic de diferents tecnologies d'aprofitament d'energia renovable i n'especifica l'espai d'assentament i l'ocupació, a més d'establir, a grans trets, les característiques de les infraestructures així com l'impacte sobre l'aprofitament urbanístic.

A banda d'això, la transformació de model energètic no només implica la creació de nous instruments normatius per permetre la introducció de noves fórmules de gestió i tecnologies, sinó que també és imprescindible adaptar la regulació vigent al nou escenari. En aquest sentit, l'ordenació del territori i la reglamentació que se'n deriva han de compatibilitzar les accions de millora i producció energètica amb les activitats i usos que típicament han existit entre el territori. Les primeres modificacions en aquest sentit es van introduir en la modificació del reglament de la construcció de l'any 2015, que permet, entre d'altres, l'augment de la volumetria i l'alçada dels edificis existents per tal de facilitar la implementació d'accions de millora de l'eficiència energètica o introducció d'energies renovables. També fa obligatòria la generació mínima d'un 40% de l'aigua calenta a través d'energies renovables en edificis de nova construcció.

En relació amb la lluita contra el canvi climàtic, Andorra assumeix oficialment els compromisos

del Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic el 31 de maig del 2011 i concreta, l'any 2017, les vies d'actuació per contenir l'augment de la temperatura mitjana del planeta molt per sota de 2 °C respecte als nivells preindustrials.

Amb tot, el resultat de la transició energètica deriva en un model sensiblement més complex on apareix una major diversitat d'actors i fonts d'energia, i on la relació productor-consumidor també es veu modificada. En aquest escenari, el sector públic i els gestors de xarxa centren la seva funció en la gestió i regulació sector energètic, i deleguen bona part de la responsabilitat de producció energètica a altres actors de la societat que fins avui no podien desenvolupar aquest rol. En aquest context, l'any 2012 el Govern d'Andorra crea l'Oficina de l'Energia, conscient de la vinculació entre el sector de l'energia i el canvi climàtic, i l'any 2015 crea finalment l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic, a la qual assigna, entre d'altres, les funcions següents:

- Impulsar el marc legal que permeti la implantació de la política energètica.
- Promoure plans d'actuació en concordança amb els acords i convenis internacionals en matèria d'energia i de medi ambient.
- Planificar campanyes de sensibilització de la societat.
- Gestionar els ajuts del Govern per a projectes de millora de l'eficiència energètica, d'implantació d'energies renovables, de mitigació de les emissions de gasos d'efecte hivernacle i d'adaptació al canvi climàtic.
- Promoure projectes al país per compensar les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Així doncs Andorra ha iniciat, els últims anys, una transició energètica que ha estat motivada per les vulnerabilitats del model energètic i de consum del país. En aquest sentit, ha posat els fonaments del nou escenari després d'haver-ne identificat les debilitats i els principals eixos estratègics que cal seguir. El nou model energètic ha de fer front, no només a les circumstàncies nacionals, sinó també als diferents compromisos internacionals adoptats en matèria de canvi climàtic, que en qualsevol cas han de conduir Andorra a una descarbonització de la seva economia.

Albert Gomà i Roca,

tècnic de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic, ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat, Govern d'Andorra.

Llicenciat en ciències ambientals

i màster en Energies renovables i eficiència energètica.



Percepció de la ciutadania andorrana sobre el canvi climàtic

Antoni MOLNÉ i OVIEDO



Presentació de la "Percepció de la ciutadania andorrana sobre el canvi climàtic"

Aquesta enquesta es va dur a terme entre el 6 i el 23 d'octubre del 2014. Es van escollir 758 persones de manera aleatòria a partir de dos llistes anònimes; una amb números de telèfon fix i l'altra amb números de telèfon mòbil, les dos d'Andorra Telecom.

De les persones escollides, 198 persones són nascudes a Andorra, 338 persones tenen 20 anys o més de residència al país, 135 persones tenen entre 10 i 19 anys de residència, 83 persones tenen menys de 10 anys de residència i 4 persones no van respondre la pregunta.

Es pot constatar que el 26% dels enquestats són nascuts a Andorra i que el 74% són persones que resideixen al país.

Pel que fa als estudis, el 9% dels enquestats no tenen estudis o no han finalitzat els estudis primaris, el 32% tenen estudis primaris o secundaris bàsics, el 34,5% tenen estudis secundaris superiors postobligatoris i el 24% tenen estudis universitaris.

Quant a les preguntes contestades pels enquestats, el resultat és el següent:

1.- Amb quins aspectes relaciona el canvi climàtic?

Després de respondre de manera oberta i espontània, el 47% ho relaciona amb els gasos que provoquen la contaminació atmosfèrica i l'efecte hivernacle; un 41% amb l'augment de la temperatura; un 14% amb el desglaç dels pols o la reducció del gel dels glacials; un 10% amb un augment de tempestes, inundacions, etc., i la resta de les respostes queden per sota del 10%, llevat dels "No respon", amb un 15,5%.

Metodologia

L'enquesta es va dur a terme entre el 6 i el 23 d'octubre del 2014.

Es van escollir 758 persones de manera aleatòria a partir de dos llistes anònimes; una amb números de telèfon fix i l'altra amb números de telèfon mòbil, les dos d'Andorra Telecom.

Nascuts a Andorra:	198 persones
20 anys o més de residència:	338 persones
Entre 10 i 19 anys de residència:	135 persones
Menys de 10 anys de residència:	83 persones
No responen:	4 persones

El 26% dels enquestats han nascut a Andorra i el 74% són residents.

Estudis primaris incomplets o sense estudis:	9%
Estudis primaris o secundaris bàsics:	32%
Estudis secundaris superiors postobligatoris:	34,5%
Estudis universitaris:	24%

1. - Amb quins aspectes relaciona el canvi climàtic?

(Multiresposta)	Freqüències	Percentatges
Total	758	
Efecte hivernacle (gasos, CO2...)	355	46,8
Augment de la temperatura	311	41,0
Reducció dels glacials/desglac dels pols	108	14,2
Augment de les tempestes/huracans/inundacions	77	10,2
Descens de les precipitacions (menys pluja, neu...)	62	8,2
Canvi en ecosistemes naturals	53	7,0
Menys reserves d'aigua	32	4,2
Augment del nivell del mar	31	4,1
Més plagues/malalties	25	3,3
Canvi en les migracions dels animals	22	2,9
Temps variable	21	2,7
Canvi/reducció dels focs on es pot cultivar (zones de conreu)	17	2,2
Augment de les zones desèrtiques (desertificació)	16	2,1
Variació d'estacions de l'any	11	1,5
Intervenció humana	5	0,7
Excés de consum	1	0,1
No respon	117	15,5

En aquesta pregunta val la pena recalcar les dos respostes que afecten directament la intervenció humana, amb un 0,7%, i l'excés del consum, amb un 0,1%.

També s'han agrupat les respostes relacionades amb els fenòmens meteorològics, i el resultat és d'un 63,6% de les respostes per a la pregunta "Amb quins aspectes relaciona el canvi climàtic?".

2.- A través de quins mitjans ha sentit parlar del canvi climàtic?

En aquesta pregunta, la majoria dels enquestats, amb un 87,5%, diuen que la televisió és un dels mitjans a través dels quals han sentit parlar del canvi climàtic; un 47% també a través de la premsa; un 25% per la ràdio i un altre 25% per Internet. En menor proporció, amb un 4%, s'han informat a través de les revistes científiques, un 3% a l'escola i 1,5% a la universitat.

3.- Considera que està ben informat sobre els següents aspectes del canvi climàtic?

3.1- Les causes del canvi climàtic

Gairebé la meitat dels enquestats, amb un 49%, consideren que estan poc o gens informats de les causes del canvi climàtic, mentre que un 46% diuen que n'estan molt o bastant informats.

3.2- Les conseqüències del canvi climàtic

La majoria dels enquestats, prop d'un 52%,

1. - Amb quins aspectes relaciona el canvi climàtic?

Relacionat amb fenòmens meteorològics	Freqüències	Percentatges
Total	758	
Augment de la temperatura	311	41,0
Augment de les tempestes/huracans/inundacions	77	10,2
Descens de les precipitacions (menys pluja, neu...)	62	8,2
Temps variable	21	2,8
Variació d'estacions de l'any	11	1,5
Total:	482	63,6

2. - A través de quins mitjans ha sentit a parlar del canvi climàtic?

Total	Freqüències	Percentatges
Total	758	
TV	663	87,5
Premsa	359	47,4
Ràdio	190	25,1
Internet	189	24,9
Revistes científiques	30	3,9
Escola	23	3,0
Llibres	11	1,4
Universitat	11	1,5
Conferències	9	1,2
Mitges	1	0,1
No respon	34	4,5

3. - Considera que està ben informat sobre els següents aspectes del canvi climàtic?

3.1. Les causes del canvi climàtic

Total	Freqüències	Percentatges
Total	758	
Molt	39	5,1
Bastant	307	40,5
Poc	105	13,8
Gens	71	9,3
No respon	37	4,9

3.2. Les conseqüències del canvi climàtic

Total	Freqüències	Percentatges
Total	758	
Molt	35	4,6
Bastant	292	38,5
Poc	321	42,3
Gens	71	9,4
No respon	40	5,2

diuen que estan poc o gens informats sobre les conseqüències del canvi climàtic, mentre que un 43% consideren que n'estan molt o bastant informats.

3.3- Les mesures per lluitar contra el canvi climàtic

Pel que fa a les mesures per lluitar contra el canvi climàtic, la major part dels enquestats, amb un 56%, consideren que estan poc o gens informats, mentre que un 38% consideren que n'estan molt o bastant informats.

4.- En quina mesura creu vostè que el canvi climàtic és un problema greu actualment?

Els enquestats consideren que actualment el canvi climàtic és un problema greu amb una mitjana de 7 en una escala d'entre 1 (no és un problema greu) i 10 (és un problema extremadament greu) del total de les respostes. Aquest resultat és similar al conjunt dels països de la Unió Europea, que valoren la gravetat del canvi climàtic amb una mitjana de 7,3. Però el 63% dels enquestats consideren molt greu el problema del canvi climàtic, mentre que el 9% considera que no és un problema greu.

5.- Vostè ha percebut el canvi climàtic?

Per a aquesta pregunta, el 65% dels enquestats han percebut el canvi climàtic, en canvi un 28% no l'ha percebut.

El 71% de les persones que han percebut el canvi climàtic el relacionen amb algun fenomen meteorològic.

6.- Creu que el canvi climàtic el pot afectar a vostè?

Gairebé la meitat dels enquestats pensen que el canvi climàtic no els pot afectar, mentre que un 40% creu que sí que els pot afectar i un 10% no respon.

3. - Considera que està ben informat sobre els següents aspectes del canvi climàtic?

3.3. Les mesures per lluitar contra el canvi climàtic		
	Freqüències	Percentatges
Total	758	
Molt	29	3,8
Bastant	260	34,3
Poc	345	45,5
Gens	86	11,4
No contesta	38	5,0

4. - En quina mesura creu vostè que el canvi climàtic és un problema greu actualment?

Si us plau, valori en una escala entre 1 i 10, on 1 vol dir que "no és en absolut un problema greu" i 10 vol dir que "és un problema extremadament greu"

	Freqüències	Percentatges
Total	758	
1	8	1,1
2	9	1,2
3	21	2,8
4	29	3,8
5	97	12,8
6	73	9,6
7	145	19,1
8	174	22,9
9	50	6,6
10	108	14,3
No respon	43	5,7
Mitjana	7,090	
Desviació	2,027	

5. - Vostè ha percebut el canvi climàtic?

	Freqüències	Percentatges
Total	758	
Si	494	65,1
No	212	28,0
No respon	53	6,9

5.1 - (Si l'ha percebut) En quin aspecte ha percebut el canvi climàtic?

Estacions canviades, no hi ha estacions	163	33,0
Clima, climatologia canviada	89	18,1
Canvis en temperatures, temperatura variable	17,1	84
Neva menys	72	14,6
Menys fred a l'hivern, augment de temperatura	51	10,2

5. - Vostè ha percebut el canvi climàtic?

Relacionat amb fenòmens meteorològics		
	Freqüències	Percentatg
Estacions canviades, no hi ha estacions	163	21,5
Clima, climatologia canviada	89	11,7
Canvis en temperatures, temperatura variable	84	11,1
Neva menys	72	9,5
Menys fred a l'hivern, augment de temperatura	51	6,7
Canvis de temps, variable	48	6,3
Canvis en precipitacions, més pluges, tempestes, meteorologia	19	2,5
Inundacions, catàstrofes atmosfèriques	6	0,8
Menys aigua, menys precipitacions	5	0,7
Total:	537	70,8

Entre els enquestats que creuen que el canvi climàtic els pot afectar personalment, un 44% diu que l'afecta o el pot afectar en la salut, malalties, en l'estat d'ànim, etc.; un 14% pensa en els efectes en l'activitat econòmica que pot tenir el canvi climàtic (sobretot perquè pot comportar canvis en les feines relacionades amb la neu i el turisme).

El 31% de les persones enquestades pensen que el canvi climàtic els pot afectar en algun fenomen relacionat amb la meteorologia.

7. I a les generacions futures?

Sobre els efectes del canvi climàtic en les generacions futures, un 29% del total del enquestats creuen que els afectarà més en el futur, que empitjoraran molts aspectes (sense especificar). Un 11% diu que afectarà les generacions futures en la salut, malalties, estat d'ànim; un 7% creu que l'afectarà en la manca d'aigua, la sequera o la desertització; un 6% diu que afectarà en la vida quotidiana, estil de vida o qualitat de vida de les generacions futures; un 5% esmenta efectes en l'alimentació o la manca d'aliments, mentre que un altre 5% diu que no afectarà gaire les generacions futures perquè no creu que hi hagi un canvi climàtic. També al voltant d'un 5% creu que l'afectarà perquè farà més calor en el futur per l'augment de temperatura; un 4% esmenta els efectes en l'activitat econòmica i el turisme (relacionat amb la manca de neu), i en la mateixa proporció diuen que afectarà per la contaminació o la qualitat de l'aire, i els canvis en el clima i la climatologia en general.

El 19% dels enquestats relacionen els fenòmens meteorològics als efectes del canvi climàtic en les generacions futures.

6. - Creu que el canvi climàtic el pot afectar a vostè?

Total	Freqüències 758	Percentatges
Si	304	40,1
No	375	49,5
No respon	79	10,4

6.1 - (Si creu que el pot afectar) En quin aspecte creu que el pot afectar a vostè?

Malalties, efectes en salut, estat d'ànim	133	43,9
Efectes en l'activitat econòmica, professional, menys feina (Sobretot en canvis en les feines relacionades amb la neu i el turisme)	41	13,6

6. - Creu que el canvi climàtic el pot afectar a vostè?

Relacionat amb fenòmens meteorològics	Freqüències	Percentatges
	304	
Neu menys	24	7,9
Clima, climatologia canviada	19	6,3
Canvis en temperatures, temperatura variable	17	5,6
Estacions canviades	10	3,3
Inundacions, catàstrofes naturals	8	2,6
Menys aigua, menys precipitacions	6	2,0
Canvis en precipitacions, més pluges, tempestes, meteorologia	5	1,6
Canvis de temps, variable	5	1,6
Total:	94	30,9

7. - I a les generacions futures?

(Multiresposta)	Freqüències	Percentatges
Total	758	
Afectarà en el futur, moltes coses pitjor	223	29,4
Malalties, efectes en salut, estat d'ànim	86	11,4
Menys aigua, sequera, desertització	53	6,9
Vida quotidiana, mode de vida, qualitat de vida	48	6,3
Alimentació, manca d'aliments	40	5,2
No canviarà gaire, no creu en el canvi climàtic	36	4,7
Més calor, augment de temperatura	35	4,6
Efectes en l'activitat econòmica, feina, menys turisme	32	4,2
Contaminació, qualitat aire	29	3,8
Clima, climatologia canviada	28	3,8
Natura, ecologia, paisatge, medi ambient	23	3,0
Canvis en vegetació, conreus, agricultura i ramaderia	17	2,3
Segur que sí	14	1,9
Inundacions, catàstrofes naturals	11	1,5
Potsar sí, no se sap, si es compleixen les previsions	10	1,3
A Andorra no afecta gaire, en alguns llocs	8	1,1
Augment nivell del mar, costes	7	1,0

7. - I a les generacions futures?

Relacionat amb fenòmens meteorològics	Freqüències	Percentatges
	758	
Menys aigua, sequera, desertització	53	7,0
Més calor, augment de temperatura	35	4,6
Clima, climatologia canviada	28	3,7
Inundacions, catàstrofes naturals	11	1,5
Neu menys	6	0,8
Estacions canviades	5	0,7
Canvis en precipitacions, més pluges, tempestes, meteorologia	4	0,5
Canvis de temps, variable	4	0,5
Canvis en temperatures, temperatura variable	1	0,1
Total:	147	19,4

8. Vostè personalment ha dut a terme alguna acció els darrers sis mesos per contribuir a la lluita contra el canvi climàtic?

El 53% dels enquestats diuen que no han dut a terme cap acció els darrers sis mesos per contribuir a la lluita contra el canvi climàtic, mentre que un 44% diu que sí que ho han fet.

En el conjunt dels països de la Unió Europea un 50% de la població enquestada diu que sí que ha fet alguna acció els darrers sis mesos per lluitar contra el canvi climàtic, mentre que un 46% diu que no ha fet cap acció.

9. Ha dut a terme alguna de les accions següents?

El 92% de la població diu que intenta reduir el consum d'articles d'un sol ús (com bosses de plàstic, embolcalls, etc.); el 91% intenta reduir els residus i els separa per reciclar-los. Un 76% diu que, quan és possible, compra aliments de producció local i de temporada; un 69% diu que quan compra un electrodomèstic es fixa en l'eficiència energètica; un 64% utilitza mitjans alternatius al cotxe particular (caminar, transport públic o bicicleta); un 53% ha millorat l'aïllament de la seva llar per reduir el consum d'energia; un 42% eviten prendre vols de curta distància; un 29% afirma que ha comprat un cotxe nou i ha tingut en compte el baix consum de combustible; i en menor proporció i amb un 4% diu que ha instal·lat algun equipament per generar electricitat renovable a la seva llar o ha comprat una casa amb baix consum energètic.

10. Creu que el canvi climàtic pot afectar el país?

La major part de la població enquestada, amb un 75%, creu que el canvi climàtic pot afectar Andorra, davant un 14% que creu que no el pot afectar.

8. - Vostè personalment ha dut a terme alguna acció en els darrers sis mesos per contribuir a la lluita contra el canvi climàtic?

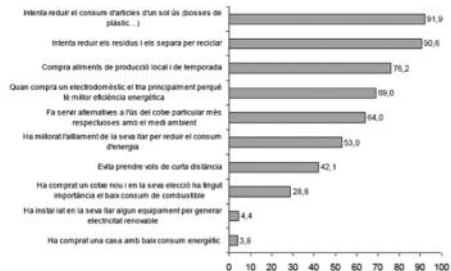
Total	Freqüències 758	Percentatges
Sí	333	44,0
No	399	52,6
No respon	26	3,4

- En el conjunt dels països de la Unió Europea un 50% de la població enquestada diu que sí que ha fet alguna acció en els darrers sis mesos per lluitar contra el canvi climàtic, mentre que un 46% diuen que no han fet cap acció.

9. - Ha dut a terme alguna de les següents accions?

Percentatges	Sí	No	No respon
Ha comprat un cotxe nou i en la seva elecció ha tingut importància el baix consum de combustible	28,8	70,5	0,7
Fa servir alternatives a l'ús del cotxe particular més respectuoses amb el medi ambient, com anar caminant, en bicicleta, transport públic o compartir el cotxe	64,0	35,0	1,0
Ha millorat l'aïllament de la seva llar per reduir el consum d'energia	53,0	45,9	1,1
Ha comprat una casa amb baix consum energètic	3,8	94,9	1,2
Quan compra un electrodomèstic el tria principalment perquè té major eficiència energètica que altres models	69,0	30,0	1,0
Ha instal·lat a la seva llar algun equipament per generar electricitat renovable (per exemple, panells solars)	4,4	94,8	0,8
Compra aliments de producció local i de temporada, sempre que sigui possible	76,2	22,6	1,2
Evita prendre vols de curta distància, sempre que sigui possible	42,1	55,4	2,5
Intenta reduir els residus i els separa per reciclar	90,6	8,6	0,7
Intenta reduir el consum d'articles d'un sol ús, per exemple, bosses de plàstic del supermercat, excés d'emballatge, sempre que sigui possible	91,9	7,3	0,7

9. - Ha dut a terme alguna de les accions següents?



10. - Creu que el canvi climàtic pot afectar el país?

Total	Freqüències 758	Percentatges
SI	571	75,3
No	104	13,7
No respon	83	11,0

10.1. (Si creu que pot afectar Andorra) En quin aspecte creu que pot afectar el país?

(Multiresposta)

Efectes en l'activitat econòmica, feina, menys turisme	234	41,0
Neva menys	233	40,8
Clima, climatologia canviada	60	10,6

10. - Creu que el canvi climàtic pot afectar el país?

Relacionat amb fenòmens meteorològics

	Freqüències 571	Percentatge
Neva menys	233	40,8
Clima, climatologia canviada	60	10,6
Més calor, augment de temperatura	40	7,0
Canvis en temperatures, temperatura variable	32	5,6
Menys aigua, sequera, desertització	28	4,9
Elacions canviades	20	3,5
Canvis en precipitacions, més pluges, tempestes, meteorologia	7	1,2
Canvis de temps, variable	6	1,1
Inundacions, catàstrofes naturals	5	0,9
Total:	431	75

11. - Quines accions es poden plantejar des d'Andorra per lluitar contra el canvi climàtic?

(Multiresposta)

Total	Freqüències 758	Percentatges
Utilitzar menys el vehicle particular, utilitzar més el transport públic, anar a peu, en bicicleta...	345	45,6
Reduir el consum d'energia (calefacció, millorar aïllament de l'habitatge, llums i electrodomèstics de baix consum...)	251	33,1
Reduir residus / Recollida selectiva per reciclar	245	32,3
Augmentar fonts d'energia renovables (panells solars, centrals hidroelèctriques, energia eòlica...)	236	31,2
Utilitzar automòbils que consumeixin menys carburant/vehicles elèctrics	157	20,7
Reduir el consum d'aigua	100	13,1
Campanyes d'informació	39	5,1
Comprar productes de temporada i produïts localment	31	4,1
Fer un estudi amb els països veïns	2	0,3
Biomassa	1	0,1
Començar per educació dels nens	1	0,1
Reduir contaminació el forn cremador	1	0,2
No construir més, més verd	1	0,1
No respon	153	20,1

29a Diada d'Andorra a la XXV'VIII Universitat Catalana d'Estiu (Prada, Comfem) | 20 d'agost del 2016 | 29

El 41% de les persones enquestades pensen que l'afectació es pot produir en l'activitat econòmica, laboral i en un descens del turisme. El 41% pensa que pot nevar menys i el 10% creu que el pot afectar en el clima i la climatologia canviada.

Un 75% de les persones enquestades creuen que el canvi climàtic pot afectar el país amb respostes relacionades amb fenòmens meteorològics.

11. Quines accions es poden plantejar des d'Andorra per lluitar contra el canvi climàtic?

Pel que fa a les accions per lluitar contra el canvi climàtic des d'Andorra, prop d'un 46% dels enquestats diuen que es pot potenciar i utilitzar més el transport públic, anar a peu o en bicicleta per tal d'utilitzar menys el vehicle particular; un 33% considera que es poden aplicar mesures per reduir el consum d'energia (calefacció, llum i electrodomèstics de baix consum, millorar l'aïllament de l'habitatge, etc.); un 32% diu que es poden reduir residus i potenciar la recollida selectiva i el reciclatge; un 31% que es poden augmentar les fonts d'energia renovables; un 21% proposa utilitzar automòbils que consumeixin menys carburant o vehicles elèctrics. També s'esmenten mesures com reduir el consum d'aigua amb un 13%, fer campanyes d'informació amb un 5% o comprar productes de temporada i produïts localment amb un 4%. Un 20% de la mostra no ha contestat o no sap quines accions es poden plantejar des d'Andorra per lluitar contra el canvi climàtic.

Antoni Molné i Oviedo,

responsable del Servei Meteorològic del Govern d'Andorra



Efectes del canvi climàtic sobre la biodiversitat a Andorra

Benjamin KOMAC i MINGAUD



Introducció

El clima és un dels principals factors que condiciona la distribució de la flora, que al seu torn és un element important per a la fauna. Per això una mínima variació climàtica es converteix en un element molt perturbador que pot posar en perill la supervivència de la flora i la fauna.

Des de sempre el clima ha fluctuat per diverses raons, molt sovint de manera molt plàcida, a vegades de manera més pronunciada, com durant els períodes postglaciació, amb un escalfament del voltant d'1 °C durant períodes de mil anys. Aquests canvis climàtics moderats van provocar que les espècies s'adaptessin a les noves condicions o les van fer migrar fins a llocs amb condicions climàtiques més idònies. En comparació, el canvi climàtic que ens espera ara serà molt més ràpid, i per això pot tenir conseqüències molt preocupants per la conservació de la flora i fauna. Es preveu que les conseqüències del canvi climàtic sobre la biodiversitat siguin més importants a les zones de muntanya, on fins un 30% de les espècies de flora podrien desaparèixer. A Andorra el canvi climàtic ja és una realitat: segons els treballs dels companys de la Unitat de Medi Físic del Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra, s'observa un increment de les temperatures de 0,14 °C per dècada i una disminució de les precipitacions al voltant d'un 4% també per dècada; també s'observa un augment del nombre de dies càlids de 2,2 per dècada.

Andorra té una gran biodiversitat en comparació entre la seva petita superfície i el nombre d'espècies si la comparem amb els països veïns, França i Espanya. Per exemple, hi ha 18 espècies de quiròpters al Principat, 29 a Espanya i 34 a França, en països més de mil cops més grans que Andorra (vegeu figura 1).

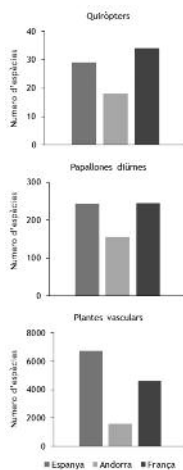


Figura 1. Comparació del nombre d'espècies de quiròpters, de papallones diürnes i de plantes vasculares entre Andorra, Espanya i França

Ens podem demanar com el canvi climàtic afectarà aquesta gran biodiversitat que tenim a les nostres muntanyes. Les espècies que viuen a les muntanyes van evolucionar durant mil·lennis per adaptar-se a les severes condicions climàtiques d'aquests indrets. Aquesta forta especialització a unes condicions particulars les fa molt més vulnerables als canvis climàtics en general. Perquè no desapareguin les espècies davant del canvi climàtic, o bé s'hauran d'adaptar, o bé hauran de migrar. Per determinar com una espècie respondrà als canvis es poden fer dos tipus d'estudis: els seguiments a llarg termini o els estudis de modelització de nínxol. En aquest article presentarem els seguiments a llarg termini i els estudis de modelització de nínxol duts a terme pel Cenma per estudiar els efectes del canvi climàtic sobre la gran biodiversitat del Principat.

Els seguiments a llarg termini

Les llargues sèries de dades obtingudes amb els seguiments a llarg termini permeten definir si una fluctuació o una tendència temporal és natural o deguda a una pertorbació, com per exemple el canvi climàtic. També es pot simular el canvi climàtic utilitzant un gradient altitudinal, ja que les temperatures disminueixen amb l'alçada, però també cal fer seguiments durant diversos anys per poder determinar si les tendències són realment degudes a un canvi de les condicions climàtiques o no. Aquí presentarem els seguiments a llarg termini que el Cenma fa a Andorra per poder predir les conseqüències del canvi climàtic sobre algunes espècies o grups d'espècies.

Les papallones diürnes

Les papallones diürnes són excel·lents bioindicadors de l'ambient i del clima que els envolta, ja que són sensibles a la composició, la fragmentació i l'estructura de la vegetació i a variables climàtiques com les temperatures o les precipitacions, a més del seu valor estètic i de presentar relativa facilitat per ser identificades.

L'any 2004 es va iniciar la xarxa de seguiment *Butterfly Monitoring Scheme* a Andorra (BMSAnd, www.iea.ad/bmsand) per tenir un coneixement exhaustiu de les diferents poblacions de papallones i de la seva distribució dins del país. La tècnica del BMSAnd és la mateixa que es fa servir a molts països d'Europa i consisteix a realitzar itineraris (anomenats també *transsectes*) al camp i fer recomptes visuals d'exemplars adults. Actualment hi ha set transsectes que se segueixen a Andorra (Comapedrosa, Enclar, Fontaneda, Madriu, rec del Solà, Sorteny i vall del Riu) que permeten tenir una molt bona representativitat de la diversitat dels hàbitats del Principat. El període oficial de recollida de dades consta de trenta setmanes, des de la primera de març fins a l'última de setembre; no obstant, en els itineraris de més alçada d'Andorra, per qüestions de nivologia i de baixes temperatures, s'inicia la temporada la primera setmana de maig.

Amb les dades obtingudes, per exemple, podem veure a quina setmana del BMSAnd s'ha vist el 25% de tots els individus d'una mateixa espècie durant la temporada de mostreig. En el cas de la bruna boscana (*Pararge aegeria*) o de la blanqueta de la col (*Pieris rapae*) al transsecte d'Enclar, vam trobar per l'any 2014 un avançament de cinc i set setmanes, respectivament, de la setmana en la qual s'assoleix aquest percentatge d'individus (vegeu figura 2). Això és un clar

efecte del canvi climàtic, però encara que hi ha un avançament fenològic, cal esperar uns anys per veure si té conseqüències en el nombre d'individus que s'observa en el transecte, o si fins i tot si pot desaparèixer l'espècie.

Els ocells comuns

L'elecció del grup de les aus per estudis de llarg termini té diversos motius. Els ocells han estat tradicionalment afició de naturalistes, però a partir de l'estudi al llarg dels anys, els experts es van adonar del potencial que tenien com a indicadors dels canvis ambientals així com a reflex de l'estat actual d'un ecosistema. La diversitat en el regne dels ocells fa que existeixin espècies de tota mena. Algunes requereixen condicions particulars per sobreviure, altres són espècies molt generalistes, alguns ocells tenen gran capacitat de moviment, en trobem d'altres que no són gens adaptables als nous canvis... Veure al llarg dels anys les reaccions i les dinàmiques de les espècies ornitològiques permet, doncs, inferir la variació dels ecosistemes.

El seguiment porta el nom de SOCA: *seguiment dels ocells comuns d'Andorra*. S'estudien els ocells anomenats *comuns* perquè es vol que les dades obtingudes siguin representatives d'una part del territori i els seus hàbitats, i no es busca valorar la presència o absència de determinades espècies *rars*, migratòries o passavolants. Els ocells comuns també tenen l'avantatge que acaben sent fàcilment reconeixibles per la població local, la qual cosa permet la implicació de la societat en un estudi de caire científic.

Com per al BMSAnd, l'estudi es fa amb itineraris, però en el cas del ocells es fa només quatre cops l'any: dos cops a l'hivern i dos cops a la primavera. Aquesta metodologia de seguiment es comuna a molts països d'Europa. A Andorra actualment hi ha setze transectes que se segueixen: Certers, coll Jovell, coll d'Ordino, Cortals d'Encamp, el Castellar, els Pujols, Encamp, Ensagents, Fontaneda, Incles, les Pardines, Ordino-la Cortinada, rec de l'Obac, rec del Solà i Sorteny.

De moment, la sèrie de dades és curta (6 anys) per poder observar una tendència realment certa quant a l'abundància, presència o diversitat dels ocells, però amb més dades podrem determinar quins són els àmbits que pateixen més les conseqüències i la sensibilitat als canvis de determinats hàbitats.

La vegetació de congesta

Una congesta és una acumulació de neu que roman en una clotada o terreny de muntanya i que recobreix el sòl tot o part del període estival. Aquesta neu és aportada habitualment per l'acció del vent, per una allau o per un canvi de pendent del vessant. La neu roman sense

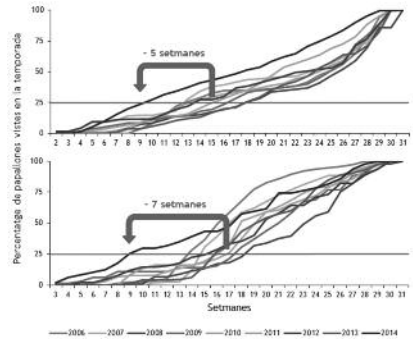


Figura 2. Evolució dels percentatges d'individus de les espècies de papalones de bruna boscana (dalt) i de blanqueta de la col (baix) durant les 30 setmanes del seguiment, durant el període 2006-2014 al transecte d'Enclar

fondre's perquè es troba situada en una zona obaga, per l'orografia del lloc, tot i que sovint es dona més d'una d'aquestes condicions. Aquestes congestes acostumen a fer-se sempre als mateixos indrets, ja que les causes d'acumulació de neu són força estables (com, per exemple, l'orografia, els vents dominants...). L'estabilitat en el temps d'aquesta coberta de neu fa que s'hi creï un ambient ecològicament particular, anomenat *congestera*. Això es tradueix en l'establiment de plantes predominantment quionòfiles (espècies adaptades a la presència de neu), amb un període vegetatiu molt curt. Per això, la majoria d'espècies vegetals que es troben a les congesteres són exclusives d'aquest tipus d'hàbitat, el qual esdevé un reservori de biodiversitat únic als Pirineus. Les congesteres poden ser considerades com un model de comunitat vegetal per estudiar i predir les conseqüències del canvi climàtic sobre la vegetació alpina, i això va motivar la posada en marxa l'any 2009 d'un seguiment de la vegetació en dues congestes d'Andorra que es va implementar en altres congestes del Pirineu a l'any 2013. Dins de la congesta, fem un seguiment de la presència (amb codis d'abundància) i de la fenologia de les espècies entre l'1 de juliol i el 10 de setembre. La fenologia estudia la relació entre els factors climàtics i els cicles biològics dels éssers vius; el moment i la durada dels esdeveniments fenològics particulars varia segons els anys depenent de la situació meteorològica. En el cas de les plantes de congestes estudiem quan es produeixen l'aparició i caiguda de fulles, la floració i la maduració dels fruits. Per fer-ne el seguiment, a cada congesta hi ha tres placetes de mostreig, cadascuna de 3 m², repartides al llarg del gradient de fosa de la neu. L'estudi fenològic ha demostrat que determinades espècies adapten la seva fenologia als factors físics locals (com, per exemple, la data de la fosa de la neu) a fi de permetre maximitzar les probabilitats d'èxit reproductiu. També s'ha avaluat la diversitat funcional (diversitat d'atributs funcionals, com per exemple, el nombre de flors, la superfície foliar...) per tal de conèixer l'estabilitat de l'hàbitat de congestera i la seva resposta als canvis ambientals (com, per exemple, respostes en la productivitat o en la resiliència després de canvis sobtats o perturbacions). Amb aquest estudi s'ha detectat que algunes espècies augmenten el nombre d'inflorescències quan es troben en congestes on la neu es fon més tard.

L'any 2016, en el marc d'un projecte Poctefa (Programa operatiu de cooperació transfronterera Espanya-França-Andorra finançat per fons Feder i del Govern d'Andorra) sobre la flora dels Pirineus es va posar en marxa un estudi per simular l'efecte del canvi climàtic a les congestes mitjançant *Open Top Chambers*. Les parets de plexiglàs de les *Open Top Chambers* simulen un escalfament de la temperatura d'aproximadament 1,8 °C. Amb un seguiment de la vegetació any rere any a dins i a fora de les *Open Top Chambers* podrem veure si el canvi climàtic afectarà les espècies de congestes: si algunes es veuen afavorides per una pujada de les temperatures, si altres desapareixen, i fins i tot, si noves espècies hi emergeixen.



Figura 3. Foto d'una Open Top Chambers

Aquests són clars exemples d'estudis a llarg termini que ens han de permetre determinar si algunes espècies de les congeses tenen la capacitat d'adaptar-se i de fer front al canvi climàtic. De manera més general també podran predir les conseqüències del canvi climàtic sobre la vegetació alpina.

Els fongs

Els fongs són uns organismes microscòpics, dels quals, si no es realitzen estudis moleculars del terreny, només tenim els cossos fructífers (els bolets) per tenir una idea de l'estructura de les seves comunitats. Aquests cossos fructífers depenen, per desenvolupar-se, de diverses condicions ambientals, bàsicament del règim de precipitacions i temperatura, tot i que també es veuen afectats per les condicions de la vegetació (per exemple, l'estructura i l'edat de les masses forestals constitueixen un element molt important que determina les espècies de fongs ectomicorrizogens).

Cal esperar que, amb una disminució de les precipitacions, també hi haurà una disminució de la producció de bolets. D'altra banda, l'augment de les temperatures pot provocar un desplaçament de l'època de fructificació i ajornar-se més cap a la tardor.

L'objectiu de l'estudi no se centra en la biodiversitat dels fongs, sinó en la fenologia i la producció dels cossos fructífers a mesura que varien les condicions climàtiques. Per això s'han definit quatre parcel·les de seguiment de 10x10m a la vall de Sorteny, al llarg d'un gradient altitudinal i també en dos vessants d'orientació diferent. Se segueixen les parcel·les cada nou dies entre els mesos d'agost i d'octubre i a cada visita es recullen tots els fongs ectomicorrizogens (i els sapròfits amb algun tipus d'interès comercial) presents dins de les parcel·les, s'identifiquen les espècies i, per l'estudi de producció, es mesura al laboratori el pes fresc i sec de cadascuna de les espècies.

Els boscos

Els ecosistemes forestals són el reflex de les condicions climàtiques, topogràfiques i antròpiques. Amb la modificació del règim de precipitacions i l'augment de les temperatures degudes al canvi climàtic es podria veure afectada la distribució de les espècies. Aquest any 2017, en el marc d'un projecte Poctefa sobre l'adaptació dels boscos del Pirineu al canvi climàtic, es va iniciar un seguiment amb l'objectiu d'anticipar els possibles canvis i adaptar, en conseqüència, la gestió de les masses forestals. Ja que la fenologia depèn exclusivament de les condicions meteorològiques, aquest indicador ens permet, a curt termini, comparar anualment les diferències entre els cicles biològics del desenvolupament de les espècies forestals. Per això s'han instal·lat tres parcel·les de seguiment a Andorra al llarg d'un gradient altitudinal, i en cadascuna es fa un seguiment setmanal de la fenologia de 36 pins roig (*Pinus sylvestris*) entre els mesos de març i juny.

Amb el canvi climàtic, és particularment important i interessant poder desenvolupar a escala del massís eines que ens proporcionin una visió compartida de l'impacte del canvi climàtic sobre els boscos. Per això aquest seguiment que es fa en tres parcel·les a Andorra és complementat amb 32 parcel·les de seguiment en el Pirineu francès i amb 18 parcel·les en el Pirineu espanyol, on s'aplica el mateix protocol de mostreig d'observació de l'estat fenològic dels brots dels arbres.

L'interès d'aquest seguiment és poder realitzar observacions durant diversos anys per poder intuir les tendències. D'altra banda el seguiment serà simultani a imatges de satèl·lit per poder desenvolupar el càlcul d'algoritmes amb l'objectiu de realitzar en un futur el seguiment per teledetecció a tot el Pirineu. Tot això ha de contribuir a garantir la perennitat dels béns i serveis ecosistèmics actuals i futurs proporcionats pels boscos del Pirineu.

Les pastures

A Andorra les pastures representen gairebé un 27,5% del territori i avui en dia tenen un valor patrimonial molt gran. Les pastures de muntanya són un recurs molt important per al sector de la ramaderia, ja que l'herba d'aquest hàbitat és la base de l'alimentació del bestiar durant més de cinc mesos a l'any. L'activitat ramadera és molt important a Andorra, ja que és una activitat tradicional i té un impacte important a l'economia del país, sobretot des de l'any 1999, quan es produeix carn amb el segell de carn de qualitat d'Andorra (promogut pel Govern d'Andorra). Per tant, si es vol mantenir aquesta activitat tradicional és important saber com el canvi climàtic pot afectar les pastures. Des del punt de vista de la conservació, les comunitats vegetals de pastures són hàbitats amb una gran biodiversitat, a causa d'unes condicions climàtiques i a un efecte del bestiar bastant heterogeni.

L'objectiu genèric d'aquest estudi és veure si un gradient altitudinal, utilitzat per simular el canvi climàtic, afecta la qualitat farratgera i al mateix temps també la biodiversitat de la pastura. L'estudi té lloc en quatre valls d'Ordino amb diferents intensitats de pasturatge. S'ha iniciat el 2016 un seguiment a les valls de Sorteny, Rialb, el Comís Vell i la Coma d'Arcalis, amb la instal·lació de parcel·les d'exclusió de 5x5m, és a dir zones sense bestiar, a dues cotes diferents dins de cada vall. La diferència d'alçada d'uns 250 m entre els llocs de mostreig a dins de cada vall simula un increment de les temperatures d'1,5 °C. Després es fa durant els mesos d'estiu un seguiment de la producció d'herba a dins i a fora de les parcel·les d'exclusió, però també un seguiment de la qualitat de l'herba i de la diversitat de la vegetació. Els resultats d'aquest estudi ens permetran determinar si canvia o no la producció i la qualitat de l'herba en el mateix gradient altitudinal i llavors si s'han d'adaptar les pràctiques ramaderes per contrarestar els efectes del canvi climàtic amb la finalitat de mantenir uns nivells de producció ramadera suficient i alhora contribuir a la conservació dels hàbitats de pastures.

La modelització i els canvis de nínxol

Per poder preveure la resposta d'una espècie al canvi climàtic, també podem utilitzar el seu nínxol ecològic, és a dir les condicions bioclimàtiques necessàries que determinen la seva presència i viabilitat. Després es pot modelitzar com canviaria el nínxol de l'espècie segons les



Figura 4. Foto d'una parcel·la de mostreig

prediccions de modificacions climàtiques previstes pels diferents escenaris de canvi climàtic. Com que hi ha molts escenaris de canvi climàtic, i una gran incertesa en la seva magnitud, s'acostumen a fer servir escenaris més conservadors i d'altres de més severos per poder predir la resposta de l'espècie en el cas de canvis més suaus o bé més dràstics de les condicions climàtiques. En comparació amb els seguiments a llarg termini, els resultats d'una simulació són més immediats però també comporten un grau d'incertesa molt més alt. Aquí presentarem uns estudis de modelització de nínxol realitzats al Cenma per veure com el canvi climàtic podria afectar les espècies presents a Andorra.

El cas de l'abarset

L'abarset (*Rhododendron ferrugineum*) és una espècie adequada per fer aquest tipus d'estudis i veure com el canvi climàtic pot afectar el seu nínxol i la seva supervivència en el futur, ja que té uns requeriments ecològics particulars: la planta ha d'estar coberta de neu a l'hivern i a la primavera per no patir gelades. La capa de neu aïlla les plantes de l'aire i protegeix les gemmes, fulles i arrels de les temperatures negatives de l'hivern, evita que el gel afecti els òrgans de desenvolupament de les plantes. Si no hi hagués neu, les plantes patirien danys importants i el creixement i desenvolupament se'n veurien afectats.

En aquest estudi s'ha definit el nínxol ecològic potencial actual de l'abarset fent servir variables topogràfiques (com, per exemple, l'alçada, l'orientació i el pendent, a més a més de la radiació solar) i climàtiques (la temperatura mitjana de les mínimes anuals i de les màximes anuals, i la precipitació mitjana anual) i un índex d'acumulació potencial de neu per estimar la durada de la presència de neu. És la variació d'aquestes variables climàtiques com, per exemple, de la precipitació mitjana anual amb un increment de 57,5 mm en el cas d'un escenari conservador o una disminució de 34,4 mm en el cas d'un escenari sever, el que ens permet obtenir el nínxol de l'espècie a Andorra sota els efectes del canvi climàtic.

La superfície ocupada actualment per l'abarset a Andorra és de 14,6 km² (o bé el 3,1% del territori), i amb la modelització es va obtenir un nínxol ecològic potencial actual de 70,7 km² al Principat (15,1% del territori). Per a un escenari de canvi climàtic conservador, obtenim per a l'abarset un nínxol ecològic potencial de 32,8 km² a llarg termini, mentre per a un escenari de canvi climàtic sever, obtenim un nínxol ecològic potencial de 5,6 km² a llarg termini. El canvi climàtic obligarà l'espècie a una migració altitudinal per trobar condicions climàtiques més idònies, i excepte en el cas d'un escenari conservador, es tractarà d'una migració altitudinal força pronunciada (al voltant d'uns 300 m d'alçada). De manera general, la migració altitudinal també dependrà de la capacitat de l'abarset de colonitzar altres espais i hàbitats, majoritàriament hàbitats de tarteres i roquissars, menys propicis per al seu establiment en comparació a les pastures. En canvi, a cotes baixes, amb la migració de l'espècie, es pot esperar un reemplaçament per altres matollars com el boix (*Buxus sempervirens*) o l'avellaner (*Corylus avellana*).

Les plantes invasores

Una altra realitat del canvi climàtic és que les condicions climàtiques es podrien tornar més idònies al Principat per aquestes espècies forasteres, i fins i tot per a espècies invasores

d'origen més exòtic. Les zones de muntanya no són més resistents a les invasions, però a causa d'unes condicions climàtiques més austeres, són sempre més difícils de colonitzar per les espècies no-natives. Amb el canvi climàtic, es preveu que els factors limitants de les invasions disminueixin i que es produeixi un augment en la densitat d'espècies invasores. Com que l'aparició d'espècies invasores sempre és nefasta per a la biodiversitat, la prevenció i el control d'aquestes espècies és un repte important, ja que l'eradicació és casi sempre molt costosa i complicada.

Aquest estudi s'ha centrat en dues espècies invasores al Principat, el seneci del cap (*Senecio inaequidens*) i la budleia (*Buddleja davidii*) amb l'objectiu de determinar els futurs nínxols de les espècies que tindran lloc amb el canvi climàtic, i per poder aplicar estratègies de control més efectives. Actualment el seneci ocupa uns 5,1 km² i té un nínxol potencial actual al voltant dels 74 km², mentre que la budleia ocupa només 1 km² i té un nínxol potencial al voltant dels 45 km². Amb el canvi climàtic, el nínxol del seneci se situa a llarg termini entre 80 i 143 km², en el cas d'un escenari conservador i un escenari sever respectivament, a banda de presentar un risc elevat de propagació sota noves condicions climàtiques. Pel que fa a la budleia, el seu nínxol potencial a llarg termini seria d'uns 33 km² en el cas d'un escenari conservador i d'uns 62 km² en el cas d'un escenari sever, tot i que la planta presentaria un risc més elevat de propagació que el seneci (la budleia és menys sensible a la disminució de les precipitacions). Es preveu que la budleia pugui colonitzar vores de rius fins a uns 2.300 m d'alçada amb el canvi climàtic i que el seneci pugui colonitzar prats i pastures fins als 2.000 m d'alçada, amb conseqüències més importants per a la conservació de la biodiversitat en el cas del seneci, i un impacte negatiu per la ramaderia, ja que es una planta tòxica per al bestiar. Aquests resultats, encara que siguin amb modelització, confirmen que la invasió d'espècies no-natives és un dels principals perills per a la conservació de la biodiversitat en el marc del canvi climàtic.

Conclusió

A les nostres muntanyes, les espècies que no podran adaptar-se als canvis de temperatures, de precipitacions o de durada de presència de neu hauran de migrar si no volen desaparèixer. Per a algunes espècies molt circumscrites a un tipus de condicions climàtiques o a un àmbit molt particular, la facultat d'adaptar-se molt ràpidament serà clau per sobreviure al canvi climàtic. Per a d'altres tot dependrà de la seva capacitat de migració fins a llocs on les condicions els siguin més idònies. Nombrosos estudis que es desenvolupen des del Cenma han de poder permetre respondre a aquesta incertesa però com que no es poden estudiar totes les espècies o comunitats vegetals, ens centrem en algunes espècies representatives o comunitats clau per poder definir les tendències més generals sobre l'evolució de la biodiversitat amb el canvi climàtic a Andorra.



Figura 5. Representació de la presència actual del seneci (esquerra) i de la budleia (dreta) amb els nínxols potencials futurs (color blau) amb el canvi climàtic

Benjamin Komac i Mingaud,

doctor en ciències biològiques i investigador al CENMA



Més càlid, més sec i més humit. Els llindars d'alerta meteorològica

Guillem MARTÍN i BELLIDO



Agraïxo als organitzadors d'aquesta 29a Diada que m'hagin convidat a parlar sobre el Servei Meteorològic i el canvi climàtic. Primer analitzarem les causes de l'efecte hivernacle, parlant de l'espectroscòpia, la branca de la física que estudia l'absorció de freqüències de l'espectre electromagnètic per part de l'atmosfera, i més concretament de l'absorció de la calor. Posteriorment explicarem com treballem al Servei Meteorològic per fer front a fenòmens meteorològics més extrems.

Més càlid, més sec i més humit

Cada any, l'Organització Mundial de la Meteorologia (OMM) escull una temàtica per debatre al voltant del Dia mundial de la meteorologia, el 23 de març. Aquest any el tema escollit és *Més càlid, més sec i més humit. Afronem el futur*. Durant la presentació del tema d'aquest 2016, el president de l'OMM, Petteri Taalas, va declarar, però, que "el futur ja és aquí". I és que els efectes del canvi climàtic ja s'han començat a notar, com ho demostren, entre altres efectes tant o més greus, els gràfics evolutius de la temperatura mundial. Com hem vist al llarg d'aquesta jornada, el canvi climàtic amenaça d'alterar la biodiversitat, la cobertura boscosa, els recursos i les necessitats energètiques i les zones habitables del nostre planeta. Centrats en els efectes del canvi climàtic a l'atmosfera ens fixem en l'augment de temperatures. Un augment de la temperatura atmosfèrica provoca que la temperatura del mar també augmenti i que hi hagi més energia a l'atmosfera per generar tot tipus de fenòmens meteorològics, amb més rapidesa i violència. Per posar un exemple, la formació d'huracans requereix una temperatura de l'aigua del mar de, com a mínim, 27 °C. Com més temperatura, més fàcil serà que es formin aquests fenòmens. En definitiva, el títol del tema escollit enguany reflecteix que l'augment de la temperatura planetària comportarà fenòmens meteorològics més extrems, ja siguin els que tenen a veure amb precipitacions fortes, com amb severes períodes de sequera.

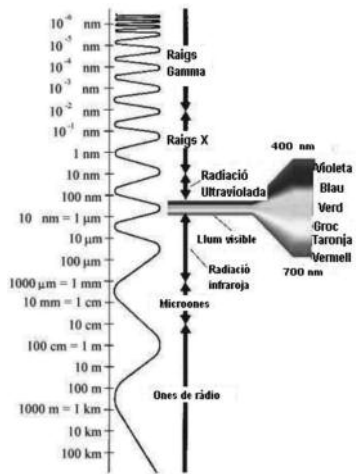
Les causes de l'efecte hivernacle

Com tots sabem, l'augment de la temperatura atmosfèrica és degut a l'efecte hivernacle. L'efecte hivernacle és un fenomen natural que garanteix que la temperatura no baixi excessivament durant les nits i d'aquesta manera garanteix la vida a la Terra. El motiu pel qual la temperatura baixa moderadament durant la nit és que alguns gasos que formen l'atmosfera s'encarreguen de retenir l'escalfor dins de la troposfera, que és la capa més baixa de l'atmosfera i on tenen lloc els fenòmens meteorològics. L'energia del Sol arriba a la Terra en forma d'ones de tot l'espectre electromagnètic, des dels rajos gamma fins a les ones ràdio, passant pels rajos X, ones ultraviolades, ones visibles, ones infraroges i microones, de menor a major longitud d'ona respectivament. Les diferents capes que protegeixen la Terra (l'atmosfera, la capa d'ozó, la ionosfera i la magnetosfera) no deixen passar, és a dir absorbeixen, algunes freqüències d'aquests espectre electromagnètic i això fa possible la vida a la Terra. Per exemple, les ones ultraviolades queden absorbides per la capa d'ozó; si no fos així aquestes ones cremarien les plantes i la pell dels éssers vius, com si d'un làser es tractés. Per entendre l'efecte hivernacle hem de saber que part de la radiació que rep la Terra també la torna a emetre en algunes de les freqüències de l'espectre electromagnètic. Per exemple, emet ones ràdio que poden ser detectades i descifrades per les naus espacials. També emet ones visibles, ja que la Terra es pot veure des de l'espai. Per tant no hi ha cap capa a l'atmosfera que filtri aquestes freqüències de l'espectre electromagnètic que emet la Terra. La Terra també emet ones infraroges, que es desprenen dels cossos calents de la mateixa superfície. Ara bé, aquestes ones infraroges emeses per la Terra són diferents de les que ens arriben del Sol. Les úniques ones infraroges que retornen a l'espai amb la mateixa longitud d'ona que han arribat del Sol són les que ha reflectit la Terra per l'efecte albedo.¹ Les ones infraroges emeses per la Terra tenen una longitud d'ona més llarga que les que ens arriben del Sol i la mateixa troposfera les reté sense que puguin retornar a l'espai. L'any 1861, el científic irlandès John Tyndall corroborava les prediccions de Fourier a través d'estudis espectroscòpics² i va arribar a la conclusió que els gasos formats per tres àtoms o més eren els encarregats de retenir l'escalfor dins de la troposfera. Aquests gasos tenen la característica de ser ressonants³ a les ones infraroges emeses per la Terra. El fet de ser ressonants fa que l'ona infraroja amb la longitud que l'emet la Terra reboti en topar amb aquests gasos; per tant part d'aquestes ones s'escaparan de l'atmosfera, però una altra part serà retornada cap a la superfície de la Terra. El retorn de part de les ones infraroges provoca que el balanç energètic de la Terra estigui desequilibrat i que l'atmosfera guanyi calor. Els gasos d'efecte hivernacle, per tant, són, entre altres, el diòxid de carboni (CO₂), l'ozó troposfèric (O₃),⁴ el metà (CH₄), el diòxid i el triòxid de nitrogen (NO₂), el vapor d'aigua (H₂O) i els clorofluorocarburs. D'entre aquests gasos, el vapor d'aigua es mereix una explicació més detallada perquè és el gas que permet el desenvolupament de fenòmens meteorològics i perquè és un gas que autoregula la seva concentració a l'atmosfera; si n'hi ha en excés es converteix en líquid i precipita en forma de pluja.

Per tant, per lluitar contra l'escalfament de la capa més baixa de l'atmosfera, la troposfera, no només n'hi ha prou de reduir les emissions dels gasos d'efecte hivernacle, sinó que també s'han de reduir les fonts de calor generades des de la Terra i evitar així l'emissió d'ones

infraroges d'ona llarga que ressonin amb els gasos de tres àtoms o més. En aquest sentit, cal evitar i limitar al màxim la captació de la calor provinent del Sol per part de superfícies encimentades, asfaltades i construïdes. De res no serviria reduir els gasos d'efecte hivernacle i augmentar l'emissió d'ones infraroges d'ona llarga, ja que aquestes no poden escapar de l'atmosfera.

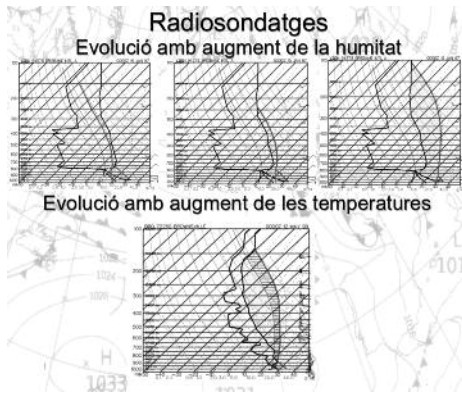
Sobre aquests últims espais, anomenats *illes de calor urbanes*, cal remarcar el doble rol a favor de l'escalfament global. El primer és el de crear superfícies que no es refrigeregen naturalment ni absorbeixen CO₂, com sí que ho fan les zones naturals per la pròpia vegetació. El segon, i potser el més oblidat, és l'aportació calòrica no només a les illes de calor i al seu entorn, sinó també a l'atmosfera en forma d'ones infraroges d'ona llarga que ressonen amb els gasos d'efecte hivernacle. El primer rol fa pujar de manera local les temperatures i el segon les fa pujar a escala planetària. Tot plegat, sense parlar del deteriorament de la qualitat de l'aire a causa de les partícules emeses per la combustió, que a part d'emetre CO₂ fan disminuir l'albedo terrestre. En aquest sentit, els fons de vall d'Andorra emeten cada vegada més ones infraroges d'ona llarga, fet que es deixa notar la majoria de mesos amb l'anomalia de temperatures mitjanes⁵ de l'estació del Roc de Sant Pere. També s'ha de destacar el paper que juguen aquestes emissions amb l'alentiment del refredament nocturn als fons de vall, i plantejar els seus efectes amb la cobertura del mantell nival a les parts baixes de les estacions que arriben a zones urbanitzades (Soldeu, el Tarter, Pas de la Casa i Arinsal).



Imatge 1: Longituds d'ona de l'espectre electromagnètic

El vapor d'aigua

L'aire té la característica que, com més temperatura, més quantitat de vapor d'aigua pot contenir. Quan la temperatura de l'aire augmenta, té més capacitat d'absorbir el vapor d'aigua; per contra, si la temperatura de l'aire és baixa, l'aire podrà allotjar menys humitat i serà més fàcil que el vapor es converteixi en líquid. Per això, quan tenim aire fred en alçada augmenta la inestabilitat, perquè decreix la capacitat de l'aire per allotjar vapor d'aigua i l'única manera de desprendre's d'aquest vapor és precipitant. En aquest sentit, amb l'augment de la temperatura atmosfèrica hauria de ser més difícil que es formessin precipitacions ja que el vapor d'aigua es queda a l'aire i no es tradueix en líquid. Per contra, com que l'aire allotja més humitat, quan hi ha una aportació d'aire fred genera precipitacions més intenses i abundants perquè la quantitat de matèria primera per generar precipitacions (vapor d'aigua) és més elevada. En aquest punt ja podem comprendre la primera part del títol de la conferència; més càlid per l'augment de temperatures, més sec com a causa del mateix



Imatge 2: Amb els tres primers radiosondatges veiem com augmenta l'àrea que simbolitza el CAPE si augmenta la humitat atmosfèrica. Amb el quart veiem com encara augmenta més si la temperatura és més alta (línia de la dreta). A més, amb l'augment de la humitat, es veu clarament com el límit de la convecció se situa a més alçada, per tant els cumulonimbus podran ser més alts i produir amb més facilitat fenòmens més violents com la pedra i la calamarsa

augment de temperatures (a més d'augmentar l'evapotranspiració costa més que es produeixin precipitacions) i, per últim, més humit perquè quan precipita ho fa amb més intensitat i abundància.

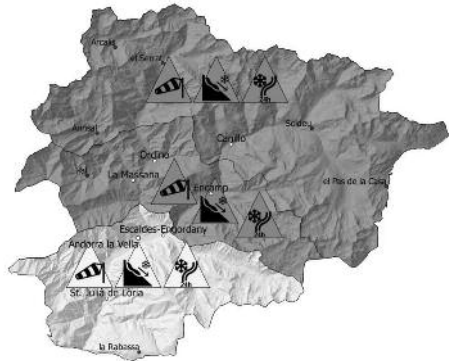
A l'atmosfera, el vapor d'aigua acaba formant núvols quan la pressió atmosfèrica permet la convecció de l'aire. Això significa que amb un augment de les temperatures (recordem que comporta un augment de la capacitat de l'aire per allotjar vapor d'aigua) el CAPE (*convective available potential energy*)⁶ augmenta. Si el CAPE augmenta significa que la convecció de l'aire serà més efectiva a l'hora de formar cúmuls de tempesta i altres fenòmens meteorològics com tornados o huracans, fet que es traduirà en un augment de la intensitat i de la violència d'aquests fenòmens. Els fenòmens convectius que ens afecten a Andorra són les tempestes, que tenen una afectació espaciotemporal

molt petita, ja que es formen amb poc temps (6 hores) i afecten una àrea de pocs quilòmetres quan parlem d'una escala planetària. Per tant, els models climàtics a gran escala no poden representar aquests fenòmens. Per representar la possible evolució d'aquests fenòmens amb el canvi climàtic són necessaris models climàtics d'alta resolució, com l'Arome Climat,⁷ de Météo France. A través d'aquest model ja s'ha arribat a la conclusió que els fenòmens convectius, entre els quals les tempestes, seran més severes en qualsevol dels escenaris possibles d'evolució de l'escalfament global.

El CAPE i l'alçada, la particularitat del país dels Pirineus

El valor de l'energia potencial disponible per a la convecció (CAPE) s'extreu a partir dels radiosondatges.⁸ Els radiosondatges expressen l'evolució de la temperatura de l'aire, la temperatura del punt de rosada i la pressió atmosfèrica, entre altres paràmetres, a la vertical d'un punt de la superfície de la Terra. Són gràfics que serveixen per analitzar les propietats de la columna d'aire que tenim a sobre nostre. En aquests gràfics, una vegada traçades les línies, bàsicament queden dos espais entre les línies que expressen l'evolució d'aquests paràmetres amb l'alçada i la corba d'estat resultant de la combinació entre l'evolució de la temperatura del punt de rosada i la temperatura de l'aire. L'àrea que queda a la part superior d'aquests gràfics expressa l'energia disponible a l'atmosfera perquè es produeixi la convecció. D'altra banda, l'àrea que queda a sota expressa la possibilitat que aquesta energia quedi inhibida. A més, l'extensió d'aquestes àrees també ens indica fins a quina alçada es pot produir la convecció i,

per tant, l'alçada que poden arribar a tenir els núvols de tempesta. Les columnes d'aire que analitzem en terrenys situats a una certa alçada sobre el nivell del mar, com és el cas d'Andorra, tindran uns gràfics més curts, és a dir que les línies de temperatura de l'aire i del punt de rosada començaran més amunt. Aquest fet afecta directament la facilitat de desenvolupament de fenòmens convectius. Això és degut al fet que la zona d'inhibició, que queda per sota de la zona de convecció, desapareix en bona part en augmentar l'alçada. En altres paraules, a Andorra i en general als terrenys elevats estem més a prop de la zona de convecció. A més, les tempestes generen corrents d'aire ascendents que no només afecten



Imatge 3: Mapa d'avisos meteorològics. Veiem que el nord i el centre estan en avis taronja per neu, vent i allaus, mentre que el sud està en nivell d'avis groc pels mateixos fenòmens

l'interior del núvol, sinó també el seu entorn. El flux d'aire convectiu crea grans diferències de pressió atmosfèrica a pocs quilòmetres de distància i genera unes turbulències que són més o menys fortes en funció de la magnitud de la tempesta.

L'augment dels fenòmens convectius, però, no assegura la pluviometria necessària per als recursos hídrics existents per dos motius. El primer és que el mateix model també ha determinat que la precipitació anual, tal com ja estem experimentant les darreres dècades, serà inferior. Per tant, la pluviometria anual estarà cada vegada més influenciada pel comportament de les tempestes. El segon és que l'aprofitament dels recursos hídrics durant les tempestes és molt inferior a causa de les sobtades i efímeres avingudes d'aigua. Amb tots aquests canvis és clar que els registres meteorològics variaran durant les properes dècades, fet que marcarà la tendència climàtica de l'avenir. Si baixem l'escala temporal de la climatologia, que estudia el comportament de temps al llarg dels anys, ens trobem amb la meteorologia, que tracta els fenòmens individualment i tracta de preveure'ls amb la major precisió possible. Per això, sense ser una excepció, el Servei Meteorològic d'Andorra haurà d'estar preparat per anunciar amb l'antelació necessària possibles fenòmens extrems, ja siguin en forma líquida o sòlida: aigua o neu.

El Servei Meteorològic i el canvi climàtic

Una vegada coneixem les projeccions climàtiques, arriba l'hora de preveure com es pronosticaran meteorològicament aquests nous fenòmens, alguns dels quals tot indica que seran més severos. Per això, des del Servei Meteorològic d'Andorra, amb l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic, s'està estudiant com es podrà informar d'aquests fenòmens. Es tracta d'informar amb més precisió tant meteorològicament com territorialment de fenòmens que sempre hem tingut però que poden ser més severos i més freqüents.

El Servei Meteorològic té tres eines principals per comunicar a la població els fenòmens

meteorològics que es poden produir i els perills que se'n poden derivar: el *Mapa d'avisos meteorològics*, el *Butlletí meteorològic* i el *Butlletí d'allaus*. Actualment el Servei Meteorològic està treballant amb Météo France, amb qui sempre ha treballat el Govern en matèria de meteorologia, per elaborar conjuntament aquests mapes d'avisos i butlletins amb la precisió que requereix el Principat d'Andorra (468 km²). Fins fa poc, la majoria de vegades els fenòmens meteorològics dels quals rebíem avis estaven estudiats des d'una òptica de probabilitat d'ocurrència en una superfície, com a mínim, de 1.000 km². En canvi, des de fa poc més d'un any s'emeten avisos meteorològics amb una probabilitat d'ocurrència de 500 km² i s'està treballant per reflectir-los diferenciadament en diferents zones meteorològiques del país. El canvi és substancial, i s'espera que es deixi d'avisar de fenòmens que no es preveu que afectin el nostre país, però en canvi s'avisí o es canví el nivell d'avis quan la previsió ho requereixi. És per aquest motiu que des del Servei Meteorològic s'està estudiant la manera més idònia per continuar servint-se de les eines, informacions i experiència d'un servei meteorològic de referència mundial com ho és Météo France alhora que puguem augmentar la precisió de la interpretació.

Un dels primers passos que s'està fent és elaborar un mapa d'avisos meteorològics amb tres zones meteorològiques (nord, centre i sud). La zona nord i la zona sud poden ser fàcilment diferenciables, mentre que la zona centre servirà per estendre l'afectació de l'avis més al nord o més al sud. El *Mapa d'avisos meteorològics* serveix per avisar la població de la intensitat de fenòmens meteorològics com la temperatura, el vent, la precipitació i la seva intensitat, l'activitat elèctrica i el risc d'allaus. S'expressa amb una escala de colors que van del verd al vermell passant pel groc i el taronja. Cada fenomen meteorològic té uns llistats específics per a cada zona meteorològica per indicar-ne la intensitat. Des del Servei Meteorològic fa dos anys que s'està treballant per definir els llistats meteorològics per a cada zona meteorològica

i des de fa pocs mesos ja s'estan beneficiant d'aquests nous avisos els serveis de Protecció Civil de Govern i dels diferents comuns.

Per posar un exemple, els llistats de temperatura càlida per diferents zones els podem diferenciar a la imatge 4.

	Tx nord	Tx sud	Tn nord	Tn sud	Dies rep.
Verd	<29°C	<32°C	<11°C	<15°C	1 dia
Groc	>26°C	>29°C	>10°C	>14°C	3 dies consecutius
Taronja	>29°C	>32°C	>11°C	>15°C	3 dies consecutius
Vermell	>29°C	>32°C	>11°C	>15°C	6 dies consecutius

Imatge 4: Diferents llistats meteorològics de temperatura segons la zona meteorològica

$$\text{Escalfament global} = (\text{gasos d'efecte hivernacle}) \times (\text{radiació infraroja ona llarga})$$

Imatge 5: Escalfament global = (gasos d'efecte hivernacle) X (radiació infraroja ona llarga)

La metodologia per estudiar els llandars meteorològics és la següent:

- 1er pas: fer un estudi estadístic de les sèries climàtiques més antigues per classificar diferents episodis meteorològics en funció de la intensitat.

- 2on pas: estudiar les conseqüències que han tingut les intensitats dels episodis a diferents zones del país.

- 3er pas: agrupar les conseqüències per zones i definir les zones meteorològiques, alhora que es defineixen els llandars meteorològics per a cada zona i fenomen.

- 4rt pas: estudiar permanentment l'evolució d'aquests llandars i determinar si s'han d'anar adaptant a les necessitats del país i a les possibles adaptacions que s'hagin fet per fer front al canvi climàtic. Per altra part, a mesura que van passant els anys les sèries climàtiques van guanyant antiguitat i poden entrar a formar part de l'estudi dels llandars meteorològics.

Amb la divisió del país per zones meteorològiques, els fenòmens convectius (activitat elèctrica i intensitat de precipitació) queden exclosos de diferenciar els nivells d'avis a diferents zones del país, a causa de la petita dimensió de les mateixes zones i al desenvolupament sobtat d'aquests tipus de fenòmens, que impedeix l'exactitud en aquesta escala de predicció quant a la formació de les tempestes i la seva afectació espacial. Per als altres fenòmens (temperatura, vent, acumulació de precipitació i allaus) sí que és possible determinar, bàsicament, dos nivells d'avisos diferents entre el nord i el sud, fet que no significa que no es pugui establir el mateix nivell d'avis meteorològic a tot el país per a aquests fenòmens si la previsió ho requereix. El *Mapa d'avisos meteorològics* de l'SMA permet establir la frontera del canvi de l'avis meteorològic més al nord o més al sud, en funció de les situacions, ja que hi ha una zona nord, una zona centre i una zona sud.

Ara bé, igual que per a les projeccions climàtiques s'ha hagut d'utilitzar models climàtics d'alta resolució, per analitzar amb tanta precisió els fenòmens meteorològics per determinar els nivells d'alerta diferenciats dins del país també s'han d'utilitzar models meteorològics d'alta resolució. Els models meteorològics d'alta resolució són aquells que estudien l'atmosfera per columnes d'aire al més primes possibles, parlem d'un pas de malla curt. És a dir la longitud del costat de la columna ha de ser al més curta possible per augmentar la precisió del model. D'aquesta manera augmentem el nombre de columnes sobre un mateix territori, i com que cada columna representa un valor diferent, tenim més valors i més precisió.

En realitzar el *Mapa d'avisos meteorològics* amb aquesta nova metodologia, automàticament el *Butlletí meteorològic* guanya precisió i també es podrà diferenciar, de manera escrita, l'evolució meteorològica diària per a les diferents parts del país.

Conclusions

Per acabar, m'agradaria parlar de les conclusions que he extret a l'hora de preparar aquesta ponència. Com que és àmpliament conegut que reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle és primordial per lluitar contra l'escalfament global, parlaré de la reducció, control o limitació d'un altre tipus d'emissions: les emissions d'ones infraroges d'ona llarga. Amb llenguatge matemàtic, podem dir que l'escalfament global és un producte dels gasos d'efecte hivernacle i les radiacions infraroges d'ona llarga. Si reduïm els dos factors, la lluita contra el canvi climàtic serà molt més eficaç. Per reduir l'emissió d'ones infraroges d'ona llarga cal

augmentar l'albedo de la Terra, deixant de crear zones d'absorció de calor amb zones edificades, asfaltades i encimentades.

D'altra banda, per a l'estudi del fenomen del canvi climàtic, la seva evolució i preveure els efectes per protegir la població, és imprescindible tenir eines de gestió i estudi de les dades climàtiques. Alhora cal preservar les dades climàtiques històriques, com les de FEDA, i mantenir en la mesura del possible els entorns de presa de dades per garantir la qualitat i l'homogeneïtat de les dades.

Per últim, Andorra és un país petit i ha de promoure l'ús de l'alta resolució als models climàtics i meteorològics per així ser visibles dins dels models i tenir el màxim nombre de columnes d'aire representades dins del país.

Guillem Martín i Bellido,
físic i tècnic al Servei Meteorològic d'Andorra

Notes

- 1- Albedo: reflexió terrestre de les ones infraroges que arriben procedents del Sol.
- 2- Estudis espectroscòpics: anàlisi de les propietats físiques i químiques de la matèria mitjançant l'espectre de les radiacions que emet. A través d'aquests estudis es pot determinar quina longitud d'ona reflecteixen els gasos d'efecte hivernacle.
- 3- Ressonant: en termes físics, ressonància vol dir que les molècules vibren en ser travessades per una certa longitud d'ona, per tant, reemetem l'energia en totes direccions, per tant, també cap a la Terra.
- 4- Ozó troposfèric: la fórmula química de l'ozó troposfèric és la mateixa que la de l'ozó que es troba a la capa d'ozó, però té un altre origen. L'ozó troposfèric és d'origen antròpic i en trobar-se a la superfície de la Terra ressona quan és travessat per ones infraroges de longitud d'ona llarga.
- 5- CAPE: sigles en anglès de l'energia potencial disponible a l'atmosfera per a la convecció. Visualment, el CAPE es pot visualitzar a través dels radiosondatges (gràfics representatius de la temperatura, humitat, pressió i vent) a diferents alçades de l'atmosfera, com es veu a la imatge 2.
- 6- Anomalia de temperatures mitjanes: diferència entre la temperatura mitjana d'un mes en concret respecte a la normal climàtica. Vegeu butlletins climàtics publicats al web meteo.ad i elaborats conjuntament entre el Servei Meteorològic del Govern d'Andorra i el Cenma, de l'IEA.
- 7- Arome Climat: els models climàtics simulen les condicions climàtiques (temperatures mitjanes, precipitacions totals anuals o períodes de retorn d'esdeveniments meteorològics extrems, entre altres) durant un període de temps futur. A diferència dels models meteorològics, no estudien fenòmens concrets, sinó el comportament climàtic d'una àrea geogràfica.
- 8- Radiosondatges: gràfics termodinàmics representatius de la temperatura, humitat, pressió atmosfèrica i vent a diferents alçades de l'atmosfera.



El compromís del CENMA-IEA en la recerca en canvi climàtic i canvi global a Andorra

Ramon COPONS i LLORENS



Resum

El present document explica breument la recerca en canvi climàtic i global a Andorra desenvolupada pel Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra (Cenma) des de la fundació, el 2007. El primer objectiu del document és donar una visió general de la recerca desenvolupada pel Centre des de diferents marcs de treball, i el segon, fer una reflexió del compromís del Centre en els estudis de canvi climàtic i global. Durant els primers anys de vida del Centre, es van desenvolupar projectes interns sobre clima fets per iniciativa pròpia. Més endavant, el bagatge assolit en aquests primers estudis es va utilitzar per fer recerca amb cooperació amb altres entitats de fora d'Andorra, en el marc de la Comunitat de Treball dels Pirineus. I, finalment, la qualitat dels treballs desenvolupats a Andorra ha estat un aval per formar part dels equips de treball que desenvolupen projectes en el marc del programa europeu Poctefa.

Introducció

El Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra (Cenma) és un dels tres centres que conformen l'Institut d'Estudis Andorrans (IEA). L'IEA és una entitat amb règim jurídic propi que depèn del Ministeri d'Educació i Ensenyament Superior i que té com a objectiu principal la recerca i la divulgació en temes d'interès per a Andorra. El Cenma s'ocupa de l'estudi del medi natural d'Andorra i de la difusió dels resultats a nivell social i científic.

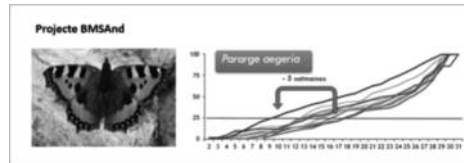
El Cenma va néixer de la fusió del Centre de Biodiversitat i del Centre de Recerca en Ciències de la Terra l'any 2007. Des de la fundació, ha tingut un compromís en la recerca del canvi climàtic i global a Andorra. Des del 2011, el Cenma estructura la seva activitat en sis línies de recerca: (a) canvi climàtic i canvi global, (b) ecologia i biodiversitat, (c) recursos naturals, (e) riscos naturals, (d) geologia i geomorfologia, i (f) clima de muntanya i meteorologia. D'aquestes sis línies de treball, el document tracta de la primera línia, el canvi climàtic i global.

De manera molt resumida, el canvi global es refereix a qualsevol canvi en els sistemes de la Terra a escala planetària. És a dir, es consideren canvis globals tant des del punt de vista de l'escala espacial, temporal i dels sistemes que formen part de la Terra. De sistemes n'hi ha diversos; els estudiats pel CENMA són el clima, la cobertes del sòl i la diversitat biològica. Així, el canvi climàtic no només tindrà una repercussió en el clima sinó que tindrà també impactes, en més o menys intensitat, en la diversitat biològica i en les cobertes del sòl. A continuació s'esmentaran alguns projectes en canvi climàtic i global desenvolupats al Cenma, agrupats en tres tipus: projectes interns, projectes de cooperació i estudis fets conjuntament amb entitats andorranes.

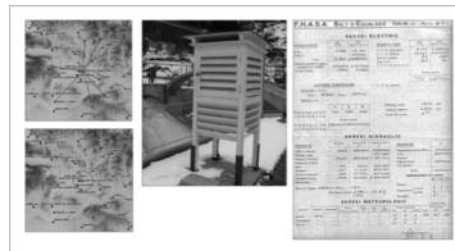
Recerca interna

Durant els primers anys del Cenma es creen molts projectes interns amb finançament propi. També es recuperen els projectes de seguiment d'espècies indicadores de canvi climàtic que ja es portaven a terme en el Centre de Biodiversitat.

Des del 2005, s'està fent el seguiment de les papallones diürnes d'Andorra (*Butterfly Monitoring Scheme*) com a bioindicadors ambientals. Certes espècies de papallones són altament sensibles al canvi climàtic i ambiental. L'estudi permet avaluar l'impacte que tenen els canvis en el medi sobre les papallones i les seves possibles adaptacions. Actualment, hi ha un total de set itineraris en actiu. Són Fontaneda, Enclar, rec del Solà, Comapedrosa, Sorteny, vall del Riu i vall del Madriu. En cada itinerari, es recull informació sobre les espècies de papallones i el nombre d'individus un cop per setmana des de l'1 de març fins al 30 de setembre. En el marc d'aquest projecte, cada any es fa una sortida divulgativa seguint un itinerari amb la intenció de fomentar el coneixement de les papallones diürnes.



L'any 2008 es va iniciar un dels primers projectes en clima. Va ser la creació d'una base de dades mensual homogènia de temperatura i precipitacions d'Andorra. Aquesta base de dades es va crear a partir del control de qualitat i homogeneïtzació de sèries meteorològiques històriques de FEDA. Les sèries meteorològiques de FEDA són unes de les sèries més llargues i contínues que hi ha a l'alta muntanya pirinenca i són considerades com un patrimoni dels Pirineus. Conscients de la importància d'aquesta informació, des del Cenma es va: (a) detectar, corregir i eliminar les anomalies existents en les sèries, i (b) fer una anàlisi comparativa de cada sèrie amb les estacions veïnes més òptimes, tant per distància com similitud climatològica. El procediment de treball es va fer seguint les aportacions de l'Acció Europa COST ES0601.



L'any 2011 es va iniciar l'*Atlas climàtic digital*

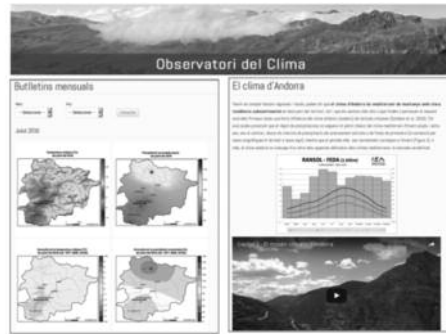
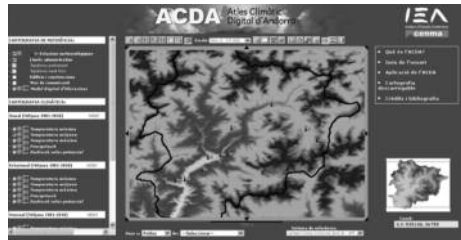
d'Andorra (ACDA), que representa la variabilitat climàtica d'Andorra des del punt de vista exclusivament espacial. L'ACDA és un servidor de cartografia climàtica, disponible a través d'internet a www.acda.ad, que inclou mapes de diverses variables com són la temperatura de l'aire, la precipitació, la radiació solar potencial o la potencialitat de neu al sòl. L'any 2012 es presenta el primer atlas utilitzant com a base el període 1971-2000. L'any 2017 s'ha presentat un nou atlas, utilitzant el trentenni internacional més recent, el període 1981-2010, com recomana l'Organització Meteorològica Mundial (OMM).

Com a exemple de projecte intern més recent, iniciat l'any 2012, hi ha l'evolució dels abarsetars. L'abarset (*Rhododendron ferrugineum*) forma colònies de multitud d'individus anomenades abarsetars, que avui en dia estan envaint algunes pastures supraforestals que representen l'aliment per als ramats d'estiu. L'objectiu d'aquest projecte és predir l'evolució futura dels abarsetars en les pastures en funció de les projeccions de canvi climàtic. Els resultats obtinguts fins ara mostren un ascens altitudinal dels abarsetars tendint a ocupar el que ara són tarteres i roquissars en altitud; mentrestant es preveu que l'abarset sigui substituït per altres espècies de matollars o arbusts a altituds inferiors a 2.000 m. Això demostra la particular sensibilitat de la flora de muntanya al canvi climàtic.

Finalment, cal esmentar els observatoris existents a través d'internet. L'any 2014 es va presentar l'Observatori de la Muntanya d'Andorra (www.oma.ad). L'OMA és una plataforma de difusió via web que resumeix els resultats de la recerca en canvi global mostrant indicadors del canvi global. Més endavant, l'any 2016, es va crear l'Observatori del Clima, que mostra les característiques més rellevants del clima d'Andorra i en fa un seguiment temporal.

Recerca de cooperació

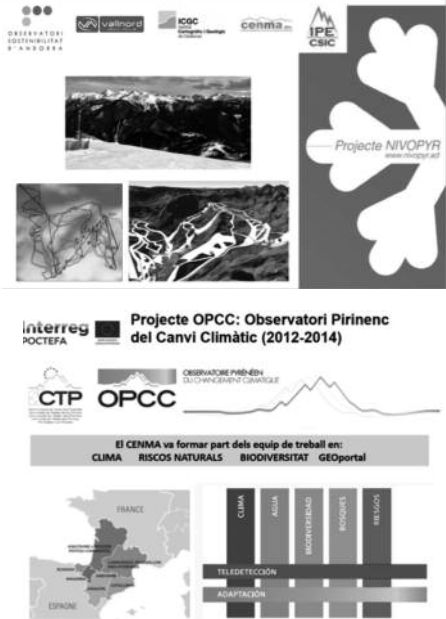
La recerca de cooperació es desenvolupa per l'acord de diferents entitats, preferentment de diferents territoris, en estudiar una temàtica concreta. L'any 2011, el Cenma va començar a fer els primers projectes de cooperació en canvi climàtic en el marc de la Comunitat de Treball dels Pirineus (CTP), que estaven finançats per les



diferents regions que conformen la CTP, entre les quals Andorra. Més endavant, l'any 2012, el Cenma comença a participar en projectes interregionals en canvi global en el marc del Programa operatiu de cooperació territorial Espanya-França-Andorra (Poctefa). Primer, hi participa com a col·laborador del projecte *Observatori pirinenc del canvi climàtic* (OPCC). Més endavant, en el programa 2014-2020, el CENMA ja hi participa com un soci europeu més. En el marc de la CTP (ACTP011-AND/2010 i CTP017-AND/12), un dels projectes desenvolupats ha estat el Nivopyr, que té com a objectiu l'estudi de l'impacte del canvi climàtic en el turisme de neu. El projecte, finalitzat l'any 2014, es va desenvolupar conjuntament amb l'Observatori de la Sostenibilitat d'Andorra i amb entitats catalanes, aragoneses i franceses. A la finalització de la primera fase del projecte, amb la recerca desenvolupada els anys 2012 i 2013, es va obtenir un extens resum de projeccions de canvi climàtic per al sector del Pirineu i, en concret, al territori andorrà. Amb aquesta informació, es van obtenir els possibles impactes i la vulnerabilitat de les estacions d'esquí a escala de la serralada pirinenca. La segona fase del projecte, recerca portada a terme al llarg dels anys 2013 i 2014, va aprofundir en l'estudi dels impactes del canvi climàtic en dues estacions d'esquí (Arcalis i Formiga) tenint en compte l'orografia i la variabilitat meteorològica i climàtica local. Un dels resultats finals ha estat desenvolupar un model de neu útil per estudiar l'evolució de la neu natural així com l'efecte dels canons de neu o el treball de pistes. Aquest treball ha permès entendre millor com la neu de cultiu i el treball de pistes permeten minimitzar la vulnerabilitat del canvi climàtic a les estacions d'esquí així com conèixer les seves limitacions futures.

Entre els anys 2012 i 2014 el Cenma col·labora amb el projecte OPCC (www.opcc-ctp.org). L'OPCC és una acció de la CTP que té la finalitat de realitzar un seguiment del canvi climàtic i identificar les accions necessàries per limitar els impactes del canvi i adaptar-se als seus efectes. El projecte es va desenvolupar a través de diferents eixos temàtics, entre els quals el Cenma va participar en quatre, que són el clima, la biodiversitat, els riscos naturals i el Geoportal. El Cenma va cedir la informació de la base de dades climàtica mensual de FEDA validada i homogeneïtzada, va aportar la informació de la flora andorrana per construir un atlas florístic del massís pirinenc, va fer el control i el seguiment de les comunitats vegetals de dues congesteres situades al país i va preparar la cartografia temàtica d'Andorra per ser integrada dins del servidor de mapes de l'OPCC.

A partir de l'any 2014, el Cenma participa com a soci o com a associat en projectes del



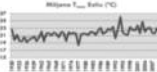
interreg POCTEFA **IEA** **Projecte CLIMPY:**
Evolució i projecció del clima.

Crear d'una base de dades climàtica amb control de qualitat i homogeneïtzada: temperatura, precipitació i neu.

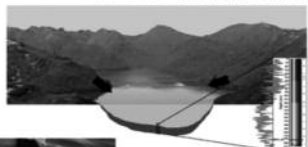
Desenvolupar d'indicadors climàtics.

Analitzar la variabilitat espai-temporal del mantell de neu.

Generar projeccions climàtiques.



interreg POCTEFA **IEA** **Projecte REPLIM:**
Observació de llacs i torberes

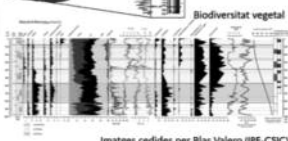


Reconstrucció del passat

Seguiment



Composició inorgànica i sedimentologia



Imatges cedides per Blas Valero (JPE-CSIC)

interreg POCTEFA **IEA** **Projecte FLORAPYR:**
Monitorització d'espècies vegetals.

ATLES DE FLORA:

- Millors de l'atles.
- Catàleg de vegetació.
- Llista vermella.



SEGUIMENT:

- Congestes.
- Projecte GLORIA.
- Projecte Phenoclim.



interreg POCTEFA **IEA** **Projecte CANOPEE:**
Canvi climàtic i adaptació dels boscos pirineus

OBSERVAR: Fenologia.
Caiguda fulles



AVALUAR: Distribució dels boscos
Identificació àrees vulnerables

ACTUAR: Gestió forestal.
Tractament silvícoles



programa Poctefa 2014-2020 (soci i associat són dues figures diferents per les quals les entitats europees hi poden participar). Els projectes en què participa el Cenma relacionats amb canvi climàtic i els impactes associats són els següents:

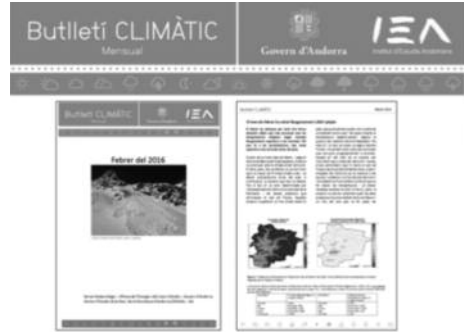
- CLIM'PY (EFA081/15): caracterització de l'evolució del clima i provisió d'informació per a l'adaptació als Pirineus.
- FLORAPYR (EFA100/15): mantenir i desenvolupar les bases de coneixement en la flora dels Pirineus i els indicadors de seguiment de la vegetació en relació amb el canvi climàtic.
- REPLIM (EFA056/15): xarxa d'observatoris d'ecosistemes sensibles (llacs, torberes) al canvi climàtic als Pirineus.
- CANOPEE (EFA028/15): canvi climàtic i adaptació dels boscos dels Pirineus.

Treballs amb administracions andorranes

En aquest apartat, es tracta dels treballs que s'efectuen conjuntament amb entitats del Govern d'Andorra. Aquests treballs són estudis o informes elaborats a partir de la informació i del coneixement que té el Cenma en canvi global.

D'una banda, s'han redactat informes per encàrrec de departaments del Govern d'Andorra. Un exemple és la modelització del seneci, planta invasora d'origen africà que s'estén en les zones antropitzades d'Andorra, per encàrrec del departament de Medi Ambient i Sostenibilitat. Altres exemples són els informes redactats per encàrrec de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic d'Andorra (OECC) per donar resposta al Conveni marc de les Nacions Unides del canvi climàtic.

D'altra banda, el Cenma elabora conjuntament amb l'OECC el *Butlletí climàtic*, amb periodicitat mensual, estacional i anual (www.iea.ad/butlletins-i-anomalies-climatiques/butlletins-mensuals). El butlletí utilitza com a mitjana climàtica la cartografia de l'ACDA. La comparació de la informació de l'ACDA amb les temperatures i precipitacions esdevingudes mensualment, estacionals i anualment permeten definir si aquests períodes de temps han estat més calorosos/freds o secs/humits del que s'esperaria normalment segons la informació de l'ACDA. Part de la informació representada en aquests butlletins alimenta el web de l'Observatori del Clima.



Consideracions finals

Els projectes esmentats en aquest article són una selecció de les diferents iniciatives del Cenma-IEA en augmentar i difondre el coneixement del canvi global a Andorra. Tots els treballs han estat fets en territori andorrà, aprofitant les experiències vistes en altres territoris. La quantitat i qualitat dels treballs fets són una prova del compromís del Cenma-IEA en la recerca del canvi climàtic i canvi global des de la seva creació, l'any 2007.

Un dels punts forts de la recerca del Cenma és l'estudi del canvi climàtic des del punt de vista físic, com és l'evolució recent i futura de les temperatures i precipitacions. No obstant això, és necessari estudiar l'impacte dels canvis per donar un sentit a aquest treball. És per això que s'estudia de forma aprofundida els impactes en la flora i en la fauna d'Andorra.

A l'inici del Cenma, la recerca en canvi global es va vehicular a través de projectes interns fets a iniciativa pròpia i amb l'interès d'optimitzar al màxim els recursos existents. Més endavant, la recerca s'ha vehiculat, cada vegada més, a través de la cooperació interregional gràcies al acord del Govern d'Andorra amb els països veïns. Primer, a través del marc CTP i, després, a través del marc Poctefa. La qualitat dels resultats dels projectes interns ha estat un aval per poder entrar en els equips internacionals de recerca.

Avui en dia ja no entenem la recerca en canvi climàtic i global sense la cooperació internacional amb entitats homòlogues veïnes. D'una banda, és evident que el canvi climàtic i el canvi global no tenen fronteres, fet que implica la cooperació interregional per desenvolupar estudis de qualitat. D'altra banda, els recursos reduïts del centre en comparació amb d'altres centres de països veïns ens motiva a crear sinergies amb aquests centres capdavanters per millorar el coneixement a Andorra.

Ramon Copons i Llorens,
doctor en ciències geològiques i director tècnic del CENMA-IEA



L'Associació per a la Defensa de la Natura, ADN, i el canvi climàtic: recorregut pels projectes i les accions



Carolina MOTWANI i BOIX, Albert RUZAFÀ i TOMÀS i Anna RIBERAYGUA i MONTAGUT

Aquest text el vam presentar a la Universitat Catalana d'Estiu, a Prada de Conflent, l'agost del 2016. Hem mantingut l'estructura de la presentació, hi hem conservat la majoria de les diapositives i hi hem afegit els comentaris que ens ha semblat que aclarien el discurs.

El canvi climàtic (CC) ara és una evidència que ningú no discuteix. Quan l'any 2000, juntament amb altres associacions, començàvem a alertar de les conseqüències de la pèrdua de biodiversitat, del model de creixement exponencial, de la generació de residus..., alguns ens qualificaven de catastrofistes, altres de *hippies* que anàvem contra el sistema i altres de somiatruites plens de bona voluntat, i més... Però vam continuar, i ara i aquí volem compartir amb vosaltres aquestes experiències.

Us proposem fer un recorregut per alguns projectes i actuacions de l'ADN, Associació per a la Defensa de la Natura, en relació amb el CC des d'una perspectiva històrica. Amb aquest testimoni constatem que, moltes vegades, l'acció ciutadana s'ha avançat a les previsions i accions de les nostres administracions.

En primer lloc, una breu presentació de l'Associació. Els seus objectius i les línies bàsiques d'actuació des de la seva creació, l'any 86.



• **Fundació:** any 1986

• **Objectiu:**

La protecció i l'estudi del medi ambient en un àmbit local (Andorra) i global (Pirineu i el món).

• **Línies bàsiques d'actuació:**

- 1.- La conservació
- 2.- La recerca
- 3.- La divulgació



LÍNIES D'ACTUACIÓ

1. CONSERVACIÓ

- **Denúncia** les agressions al medi i porta a terme accions directes per la seva conservació.
- **Promou** una ordenació del territori que racionalitzi la presència humana (industrial, turística, etc.) i el desenvolupament sostenible.
- **Treballa per a la creació d'espais naturals protegits**, tot suggerint àrees, mesures de gestió, formes d'aprofitament, etc.
- **Vetlla per la salvaguarda d'espècies en perill**, tant animals com vegetals.
- **Col·labora amb altres institucions.**



LÍNIES D'ACTUACIÓ

2. RECERCA

- **Promou i desenvolupa treballs científics**, a base de propostes i accions conservacionistes.
- **Estudia els elements naturals menys coneguts** o amenaçats del nostre país, analitzant la seva situació i proposant mesures per a la seva conservació.



La trajectòria al llarg d'aquests anys la podem dividir en dues etapes.

La primera etapa, basada en les publicacions i la recerca científica, i la segona etapa, que, sense deixar de banda la recerca i les publicacions, es va centrar més en l'organització i la participació d'accions reivindicatives i de denúncia.

Amb el lema *Conèixer és estimar* s'estudia la biodiversitat i es complementa amb activitats divulgatives i d'observació de la natura.

Es crea una xarxa molt important de científics i tècnics d'Andorra i de fora. L'ADN és membre actiu de Bird Life internacional, gràcies al lideratge d'un grup d'ornitòlegs i naturalistes de prestigi internacional establerts a Andorra.

S'impulsen projectes de voluntariat finançats per bancs i institucions, i es posen a l'abast del públic no especialitzat un gran nombre de publicacions.

És pionera a Andorra i a bona part del Pirineu en acostar a la societat els estudis científics i la possibilitat de participar-hi activament liderats per experts; *L'Atlas del ocells nidificats* n'és una mostra. D'aquesta manera s'accedia al coneixement de l'entorn d'una manera no habitual i se'n constatava de primera mà la seva riquesa i diversitat a més de la necessitat de la seva preservació.

En aquesta primera etapa també s'inicien projectes que en l'actualitat encara estan en funcionament:

El PACT. Pla actuació i conservació del trençalòs. Conjuntament amb el ministeri de Medi Ambient i Patrimoni Natural.

El projecte Rius, d'educació ambiental que promou a través del coneixement científic l'observació del riu i voltants.

LÍNIES D'ACTUACIÓ

3. DIVULGACIÓ

Organitza

- **Sortides educatives guiades** a la muntanya i a espais naturals protegits
- **Conferències, col·loquis i debats**
- **Accions d'educació ambiental**, amb una sòlida base científica, en coordinació amb altres institucions.



Edita i difon

- **Publicacions divulgatives** sobre el patrimoni natural andorrà i la necessitat de preservar-lo
- La revista periòdica **EL MUSSOL**
- **Material àudio-visual** i informàtic



PRIMERA ETAPA

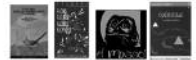
PUBLICACIONS I PROJECTES DE DIVULGACIÓ CIENTÍFICA

Creació xarxa de científics i tècnics molt important



PUBLICACIONS

- **Atles ornitòlegs i nidificats d'Andorra**
- **Guies de camp:** Flora, ocells, Papallones, Ocells
- **Itineraris de natura:** Pais a pas per Andorra
- **Monografies:** Ocells penedeses i Ciripatins
- **Revista:** El Mussol



ALGUNS AUTORS I COL·LABORADORS

M. Dubouig-Savage, J. Crozier, A. Malackie, A.ux Clarames, Claude Cominelli, O. Allainery, R. Audran, A. Bernard, J. Szudzik, J. Canal, A. Carulla, M. Clouet, J. A. Comesa, J. L. Capone, M. Culsis, J. Dalmau, P. A. Desjardins, C. Dondacheux, J. Estrada, S. Fromaux, J. Garcia-Petit, G. Geary, P. Isenmann, J. Joseph, G. Jonouar, A. Margalida, O. Munnier, D. Nibel, T. Nore, M. Rasin, J. D. Summers-Smith, M. Thévenot, J. M. Thollay, C. Vada, i E. Vicens.

PRIMERA ETAPA

PUBLICACIONS I PROJECTES DE DIVULGACIÓ CIENTÍFICA

S'inicien projectes



PACT
(Pla d'actuacions per a la Conservació del Trençalòs)



Projecte Rius
(Educació ambiental)

Primeres reivindicacions
Conjuntament amb altres associacions:
Apapama - Club Pirinenc ...



Salvem Creusanes!

És important remarcar la primera mobilització ciutadana de l'època moderna, conjuntament amb les associacions Apapma i Club Pirinenc, *Sí al Madriu*. L'objectiu era impedir la construcció d'un accés rodat a la vall del Madriu. Aquest tema ha estat necessari reprendre'l en dues ocasions més i de moment podem dir que és un objectiu aconseguit.

En la segona etapa es fa un salt cap a la reivindicació sense deixar de banda la divulgació.

ADN i el Col·lectiu per a la Protecció del Patrimoni Pirinenc (P3M) s'ajunten: personal de P3M s'incorpora al funcionament i infraestructura de l'ADN.

Es considera un concepte conservacionista més global, que avança des de la preservació de la biodiversitat cap a qüestionar-se el model de país en un marc geogràfic més ampli: el Pirineu. Es col·labora activament amb associacions de fora d'Andorra.

La pèrdua de biodiversitat per la canalització dels rius d'alta muntanya, la candidatura dels Jocs Olímpics d'hivern, l'ampliació de les pistes d'esquí basant-se només en els criteris de creixement econòmic són algunes de les campanyes reivindicatives. En aquest últim cas i amb la col·laboració del CIAPP, organització dels Pirineus francesos per la protecció de la muntanya, es va aconseguir aturar el projecte Porte de Neiges impulsat per una empresa andorrana. La campanya que més va marcar aquesta etapa és *Per una Andorra sostenible ara!!* (any 2003). <http://www.andorrasostenible.org/>

El debat generat pel forn incinerador de residus de la Comella que es va haver de clausurar per l'elevat grau de contaminació, va plantejar el tema dels residus dins d'una visió global de model de país, i es va començar a parlar de desenvolupament sostenible.

Es va redactar un manifest al qual es van adherir nombroses associacions del país i molts ciutadans, entre els quals personalitats com José Luis Sampedro, la cantant Noa, Lluís Gavaldà, Maria del Mar Bonet, Eudald Carbonell, Pepa Plana..., en què es demanava:

1. Nova planificació del país. Una planificació del país d'acord amb les seves característiques i possibilitats.
2. Que la legislació sobre l'ús dels recursos naturals, i en particular de l'aigua, l'aire, el paisatge, la biodiversitat i el sòl agrícola en garantis la conservació perdurable.
3. Una moratòria en la construcció de les grans infraestructures, en l'increment de places hoteleres, en la urbanització dispersa i en l'ampliació de dominis esquiables, fins que no s'hagin desenvolupat les demandes anteriors.

SEGONA ETAPA

... ACCIONS REIVINDICATIVES

- * Es continua les publicacions i la divulgació científica
- * L'ADN i P3M es fusionen
- * Es qüestionen el model de país
- * Pirineu com a unitat i Andorra en forma part.
- * Col·laboració amb altres associacions del nord i del sud.
- * El desenvolupament sostenible com a projecte de futur



SEGONA ETAPA

... ACCIONS REIVINDICATIVES

Campanyes

- L'expansió de les pistes d'esquí
- El forn incinerador d'escombrires
- Els jocs olímpics d'hivern 2002
- Les canalitzacions dels rius
- Marfies: de conservació del paisatge
- Porte de neiges conjuntament amb el CIAPP
- Per una Andorra sostenible ara!
- Càlcul de la petjada ecològica



SEGONA ETAPA

... ACCIONS REIVINDICATIVES

PER UNA ANDORRA SOSTENIBLE ARA! Any 2003

- * Propostes concretes per a avançar cap a un model de desenvolupament més sostenible:
 1. Nova planificació del país
 2. Legislació que garantis la conservació dels recursos naturals.
 3. Una moratòria en la construcció.
 4. L'elaboració d'un nou pla de residus
- * Publicació del document: **120 propostes per a una Andorra sostenible**.
10 àrees temàtiques.
Cada àrea consta de: objectius, les propostes i els indicadors de concreció

<http://www.andorrasostenible.org/>



4. L'elaboració d'un nou pla de residus adaptat al nou model de país, a partir d'un ampli procés de debat públic. Mentre no es completa aquest procés, demanem que no es construeixi el nou forn incinerador.

A més es va redactar un document amb 120 propostes d'accions sostenibles dirigit a les administracions públiques dividit en deu àrees temàtiques i en què es concretaven els objectius, les propostes i els indicadors de correcció.

El càlcul de la petjada ecològica d'Andorra, un indicador que ens permetia comparar el model de desenvolupament andorrà amb la resta del món, ens va servir per constatar que el nostre model de creixement exponencial era insostenible. Alhora, i essent fidel a l'esperit divulgador de l'associació, es va desenvolupar un material didàctic per poder treballar a tots els sistemes educatius del país aquest concepte.

Per acabar unes reflexions que sintetitzen aquesta trajectòria.

Els àmbits d'actuació que van ser el punt de partida per la creació de l'ADN han anat canviant amb el temps.

En part, perquè el context andorrà ha canviat. També perquè alguns àmbits d'actuació com el lideratge de projectes d'investigació els han assumit altres entitats, com l'Institut d'Estudis Andorrans.

L'ADN va omplir un buit en un moment en què la societat andorrana no disposava de cap centre d'estudis com el Cenma, dins de l'IEA, o l'empresa Andorra Sostenible, empenyent la investigació i fent participar els ciutadans no especialitzats.

Potser des de l'oficialitat no s'ha sabut aprofitar aquest actiu de participació ciutadana i la seva força creativa.

En l'actualitat qui parla de sostenibilitat és una empresa privada depenent del ministeri de Medi Ambient que organitza campanyes de conscienciació, curssets..., i les sortides de coneixement del medi van a càrrec majoritàriament de l'IEA.

I també una *picada d'ullet* al futur, amb l'esperança que aprendrem dels nostres errors i que aconseguirem viure en una societat més respectuosa amb l'entorn i amb la felicitat dels seus habitants, on el creixement continu hagi desaparegut com a concepte.

SEGONA ETAPA

...ACCIONS REIVINDICATIVES

LA PETJADA ECOLÒGICA D'ANDORRA

- Càlcul adaptat de la petjada ecològica
- 2005 - 2008
- Qüestionava l'ús de recursos naturals i la contaminació derivada del model de creixement d'Andorra:
- *Si tota la població del Planeta visqués com ho fa la població andorrana, es necessitarien 2,5 planetes Terra*



REFLEXIONS...

-Les propostes i accions d'ADN reflexen la voluntat d'acció i de canvi de la societat civil en relació a la sostenibilitat i el canvi climàtic.

-El ritme ciutadà i polític es mouen a tempos diferents: amb el temps, s'ha vist que moltes accions i propostes van ser innovadores, pioneres i precursoras.

-L'etapa de divulgació científica va tenir un impacte molt important per conscienciar la ciutadania en relació a la conservació de l'entorn.

-Es va generar i publicar un coneixement sobre biodiversitat significatiu.

I ara ...

-Aquests plantejaments continuen sent vàlids.

-És important la col·laboració entre les Associacions i les administracions públiques.

- Fomentar el teixit associatiu i el voluntariat ambiental és una aposta de futur.



Carolina Motwani i Boix,
biòloga i presidenta d'ADN,
Albert Ruzafa i Tomàs,
enginyer de forests i tresorer d'ADN, i
Anna Riberaygua i Montagut,
llibretera i ex presidenta d'ADN



El canvi climàtic; fenomen global, acció local

Carles MIQUEL i GARCIA



1. Introducció

El 1988, el Programa de les Nacions Unides pel medi ambient (PNUMA, UNEP) i l'Organització Mundial de la Meteorologia (OMM, WMO) creen el Grup intergovernamental d'experts sobre el clima (GIEC, IPCC), davant dels estudis que començaven a indicar que s'estava produint un escalfament global. Davant de la creixent informació sobre la temàtica i amb l'augment de les evidències, en la Conferència sobre el medi ambient de Rio de Janeiro (també anomenada Cimera de la Terra) es va proposar un acord mundial sobre el canvi climàtic. La Convenció marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic (CMNUCC) va ser adoptada a Nova York el 9 de maig de 1992 i va entrar en vigor el 21 de març de 1994. Va permetre inicialment, entre altres coses, reforçar la consciència pública, a escala mundial, dels problemes anomenats *globals* relacionats amb el canvi climàtic.

L'objectiu de la convenció (article 2) és el d'aconseguir l'estabilització de les concentracions de gasos d'efecte hivernacle (en endavant també, GEH) a l'atmosfera a un nivell que impedeixi interferències antropogèniques perilloses en el sistema climàtic i en un termini suficient per permetre que els ecosistemes s'adaptin naturalment al canvi climàtic, assegurant que la producció d'aliments no es vegi amenaçada i permetent que el desenvolupament econòmic continuï de manera sostenible.

En la definició d'aquest objectiu és important destacar dos aspectes:

- No es determinen els nivells de concentració dels GEH que es consideren interferència antropogènica perillosa en el sistema climàtic, reconeixent així que en aquell moment no existia certesa científica sobre què s'havia d'entendre per nivells no perillosos.
- Se suggereix el fet que el canvi del clima és una cosa ja inevitable, per la qual cosa, no només s'han d'abordar accions preventives (per frenar el canvi climàtic), sinó també d'adaptació a les noves condicions climàtiques.

El diòxid de carboni (CO₂) és un dels gasos clau responsable del canvi climàtic, però no l'únic. Els gasos que tenen un efecte sobre l'escalfament global es cataloguen en funció del seu

poder d'escalfament global (PEG). A títol d'exemple, el segon informe d'avaluació de l'IPCC (SAR, GWPs, 100 year time horizon), proposa els següents PEG per als gasos d'efecte hivernacle més comuns: diòxid de carboni (CO₂): 1, metà (CH₄): 21, òxid nitrós (N₂O): 310, hexafluorur de sofre (SF₆): 23.900, etc.

Sota l'efecte d'aquests gasos, la radiació reflectida que escapa de la Terra queda limitada pel que augmenta la temperatura de l'atmosfera terrestre. Aquest efecte ja va ser posat de manifest per l'IPCC des dels seus inicis, si bé amb poca repercussió sobre els governs del món.

2. El canvi climàtic; fenomen global

El canvi climàtic és una realitat a escala global (terra i mar), amb un augment 0,85 °C entre el 1880 i el 2012, i probablement amb el període 1983-2012 com el més calorós des de fa 1.400 anys. Ara bé, les manifestacions d'aquest canvi a escala local poden ser molt diverses: augment de les temperatures, variacions en els règims pluviomètrics a l'alça o a la baixa, fenòmens extrems, entre d'altres. La col·laboració del grup de treball i de l'IPCC (*working Group I*) en el 5è informe d'avaluació (*Assessment report 5*) ho deixa clar; l'activitat humana n'és responsable amb un grau de confiança extremament elevat (> 95%).¹

Entre d'altres aspectes també es posa en relleu:

És molt probable que:

- el nombre de dies calorosos i nits càlides augmenti,
- les onades de calor siguin més freqüents i més fortes.

Probable que:

- en les zones seques (subtropicals), la precipitació disminueixi,
- augmenti la freqüència i la intensitat de les pluges fortes, en particular en les latituds altes.

Sembla provat que els esdeveniments extrems, com ara fortes pluges a les latituds altes (per exemple a Europa) o les regions tropicals es tornen més intenses i ocorren amb més freqüència a la fi de segle, a mesura que les temperatures augmenten. Per contra, les zones seques veuran una disminució de les precipitacions a mesura que les temperatures augmentin. La capa de neu es reduirà en almenys un 7%, especialment a l'hemisferi nord. En l'escenari més optimista, aquesta reducció seria del 7% a final del segle XXI en comparació amb el final del segle XX. El pitjor dels casos preveu una reducció de la capa de neu del 25%. El 2100, i en el pitjor dels casos, les glaceres podrien desaparèixer en un 85% (en volum).

Els escenaris emprats en aquest 5è informe d'avaluació deixen de banda els típics escenaris d'augment de les temperatures i plantegen escenaris basats en trajectòries representatives de concentracions, en termes de radiació equivalent (*Representative Concentration Pathways*,



Imatge núm. 1. Acudit sobre l'escepticisme en relació amb els missatges de l'IPCC

values in the year 2100 relative to pre-industrial values, in W/m²). Els principals escenaris, amb les variacions indicatives de temperatura per al període 2081-2100 en relació amb el període 1986-2005 són: RCP 2,6 (+1,0°C), RCP 4,5 (+1,8°C), RCP 6,0 (+2,2°C) i RCP 8,5 (+3,7°C).

Quant als impactes, el 5è informe d'avaluació elaborat per l'IPCC també tracta sobre aquests aspectes.² Per donar-ne un exemple, els riscos més importants que haurem d'afrontar a Europa són els propis lligats a:

- precipitacions extremes,
- sequeres,
- temperatures extremes,
- dèficits hídrics,
- augment del nivell del mar.

3. Fenomen global, efectes locals

Andorra és un país muntanyós enclavat al massís dels Pirineus. L'any 2007 el Grup intergovernamental d'experts sobre el clima (IPCC) va identificar les zones muntanyoses com a espais particularment sensibles al canvi climàtic.

Les tendències observades per al període 1950-2010 permeten afirmar³ que els Pirineus són avui en dia més càlids (una mitjana de +0,2°C per dècada) i amb menys precipitacions anuals (-2 l/m² per any). Segons les projeccions realitzades amb l'escenari A1B de l'IPCC, en els horitzons 2021-2050 i 2071-2100, les tendències ja observades al massís haurien de continuar als Pirineus al llarg del segle XXI. La regió amb influència mediterrània s'accentuaria, causant perjudici a la regió climàtica central, que es veuria més afectada per aquestes variacions.

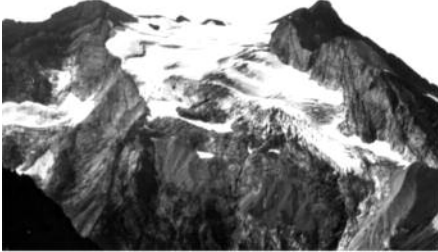
Respecte al període de referència 1961-1990, Andorra també es veuria exposada: +3,6°C i -17%, respectivament per a les temperatures i les precipitacions per al període 2071-2100. Aquests canvis podrien pertorbar i trasbalsar els equilibris naturals avui existents, en àmbits tan diversos com l'aigua, els ecosistemes i la biodiversitat. A títol d'exemple en relació amb els recursos hídrics, cal esperar a Andorra una disminució de 42 hm³, un -18%, a l'horitzó 2021-2050, així com una disminució de 106 hm³ (-38%) a l'horitzó 2071-2100, ambdós respecte al període de referència esmentat. Aquests efectes no es limitarien a una disminució de recursos, sinó que també afectaran el règim hidrològic dels cursos d'aigua i la innivació natural. Aquests canvis suposaran perturbacions i alteraran els equilibris naturals actuals principalment pel que fa als recursos en aigua, així com al funcionament dels ecosistemes i a la riquesa de la biodiversitat

Aquestes evolucions ja constatades i que tendiran a accentuar-se en el futur tindran de ben segur un impacte al país en diversos àmbits de l'activitat econòmica, en la seva població, en els seus recursos, en la biodiversitat i els ecosistemes, en la energia, en l'urbanisme i les infraestructures, entre d'altres.

Aquests canvis suposaran perturbacions i alteraran els equilibris naturals actuals principalment pel que fa als recursos en aigua, així com al funcionament dels ecosistemes i a la riquesa de la biodiversitat.

Les glaceres són un clar exemple de l'evolució que s'està vivint als Pirineus (vegeu la imatge núm. 2).

1911



2011



Imatge núm. 2. Glacera d'Ossoue (massís del Vignemale). (Font: Association MORAINÉ, 2011). *Modificades*

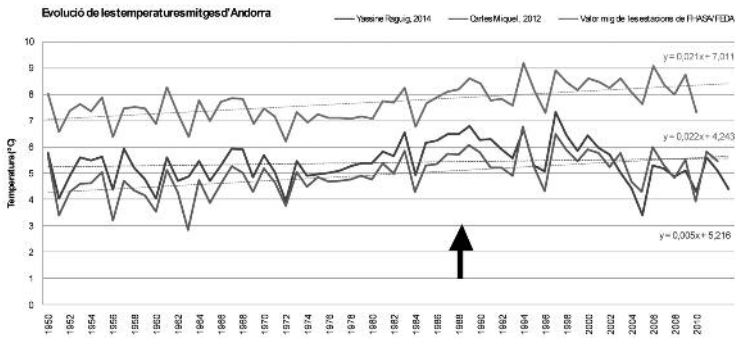
4. Canvis observats

A partir dels estudis elaborats per l'Observatori Pirinenc del Canvi Climàtic i dels índexs de canvi climàtic definits pel grup d'experts per a la detecció, monitorització i elaboració d'índexs de canvi climàtic (ETCCDMI), el Centre d'Estudi de la neu i la muntanya d'Andorra de l'Institut d'Estudis Andorrans ha estudiat les tendències anuals i estacionals de la temperatura màxima, mínima i la precipitació d'Andorra. Els resultats són els següents, basats en la mitjana de les tres estacions de FHASA/FEDA per al cas de les temperatures i de dues estacions de FHASA/FEDA per al cas de les precipitacions (central hidroelèctrica i Ransol):

- temperatura mitjana anual: augment de 0,20 °C per dècada (Tm +0,20 °C per dècada);
- temperatura màxima diària: augment del valor màxim anual de la temperatura màxima diària de 0,43 °C per dècada (Tx +0,43 °C per dècada);
- temperatura mínima diària: augment del valor mínim anual de la temperatura mínima diària de 0,53 °C per dècada (Tn +0,53 °C per dècada);
- increment del nombre de dies l'any en què com a mínim hi ha sis dies consecutius amb la temperatura màxima diària superior al percentil 90 (onades de calor + 2,1 dies a l'any/dècada);
- dies de glaç: disminució dels dies l'any en què la temperatura mínima diària és inferior a 0 °C. De mitjana, es perd 1 dia cada 2,4 anys (mitjana de les tres estacions FHASA/FEDA) (dies i nits càlides);
- temperatura mínima diària: augment del valor mínim anual de la temperatura mínima diària de 0,53 °C per dècada (dies i nits fredes, dies de glaç, dies glacials).
- precipitació mitjana anual: disminució de 40 mm cada deu anys (precipitació mitjana anual - 40 mm/dècada);
- augment de l'evapotranspiració +1,6% (+8 mm) entre el període 1951-1980 i 1981-2010 (augment de l'ETP, ETR +1,6%);
- disminució dels recursos hídrics -16,7% (-103 mm), entre el període 1951-1980 i 1981-2010 (disminució del recurs hídric -16,7%).

Els gràfics següents presenten les evolucions de les temperatures i de les precipitacions, segons diverses fonts:

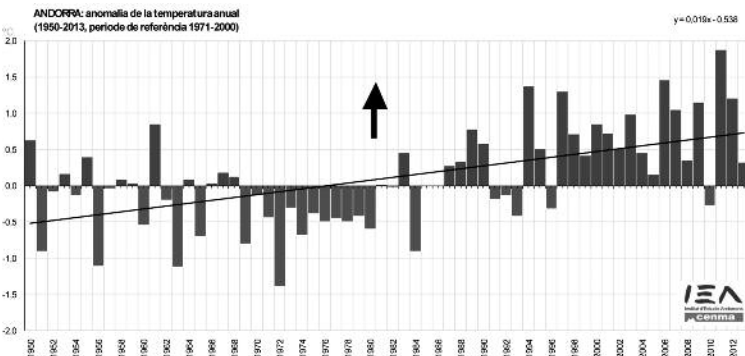
Temperatures



Gràfic núm. 1. Evolució de la temperatura mitjana anual d'Andorra entre 1950 i 2010, en base a tres estudis diferents (Yassine Ragui, 2014 (vermell); Carles Miquel, 2012 (blau); valor mitjà de les estacions de FHASA/FEDA (taronja). Les línies contínues indiquen la variabilitat de la temperatura, les línies discontinues mostren la tendència lineal de les sèries de dades.

MIQUEL, C. (2012) *Étude préliminaire sur les changements climatiques dans le massif des Pyrénées: caractérisation et effets prévisibles sur la ressource en eau*. Mémoire d'ingénieur.

RAGUI, Y. (2014) *Reconstruction et validation de la ressource hydrique d'Andorre pour la période 1950-2013*. Mémoire de maîtrise 2.

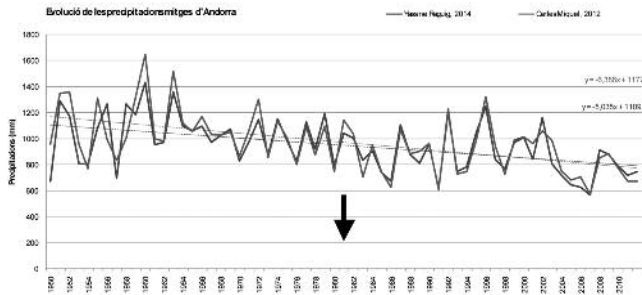


Gràfic núm. 2. Evolució de les anomalies de la temperatura mitjana anual d'Andorra entre 1950 i 2013 respecte el període de referència 1971-2000. Les dades representen la mitjana de les estacions de FHASA/FEDA. Per homogeneïtzar els períodes s'ha considerat únicament el període 1950-2012

(Centre d'estudis de la neu i la muntanya d'Andorra, Institut d'Estudis Andorrans).

ESTEBAN VEA P., PROHOM DURAN M., AGUILAR E. (2012). *Tendencias recientes e índices de cambio climático de la temperatura y la precipitación en Andorra, Pirineos (1935-2008)*. Pirineos, 167, 87–106.

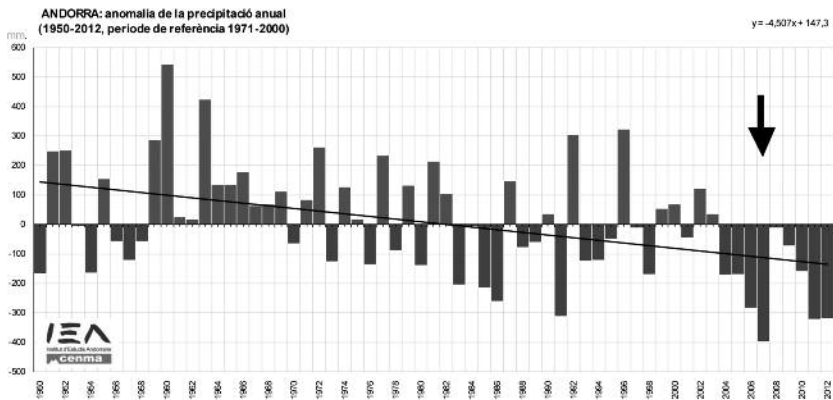
Precipitacions



Gràfic núm. 3. Evolució de la precipitació mitjana anual d'Andorra entre 1950 i 2010, en base a dos estudis diferents (Yassiné Raguig, 2014 (vermell); Carles Miquel, 2012 (blau)). Les línies contínues indiquen l'evolució de la precipitació, les línies discontinues mostren la tendència lineal de les sèries de dades.

MIQUEL, C. (2012) *Étude préliminaire sur les changements climatiques dans le massif des Pyrénées: caractérisation et effets prévisibles sur la ressource en eau*. Mémoire d'ingénieur.

RAGUIG, Y. (2014) *Reconstruction et validation de la ressource hydrique d'Andorre pour la période 1950-2013*. Mémoire de mastère 2.



Gràfic núm. 4. Evolució de les anomalies de la precipitació mitjana anual d'Andorra entre 1950 i 2012 respecte el període de referència 1971-2000. Les dades representen la mitjana de les estacions de FHASA/FEDA. Per homogeneïtzar els períodes s'ha considerat únicament el període 1950-2012.

(Centre d'estudis de la neu i la muntanya d'Andorra, Institut d'Estudis Andorrans).

ESTEBAN VEA, P.; PROHOM DURAN, M.; AGUILAR, E. (2012) "Tendencias recientes e índices de cambio climático de la temperatura y la precipitación en Andorra, Pirineos (1935-2008)". *Pirineos*, 167, 87-106.

5. Impactes, sí, però quina és la nostra responsabilitat?

Tot i la baixa responsabilitat d'Andorra en relació amb les emissions mundials, els efectes del canvi climàtic ja han estat percebuts a escala nacional (per al període 1950-2012: +0,20 °C/dècada, i com a mínim, una reducció de 45 mm/dècada en termes de precipitació).

El país és responsable d'aproximadament el 0,00112% (2010) de les emissions mundials, amb una responsabilitat que tendeix a disminuir (reducció d'aquesta responsabilitat del 21% entre el 2000 i el 2010). Les emissions d'Andorra estan en una clara tendència a la disminució des de l'any 2005 (-9,6%), situació inversa a la viscuda a escala internacional, amb un augment de 4,3%.

6. Andorra part de la resposta internacional

En data 2 de març de 2011, el Principat d'Andorra es va adherir al conveni, en què consta com a part no inclosa en l'annex I (no-Annex I). El 31 de maig de 2011, va entrar en vigor el conveni. Com a membre, Andorra ha de complir les obligacions que hi són fixades. En concret, el paràgraf 1 de l'article 4 i el paràgraf 1 de l'article 12 del CMNUCC, estableix que cada part comunica a la Conferència de les Parts (1) les informacions relatives a les emissions antròpiques per tipus de font i l'absorció pels embornals de tots els gasos d'efecte hivernacle (GEI) no reglamentats pel protocol de Montreal, en forma d'inventari (2) els programes nacionals o regionals encaminats a atenuar els canvis climàtics i a facilitar una adaptació apropiada a aquests canvis, i (3) tota informació que pugui ser útil per assolir els objectius de la convenció. L'inventari esmentat es realitza d'acord a l'article 12 del CMNUCC utilitzant metodologies comparables que promou i aprova la Conferència de les Parts.

En aquest sentit, i per tal de donar resposta a aquestes obligacions, les parts no incloses en l'annex I segueixen les decisions adoptades per la Conferència de les Parts que fixen les directrius per la realització de les *National Communications (NC)* a realitzar cada 4 anys. Mitjançant la decisió 10/CP.2, la Conferència de les Parts va definir les directrius del CMNUCC per la realització de les NC. En la seva cinquena sessió, la Conferència de les Parts va engagar un procés de revisió d'aquestes directrius. Les directrius del CMNUCC adoptades per la Conferència de les Parts en la seva vuitena sessió, decisió 17/CP.8, són el resultat d'aquest procés. Segons aquestes directrius, les comunicacions nacionals de cada Part no-annex I han d'incloure: (a) l'inventari nacional de les emissions antròpiques esmentat, (b) la descripció general de les mesures que ha adoptat o preveu adoptar el país, així com (c) qualsevol altra informació que la Part no-annexa consideri escaient per a assolir l'objectiu del conveni i, si és possible, dades pertinents pel càlcul de les tendències de les emissions mundials.

A banda de les Comunicacions nacionals (NC), la Conferència de les Parts va adoptar la decisió 2/CP.17 que estableix un nou instrument, els *Biennial Update Report, (BUR)*, i en defineix les línies mestres per seguir en la redacció d'aquestes comunicacions per a les parts no incloses com a annex I (no-Annex I). La periodicitat de presentació d'aquest informe és de dos anys, a comptar del 31 de desembre de 2014, data a la qual s'ha d'haver sotmès el primer BUR.

7. El compliment del Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic: un repte però també una oportunitat

Si bé podem contribuir a limitar el canvi climàtic evitant emissions, el canvi s'ha engelat, s'està

produint i és inevitable. Les accions de mitigació han de ser completades per accions d'adaptació que ens permetin reduir –o eliminar–els impactes del canvi, limitant la nostra vulnerabilitat i augmentant alhora la nostra resiliència. Sobre aquests aspectes tracta la contribució del grup de treball II de l'IPCC (WGII) al 5è informe d'avaluació (AR5). Per donar-ne una pinzellada, els riscos més importants que haurem d'afrontar a Europa són els propis lligats a precipitacions extremes, a sequeres, a temperatures extremes, a dèficits hídrics i a l'augment del nivell del mar. Bona part de les accions potencials d'adaptació passen pel desplegament de polítiques que considerin el fenomen del canvi climàtic des de la fase més inicial, això tant pel que fa al sector públic com al privat. En el pla ciutadà, l'eix fonamental passa per la informació i la conscienciació. L'adaptació no ha de ser una càrrega per a la nostra societat, ja que no tots els impactes han de ser negatius. Es tracta, per tant, d'una oportunitat que se'ns planteja per estar més i millor preparats al nou escenari que ja se'ns ha començat a dibuixar. Concretament, els treballs que Andorra haurà de desenvolupar contribuiran en més o menys mesura a:

- La coordinació de treballs realitzats al volant o amb lligam amb el canvi climàtic. Mitigació i adaptació al voltant del canvi climàtic.
- L'anticipació als canvis que viurà el país. L'estudi del fenomen, de la vulnerabilitat i dels riscos ha de permetre al país augmentar la capacitat d'anticipació i la seva resiliència.
- La millora de la preparació d'Andorra enfront el canvi climàtic. Minimització dels efectes negatius i potenciació dels aspectes positius (recursos hídrics, energia, gestió forestal, etc.).
- La contribució a una estratègia de país sostenible. Atès el caràcter internacional del CMNUCC i la vulnerabilitat d'Andorra davant el canvi climàtic.
- El posicionament d'Andorra com a referent en relació a l'adaptació al canvi climàtic en zones de muntanya. Atesa la particularitat geogràfica del país, Andorra podria esdevenir un referent mundial en l'àmbit de la gestió del canvi climàtic en zones de muntanya podria augmentar així la seva projecció internacional.

8. La resposta internacional passa per l'acció local

A Andorra, l'organisme delegat en relació amb el Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic és el ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat del Govern d'Andorra. Els seus objectius són donar resposta als cinc pilars fonamentals de la resposta internacional a escala local:

- Inventari GEH.
- Mitigació.
- Vulnerabilitat i adaptació.
- Recerca i observació sistemàtica.
- Educació i sensibilització.

Per donar-hi resposta, el Govern ha articulat una sèrie d'accions.

8.1. Mesures organitzatives

Creació de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic: decret del Govern del 29 d'abril del 2015. Té competències sobre energia, meteorologia, climatologia i canvi climàtic. El seu objectiu és el de disposar d'una estructura governamental capaç de garantir l'aplicació de la nova política energètica en coherència amb les previsions del Conveni marc de les Nacions

Unides sobre el canvi climàtic, integrant alhora competències en relació amb l'energia i al canvi climàtic.

Creació d'una estructura de treball per respondre a les obligacions del CMNUCC que inclou diversos interlocutors nacionals.

8.2. Inventari de GEH

Segons les dades provisionals del BUR2 d'Andorra (actualització), les emissions ascendeixen a 515 Gg CO₂ eq. (2013), amb unes absorcions de 127 Gg CO₂ eq. (24,7 %) i unes emissions no absorbides de 388 Gg CO₂ eq. Més del 95% de les emissions eq. d'Andorra, són de CO₂. I el 95% de les emissions eq. d'Andorra, provenen de la categoria d'inventari "Energia".

8.3. Mitigació

La demanda energètica anual en electricitat va ser al 2015 de 571 GWh, dels quals Andorra produeix uns 100 GWh/any, és a dir un 17,5%. La resta és importada d'Espanya (55%) i de França (45%).

Quant al consum energètic total va ascendir a 214.000 TEP. D'aquests, 74,3% es proveeix en forma de combustibles fòssils, repartits entre el sector dels transports (51,8%) i la resta (elèctric, gasoil de calefacció, aigua termal) amb un 48,2%. En total, la dependència energètica nacional ascendeix al 94,2%. No és doncs estrany que sigui necessari un canvi en el model energètic nacional. El 2012, el *Llibre blanc de l'energia* ja va interessar sobre la matèria, sobre la base d'una reflexió realitzada en el marc d'un procés de participació dels sectors socioeconòmics implicats (Fòrum Energia i Futur). Entre d'altres aspectes, el document va proposar un augment de la producció nacional energètica (electricitat i calor), el foment de la regulació de la producció fotovoltaica a l'edificació, la implantació del vehicle elèctric, una taxa de contribució a l'eficiència energètica, ajudes a la rehabilitació de l'edificació, la liberalització de la producció per potències de producció elèctrica inferiors a 500 kW, el transport, l'ús i la distribució de gas natural, el foment dels *district heatings*, la utilització de biomassa, les *smart grids*, el foment de la energia eòlica i les minihidràuliques, entre d'altres aspectes lligats a l'eficiència energètica en l'edificació, com ara la generalització de la certificació energètica en l'edificació.

Més recentment, el programa d'ajuts a la rehabilitació i a la millora de l'eficiència energètica en l'edificació i a l'ús d'energies renovables (programa Renova) contribueix ja des del 2011 a aquesta millora. En els darrers anys, s'ha convertit en un pilar fonamental de la transició energètica, doncs el 94% de les sol·licituds s'efectuen en el marc de la millora de l'eficiència energètica o la implantació d'energies renovables.

En l'àmbit de la producció energètica en centres especialitzats, el Govern treballa en l'elaboració d'un pla sectorial d'infraestructures energètiques, que pretén entre d'altres un aprofitament dels recursos naturals renovables, com ara l'aigua, el sol, el vent, la biomassa o el sòl, preveient igualment les infraestructures necessàries relacionades amb el sistema elèctric, la producció i la distribució de calor i adaptant el sistema de distribució a noves necessitats, com ara el vehicle elèctric (fomentat pel programa Engega). Aquestes noves infraestructures han de



Imatge núm. 3. Imatge del programa Renova 2016

contribuir a la diversificació de l'origen de l'energia, a l'augment de la producció nacional, però alhora necessitaran de canvis també en la nostra percepció de l'entorn i en la pròpia percepció d'aquestes tecnologies noves pel nostre país. N'és un clar exemple, la instal·lació fotovoltaica de la coberta de l'estació nacional d'autobusos, d'una potència de 171 kW i més de 1.400 m² de panells solars fotovoltaics (la més gran del país a la data).

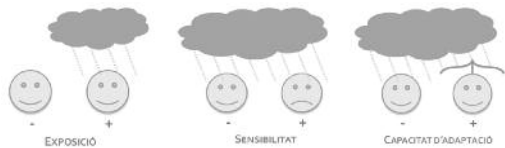
Aquesta transició energètica ha de venir igualment acompanyada d'instruments legals sòlids que fixin el camí a seguir i atorguin una seguretat jurídic al conjunt d'actors.

8.4. Vulnerabilitat i adaptació

L'adaptació al canvi climàtic es defineix tècnicament com "els ajustos en sistemes humans o naturals com a resposta a estímuls climàtics reals o previstos o als seus efectes, que poden moderar el dany o aprofitar-ne els seus aspectes beneficiosos".

Per comprendre l'adaptació convé entendre els següents conceptes, i el principis que l'han de regir:

- Dificultat de predir/incertesa: en la mesura del possible, mesures de *co-benefici*, és a dir que es justifiquin econòmicament i ambientalment. Seleccionar les opcions que generin els màxims beneficis socials, econòmics i ambientals independentment dels diferents escenaris de canvi climàtic. És el principi d'estratègies *sense penediment* (*no regret*, en anglès).
- Establir polítiques i projectes la viabilitat i la idoneïtat dels quals no estiguin amenaçats en un context de canvi climàtic. És el principi de robustesa.
- Potenciar projectes i polítiques flexibles, és a dir, el disseny o funcionament dels quals puguin ser modificats a menor cost per adaptar-se –sobretot– al canvi climàtic. És el principi de flexibilitat.
- Les iniciatives *sense penediment* són el punt de partida per a les estratègies d'adaptació. Per mesurar la rellevància i adaptabilitat d'un projecte, una mesura o política, es poden fer dues preguntes. *Durant quant temps serà eficient l'estratègia definida?* Aquesta informació permet definir la robustesa de l'actuació.
- *Com serà de fàcil canviar a una estratègia alternativa més adequada?* Ens permet conèixer la flexibilitat de l'estratègia i millorar-la perquè generi el màxim benefici social, ambiental i econòmic, d'acord amb el principi de *sense penediment*.
- Exposició: forma i grau en què un sistema resulta exposat a variacions climàtiques importants.
- Sensibilitat: nivell en què un sistema resulta afectat per estímuls relacionats amb el sistema, ja sigui positivament o negativament, de forma directa o indirecta. Per exemple, un efecte directe seria un canvi en el rendiment de les collites en resposta a la mitjana, al rang o a la variabilitat de les temperatures, mentre que un efecte indirecte serien els danys causats per un augment en la freqüència d'inundacions costeres degut a una elevació del nivell del mar.
- Capacitat d'adaptació: capacitat d'un sistema per ajustar-se al canvi climàtic, incloses la variabilitat climàtica i els canvis extrems. Una bona capacitat d'adaptació permet moderar els danys potencials, aprofitar les conseqüències positives, o suportar les conseqüències negatives del canvi climàtic.



Imatge núm. 4. Explicació gràfica de la diferència entre "exposició", "sensibilitat" i "capacitat d'adaptació"

Aquesta millora de la capacitat adaptació ha de contribuir a l'augment de la capacitat de resiliència d'Andorra en relació amb els fenòmens i els efectes derivats del canvi climàtic. En aquest sentit, el 2014, el Govern va llençar el Procés d'adaptació d'Andorra al canvi climàtic (PAACC). L'objectiu general del projecte és definir mesures d'adaptació específiques per sectors que es puguin dur a terme perquè Andorra esdevingui menys vulnerable als possibles impactes del canvi climàtic.

8.5. El treball en xarxa en l'àmbit de la bioregió climàtica alpina dels Pirineus

El canvi climàtic és un fenomen que no coneix de fronteres. I com a tal, és un repte que s'ha d'afrontar des de la perspectiva global, però també des de la perspectiva de territoris coherents, amb característiques i problemàtiques similars. Una bona agrupació són les bioregions, entre les quals es troben les bioregions alpines. Situada en plena bioregió alpina dels Pirineus, Andorra participa activament en l'Observatori Pirinenc del Canvi Climàtic (OPCC), en el marc de la Comunitat de Treball dels Pirineus (CTP). L'objectiu principal d'aquest observatori és la comprensió de les evolucions del clima a escala dels Pirineus i els seus impactes amb la finalitat de preparar estratègies d'adaptació per a les activitats socioeconòmiques i els espais naturals més vulnerables.

Des del 2010, les accions realitzades han servit per crear un perfil pirinenc compartit entre els vuit territoris que conformen la CTP amb l'objectiu d'elaborar un primer informe transfronterer sobre les característiques i els principals desafiaments del massís. A més, s'ha dut a terme un recull de les dades i d'estudis existents per aprofitar i valoritzar els coneixements ja disponibles. Finalment, s'ha elaborat una primera sèrie d'indicadors per millorar l'avaluació i el seguiment del fenomen del canvi climàtic. En aquest marc, s'ha desenvolupat l'*Estudi d'adaptació dels Pirineus al canvi climàtic*. El treball realitza un diagnòstic del territori, realitza un cens d'iniciatives d'adaptació valoritzables i emet una sèrie de recomanacions per a afavorir i garantir el camí cap a l'adaptació.

Cal posar de manifest que les zones muntanyoses tenen problemàtiques concretes i molt sovint ben diferents que les que tenen altres zones de relleu menys abrupte. Les zones de muntanya són regions que reben de forma severa els efectes del canvi climàtic en tots els àmbits. Aquestes zones no sempre reben l'atenció internacional merescuda, tot i que la seva rica biodiversitat –en molts casos, amb espècies endèmiques i protegides– i els sectors socioeconòmics que s'hi troben són extremament vulnerables als canvis climàtics.

8.6. La recerca i l'observació sistemàtica

La recerca i l'observació sistemàtica (RSO, per les sigles en anglès) és un dels pilars fonamentals del Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic. En aquest context pren importància la observació en matèria meteorològica i climàtica, així com la comunicació i la difusió de la informació que se'n deriva. No és menys important la col·laboració i el treball en xarxa. Així es destaquen les col·laboracions del Govern amb l'IEA-Cenma, Météo France, Aemet, CTP-OPCC, entre moltes d'altres.



Imatge núm. 5. Imatge del Procés d'Adaptació d'Andorra al Canvi Climàtic (PAACC)

8.7. L'educació i la sensibilització

Andorra participa d'aquesta educació i sensibilització al voltant del canvi climàtic prop de la societat i en especial prop dels més menuts. Amb projectes com el de les *Escoles Verdes* o *3E, eficiència energètica a les escoles*, el país prepara una nova generació més conscient dels impactes que l'activitat humana tal com l'hem conegut fins ara té sobre el planeta.

9. I finalment, la resposta internacional com a agregat dels esforços locals

Previ a la Conferència de les Parts de París (COP21), Andorra es va comprometre a través de la seva INDC/CPDN (*Intended Nationally Determined Contribution*) a una reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle d'aquí al 2030, en un 37% en relació amb l'escenari *immobilista* (*business as usual*), compromís que és compatible amb el RCP2.6 (*Representative concentration pathway*) si s'agafa com a referència el valor de les emissions mundials el 2010 i la trajectòria esmentada.

La COP21 va ser tot un èxit. No tant per l'estudi agregat de les INDC presentades, que són insuficients per assolir l'objectiu de mantenir l'augment de les temperatures per sota dels 2 °C a final del segle XXI en relació amb final del segle XIX, sinó per l'Acord de París, al qual es va arribar *in extremis*. Aquesta conferència ha estat crucial perquè ha permès arribar a un acord mundial sobre el clima, aplicable a tots els països, amb l'objectiu de no superar els +2 °C, i de tendir als 1,5 °C.

Posteriorment, Andorra va signar l'Acord de París a Nova York (2016) i el va ratificar per decisió unànime del Consell General.

Els principals aspectes considerats per l'Acord de París són:

1. Text ambiciós: objectiu fixat per sota dels 2 °C (1,5 °C).
2. Text de caràcter universal: reconeix els drets humans.
3. Text equilibrat: entre acció i finançament dels països desenvolupats i comunicació països en desenvolupament.
4. Creació d'un mecanisme de transparència i verificació.
5. Tendència cap a la neutralitat d'emissions durant la segona meitat de segle.
6. CBDR: Responsabilitats comunes però diferenciades (històric reunions Bonn).
7. Contribucions nacionals en els àmbits de la mitigació i de l'adaptació (cada 5 anys).

10. Conclusions

Andorra es troba davant d'un canvi de paradigma a escala mundial i aquest nou paradigma ha de ser una nova oportunitat per al país.

Carles Miquel i Garcia,

enginyer superior en aigua i medi ambient, enginyer tècnic en obres públiques i Cap de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic del Ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat

1- IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The physical science basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5.*

2- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. IPCC Working Group II Contribution to AR5.*

3- MIQUEL, C. 2012 (*Estudi preliminar sobre el canvi climàtic als Pirineus: caracterització i efectes previsibles sobre el recurs hídric*)



Descarbonitzar el Planeta movent-nos del Tenir al Ser

Delfi ROCA i ROCHE



L'Agenda 21, adoptada a Rio l'any 1992, qualifica les muntanyes com les "zones més sensibles als canvis climàtics a l'atmosfera". Andorra, un estat amb la meitat de la superfície per sobre dels 2.000 metres, és un país de muntanya. Per tant, la tria feta per la SAC del tema d'aquesta jornada, *El canvi climàtic i Andorra* és totalment encertada.

Han calgut molts anys per assolir el consens que el canvi climàtic és una realitat perceptible a l'escala d'una vida humana. Arreu del planeta les glaceres en són un clar exemple; fins fa poc impertorbables davant el relleu generacional dels humans, ara, en el curt termini, es poden apreciar les variacions de règim de l'aigua del desgel, en el mitjà termini es pot mesurar el seu recul i, en el llarg termini, es pot constatar la descongelació de la capa més freda del sol, el pergelisòl.

Tot i l'acceleració dels fenòmens meteorològics lligats al canvi climàtic, encara ens queda un llarg camí per recórrer fins que els éssers humans prenguem consciència dels greus impactes del canvi climàtic, especialment a les muntanyes, i decidim actuar immediatament per pal·liar-ne els efectes.

El canvi climàtic és un desafiament. En cap cas no s'ha de percebre com una oportunitat, sinó com un desastre de magnitud universal si volem evitar la desaparició de milers d'espècies i d'ecosistemes, així com la d'una espècie animal anomenada humana. N'és una mostra que quan les dades de l'ONU ens diuen que la fam al món està disminuint, el nombre de persones víctimes de la inseguretats alimentària en les zones de muntanya ha augmentat un 30% en només dotze anys. Els que ho veuen com una oportunitat són aquells capaços de lucrar-se sobre les cendres d'un desastre, com aquells que van perpetrar a França l'estafa de la taxa sobre el carboni i van distreure 1,6 miliards d'euros en dos anys, comprant i venent ficticiament drets sobre l'emissió de CO₂, el principal gas d'efecte hivernacle.

Sense aquesta necessària conscienciació, el pas previ al reconeixement de la nostra responsabilitat, no podrem acceptar la difícil situació en què ens trobem. Només conscienciats podrem decidir canviar la nostra forma de viure i passar a l'acció, per reduir al màxim les

conseqüències de l'augment de les temperatures a escala global, tenint com a màxima que qui lluita contra la natura sempre perd.

Tampoc no podem oblidar que al planeta tot gira. L'atmosfera, els oceans, els rius, la mateixa Terra està en moviment perpetu i això fa que els efectes d'un accident de contaminació radioactiva o els d'un fenomen natural extraordinari puguin arribar a tot arreu. Encara que les emissions d'efecte hivernacle es produeixin lluny d'Andorra, ens acabaran impactant.

Pel que fa a la política, a la primera línia de responsabilitat se situen els polítics que es troben en situació de governar. Són ells qui han d'incentivar la investigació que els ha de procurar els elements necessaris per a la planificació de polítiques nacionals adients en relació amb el canvi climàtic. Per tant, tot el que es faci per reforçar a Andorra la investigació serà una decisió amb sentit comú, com també ho seria promoure una economia productiva i un sistema de transports que causi la mínima petjada ecològica.

Per això és pel cap baix sorprenent que Andorra no s'hagi dotat encara dels texts legislatius que necessita per adaptar-se a la seva pròpia realitat d'espai natural pirinenc. Per exemple, encara no s'ha legislat sobre l'avaluació d'impacte ambiental de projectes o estratègica, més enllà de l'estudi ambiental de plans parcials i especials, esmentat dins el Reglament urbanístic del 2002, o altres regulacions disperses en diferents reglaments, com els de pesca o el de residus. Parlant de residus, també sorprèn que per donar rendiment econòmic al forn incinerador de brossa es faci fixar un sostre exagerat de tones per incinerar, amb les evidents conseqüències negatives per al medi ambient, com xocant és que la quantitat de residus tractats esdevingui un indicador econòmic nacional *positiu*, tal com va explicar al Diari d'Andorra la gerent del Centre de Tractament de Residus: "La pujada en un 3% en el tractament de restes sòlides urbanes és un indicatiu de reactivació econòmica." Als meus ulls és un retrocés en la nostra responsabilitat de tindre cura de la Terra, que demana minimitzar els residus, fins que s'arribi a assolir el residu zero.

Pel que fa a la responsabilitat de conservar la biodiversitat del nostre medi natural, és imperatiu crear el sistema nacional d'espais naturals protegits (que no existeix) així com la normativa per protegir les espècies amenaçades o en perill d'extinció, fins a completar el marc legal bàsic necessari per avaluar els impactes de les activitats que afectin el medi ambient, així com els de tots els projectes de desenvolupament, inclosos els seus efectes sobre el canvi climàtic, tal com estima encertadament la senyora Yuka Greiler, co-cap del Programa global de canvi climàtic a l'Agència de Desenvolupament i Cooperació del govern suís, quan diu que: "D'ara endavant els projectes de desenvolupament han d'integrar la qüestió climàtica de manera sistemàtica." Seria essencial incloure també aquesta visió a totes les polítiques institucionals i als projectes de llei que es presentin al Consell General.

Una altra eina important per conscienciar i decidir responsablement seria actualitzar l'avaluació de la petjada ecològica d'Andorra, tal com reclamen diverses veus autoritzades. La darrera avaluació va ser feta l'any 2009, amb dades de l'any anterior, a l'inici de la crisi financera. (<http://bit.ly/2aGt9zR>). De llavors ençà, mentre Andorra anava evolucionant, ha baixat molta aigua pel Valira, i recalculat aquest indicador és necessari per prendre decisions polítiques i empresarials en base a dades actualitzades.

He volgut recalcar la importància que tenen les dades científiques perquè, d'una banda, són

útils per conscienciar-nos, i de l'altra, són imprescindibles per prendre decisions polítiques i econòmiques amb fonament i sentit comú.

Tot seguit, repassem les dades de l'estat del planeta citant, amb el seu permís, un fragment de l'article publicat l'any passat pel Dr. Josep Maria Mallarach amb el títol *La crisi ecològica global, l'educació ambiental i l'anhel de reconnectar espiritualment amb la natura* (<http://bit.ly/2b7LemZ>). És un recull de dades del Programa de les Nacions Unides per al medi ambient (UNEP) sobre els canvis globals insostenibles entre 1992 i 2012.

"En els vint anys llargs transcorreguts des de la primera Cimera de la Terra, el coneixement de les tendències globals ha anat millorant substancialment, cosa que ha permès afinar els diagnòstics de què es disposava aleshores. Les dues avaluacions globals més importants impulsades per l'ONU han estat l'Avaluació dels ecosistemes del mil·lenni, completada el 2005, i la del Seguiment dels canvis ocorreguts entre Rio i Rio+20 (1992 i 2012). Han confirmat que la situació és més greu de la que es pensava.

D'aquesta darrera en podem remarcar els següents indicadors:

- En aquests dos decennis, la població mundial ha augmentat un 26 % i ara ja som més de 7 miliards de persones. Ensem, la proporció de població urbana ha augmentat un 45% i ara ja supera -per primera vegada a la història- la meitat de la humanitat. El nombre de megàpolis (ciutats de més de 10 milions d'habitants) ha augmentat un 110%, i n'apareix una de nova cada dos anys, i els habitants de barriades suburbials han augmentat en termes absoluts, fins superar els 830 milions de persones.
- Aquest augment de població, unit a l'augment de consum en una part de la humanitat explica que, en aquests vint anys, l'extracció de materials de construcció augmentava un 80% i l'extracció de minerals industrials ho feia un 60%. Alhora, el consum global de carn augmentava un 26%, i el de peix un 32%. Correlativament, han crescut un 13% les pesqueres exhaurides i un 33% les sobreexplotades.
- En aquest mateix període, l'erosió dels sòls del món ha augmentat un 5%; la superfície dels deserts ha crescut un 1% cada any i les tempestes de sorra i de pols han augmentat un 10%, motius pels quals la proporció de la superfície terrestre considerada vulnerable ha augmentat quasi el 50% des de 1992.
- En aquests 20 anys, l'emissió global de gasos d'efecte hivernacle ha crescut un 36% i l'augment de diòxid de carboni (CO₂) a l'atmosfera ha augmentat el 9 %. A resultes d'això, la temperatura mitjana global ha augmentat quasi mig grau centígrad, amb un rang que van des de 0,1° a fins a 3,2 ° C (segons la latitud), i els 10 anys més calents mesurats, han estat tots ells posteriors a 1998. Els casquets polars han reduït més d'un terç la superfície del màxim anual de gel, el nivell dels mars ha pujat uns 5 cm i l'acidesa de l'aigua oceànica ha augmentat 0,05 pH, cosa que crea una greu amenaça per a la supervivència de molts d'ecosistemes, especialment els coral·lins i totes poblacions a ells associades, incloses les humanes, naturalment.
- La superfície mundial de boscos s'ha reduït en 300 milions d'hectàrees des de 1992 i es segueixen destruint grans extensions dels boscos tropicals, els més biodiversos del món. L'Índex Planeta Viu (que mesura la biodiversitat global a partir de 2.500 espècies vertebrades indicadores) ha decaïgut un 12 % en aquests 20 anys i s'estima que entre 20.000-300.000

espècies són anihilades cada any. A escala global es considera que es troben en perill o amenaçats d'extinció un 34 % de les espècies de peixos; un 40 % dels amfibis; un 20 % dels rèptils; un 25 % dels mamífers; un 10 % dels ocells. Si aquestes tendències segueixen, a finals d'aquest segle s'estima que s'hauran exterminat la meitat de totes les espècies del Planeta. Quins impactes pot tenir aquest holocaust unit al canvi climàtic i tots els altres fenòmens indicats abans en el funcionament dels grans processos ecològics que auto-regulen la nostra llar planetària i la fan habitable? Ningú no ho sap, però el risc és obvi i segueix creixent."

Fins aquí la cita amb les dades científiques globals, ja velles de quatre anys. Res no fa indicar que la tendència s'hagi invertit. Mentrestant, seguim caminant cap enrere, com els crancs. El fet que l'any 2015 hagi estat el més càlid des de l'inici dels registres, l'any 1880, n'és la prova. En definitiva, som una civilització que es dirigeix vers el precipici a tota màquina, tot i disposar de les millors dades ambientals recollides científicament de tota la història humana. Vist de lluny, és estrambòtic.

Un cop conscienciats de la perillosa situació que fa augmentar el risc i la vulnerabilitat globals, el següent pas hauria de ser reconèixer la nostra responsabilitat i assumir-la. En general, quan es comet un error el que s'ha de fer és reparar-lo immediatament. L'efecte hivernacle és el greu error que costa assumir públicament. En canvi, hem de suportar la lectura i escoltar les mentides i manipulacions interessades al voltant del canvi climàtic. És el discurs subvencionat dels qui segueixen negant les evidències, malgrat el patiment de milions de persones afectades. Amb un menyspreu total vers els seus congèneres, els financers d'aquest discurs segueixen contaminant, enganyant-nos a la cara. Una mostra és la recent estafa dels fabricants de vehicles amb motor d'explosió. O l'activitat dels negociants i dels bel·licistes, que, per tal d'extreure recursos naturals amb plena impunitat, no dubten a provocar i mantenir guerres per procuració. Assumim, doncs, que estem al bell mig d'una guerra d'interessos terrenals, una guerra comercial, silenciosa però cruenta. Es lluita i es mor pels diners, pel control d'uns recursos naturals que no es poden produir sinó que només es poden extreure de la terra, amb un gran cost ambiental i social que els grups industrials no comptabilitzen mai. A cadascuna de les guerres actualment en curs se li pot associar un preuat recurs natural. Així les coses, l'eslògan del Maig 68 *Le gouvernement nous pisse dessus, les médias nous disent qu'il pleut* continua essent plenament vigent.

Ara bé, els diners no són dolents *per se*. Només són energia en forma de diners. També són bocins de confiança per mantenir viva la xarxa global de relacions comercials. Són les emocions i els valors associats al diner els que ens mantenen hipnotitzats i ens impedeixen veure que un altre tipus de convivència amb la natura, que una altra forma de viure és possible. La sentència *els diners no ens donen la felicitat perquè els diners són la felicitat*, descriu perfectament l'engany de la doctrina social imperant. És clar que mentre estiguem entretinguts corrent darrera dels diners, l'elit governant seguirà fent i desfent. Pa i circ. Però sempre ha estat així? No pas.

Encara avui dia hi ha civilitzacions no materialistes, com la de molts pobles indígenes. Persones que dediquen de dues a tres hores diàries a procurar-se aliment i recer, i dediquen la resta del temps a l'oci i la cultura. Contràriament, la immensa majoria dels *civilitzats* correm amb la llengua a fora anant estressats d'un costat a l'altre, repetint-nos que ja farem el que

més ens agrada més endavant, quan tinguem temps. Per arribar mansament a aquest cercle vicí, se'ns ha inculcat que les noves tecnologies ens alliberarien del treball. És el mateix argument que es feia servir durant la Revolució Industrial de la segona meitat del segle XVIII, quan la realitat és que se'ns esclavitzava cada cop més en benefici d'uns pocs. Si abans ho feia l'elit industrial, avui ho està fent la FAGA (l'economia Facebook–Apple–Google–Amazon). Els vam entregar alegrement les nostres identitats, sota una falsa percepció de llibertat, sense voler escoltar aquells que advertien que quan un servei és gratuït ho és perquè el producte ets tu. El resultat al cap d'uns anys és que ara ells ens coneixen millor que no pas nosaltres mateixos. Per això les nostres intimitats ja són propietat seva, pel que ens poden vendre i treure profit del nou esclavatge digital.

Fugim, doncs, del miratge del creixement sostingut i fem una crida a favor de la repolitització del debat públic, avui colonitzat pel llenguatge economicista de la tecnocràcia. Els *comitès de savis* o els *clústers*, fenòmens tant de moda, desplacen el debat polític democràtic en nom de l'expertesa tècnica. Controlat pel poder financer, aquest fenomen funciona seguint sempre la mateixa pauta sibil·lina: s'identifica el savi com a persona vinculada a alguna organització ciutadana políticament neutral (en teoria), se subratlla la seva faceta de servidor públic per haver ocupat algun càrrec polític amb anterioritat, i així, amb aquest marc mental construït, ja no cal esmentar la seva relació professional amb una o altra institució financera, les que precisament anhelaven els diners de l'educació, la sanitat, les pensions, els serveis públics i la fiscalitat. Això fa que les conclusions d'aquestes comissions que assessoren els governs siguin sempre perfectament previsibles. En general el resultat és l'aprovació de lleis i reglaments que protegeixen els interessos de les elits financeres, en detriment de la població i del bé comú. Per això cada cop més veus avisen de la fi de la democràcia, a causa de la soterrada substitució per la tecnocràcia, que propugna la idea que el poder no el pot exercir el poble ignorant, sinó tècnics, els millors, que saben el que cal fer. El missatge implícit és que els electors no tenen tot el coneixement necessari, per això cal educar-los perquè votin i votin bé. En definitiva, els poders fàctics han reduït la nostra llibertat, mentre la propaganda consumista ens manté en un estat hipnòtic conformista. Hem estat educats per callar, per produir i per consumir, sense ser conscients d'estar contribuint al canvi climàtic perquè, simplement, ens ha estat amagat fins ara.

És l'hora doncs que decidim canviar i fer-ho sabent que podem viure millor amb menys objectes si desenvolupem una economia del bé comú.

A aquestes alçades el canvi ha de ser radical si es vol evitar que sigui traumàtic, en forma de col·lapse. Perquè les conseqüències de seguir pel mateix camí, amb l'actual manca d'equitat en el repartiment de la riquesa, seran traumàtiques. Hi ha un ampli consens científic sobre això, des de 1992. Ho explica el manifest *Warning to Humanity de la Union of Concerned Scientists* (<http://goo.gl/a6NdHA>).

O progressem tots o no hi ha progrés, diuen els defensors del capitalisme conscient. Un mostra més del canvi de valors imprescindible per fer front al canvi climàtic generat per les pràctiques del capitalisme inconscient.

Per prendre decisions grupals els humans moderns ens hem dotat del sistema democràtic, una forma d'organització social que atribueix la totalitat del poder a la ciutadania. Curiosament,

les persones que treballen per les empreses de manera indefinida passen un terç de les seves vides en un ambient gens democràtic, sempre que no siguin empreses del tercer sector, cooperatives i similars, on creuen que a la llarga les empreses seran socials o no seran. Elles són una realitat social situada entre l'economia pública i l'economia capitalista. Representen un canvi de valors vers l'economia social, tenint en comú l'aplicació de l'ètica social en la seva activitat. Les empreses del tercer sector formen part del canvi del model actual. Davant el canvi climàtic podem afirmar que les empreses, a més a més de socials, seran ecològiques o no seran.

En conclusió, defenso que descarbonitzem el planeta movent-nos del tenir al ser. És més fàcil de dir que de fer, però fins i tot algunes escoles de negoci proposen noves pautes en aquesta direcció.

Com hi poden ajudar les empreses?

- Inculcant el pas d'una vida orientada al tenir (tant tens, tant vals) a una sent tu mateix, no qui es vol que siguis.
- Substituint el jo competitiu (guanyo jo) pel *win-win* col·lectiu (guanyem tots), en el marc d'una economia del bé comú.
- Desplaçant a les empreses els caps que manen per líders motivadors que coordinen. Eliminant la jerarquia i la burocràcia centralitzada per substituir-la per la REDarquia i l'ADHOCràcia distribuïda (el treball en xarxa i l'autoritat compartida).
- Oblidant-se de cercar el màxim benefici a curt termini per un benefici just i constant a llarg termini responsable de l'equitat intergeneracional.
- Deixant de centrar-se exclusivament en els resultats empresarials per gaudir de l'enriquidor procés d'aconseguir-los.
- Saltant de la rutina imposada per l'hemisferi cerebral esquerre, el de la raó, per la creativitat de l'hemisferi dret, el de la intuïció.
- Deixant de centrar-se en els resultats per fer-ho en les persones, és a dir, humanitzant l'economia.

Aportar a la societat la seva contribució al canvi de model i de valors ha de ser avui dia un deure de les empreses.

Arribats aquí, convé recordar que no sols de pa viu l'home. El pa s'ha d'assegurar, evidentment, però no obstant això cal anar més enllà. Hem parlat del rol que tenen les institucions polítiques i econòmiques en la crisi del canvi climàtic. Economicisme, industrialització, espoliació i violència són els noms del quatre genets de l'apocalipsi contemporani. Davant d'aquestes entitats és comprensible sentir-se indefens.

Són temps difícils els que ens toquen viure, però també són temps d'una gran transcendència tant en l'àmbit social com en l'àmbit polític. Això els fa estimulants, perquè aquells valors pels quals tantes persones van lluitar, valors afeblits avui per un sistema cada cop més inatacable en haver après a fer seves les crítiques que, en teoria, l'haurien de fer tremolar, són valors plenament vigents. Per tant, podem recuperar-los per invertir la tendència. Dretura, pau interior, veritat, amor i no-violència. Justícia social i ambiental. Espiritualitat. Cultura. Sentir-nos units amb la Natura.

Mentrestant, hem de reflexionar sobre les múltiples condicions socials i culturals en què es

fomenten els judicis i les decisions que generen aquestes situacions intolerables. Sobre quins valors s'ha assentat la nostra societat, fins al punt de dur-nos a la vora de l'abisme d'una crisi ambiental global sense precedents. Hem d'aprendre a interpretar millor el nostre entorn per evitar dirigir la crítica a accions concretes i fer-ho contra les condicions estructurals que ens han portat on som. Contra l'arrel dels problemes i no pas les seves fulles o fruits.

Sent clar, crec que res d'això serà possible en absència del sagrat. En absència de sentir reverència, admiració, atracció per la vida en totes les seves manifestacions. Com a éssers animals anomenats humans, tenim el deure de viure la vida en plenitud, cosa que comporta un canvi de consciència que ens reconnecti amb la Natura, mitjançant les nostres emocions. Els humans som éssers emocionals i és a través de les emocions que podem ser dominats. Les institucions polítiques i econòmiques ho saben i fan servir aquesta singularitat en benefici propi. Per exemple, explotant les emocions nacionalistes, els primers, i els segons, les lligades al consum i el crèdit. Però el botó que activa les emocions és troba dins nostre, només un mateix hi té accés, per la qual cosa si hom no vol, ningú no et podrà dominar, teòricament.

Així les coses, crec que tots som conscients que estem fent el préssec. Alliberar-se i passar de les intencions a l'acció és l'única opció per impulsar un canvi integral i durador de la nostra actitud davant el canvi climàtic. La psicologia comportamental sap que els humans necessitem incitacions positives com la curiositat, l'alegria o les recompenses per superar la distància entre les intencions i el comportament real.

Per acabar, crec que les institucions polítiques tenen l'obligació d'accionar la palanca del canvi, sent proactives, regulant les males pràctiques corporatives, d'una banda, mentre de l'altra incentiven accions a favor del clima, creant l'hàbitat administratiu on prosperi la nova ECONOMIA orientada al bé comú.

Accions que incloquin des de la creació d'espais d'experimentació on el contacte amb la natura en estat pur connecti la persona amb els valors espirituals més profunds, fins a donar suport real a qui vol fer les coses bé, ja que ara es penalitza amb més paperassa aquells que volen fer les coses d'una forma diferent, amb visió de futur, com els que volen anar cap a l'economia verda. S'ha de carregar de certificacions i controls a qui contamina, no pas a qui produeix béns o serveis de forma respectuosa amb el medi ambient.

A Andorra podem començar donant una solució a les migracions diàries que emprèn la població per anar a treballar, facilitant una xarxa de transport col·lectiu i alternatiu eficaç, modificant els horaris laborals, fomentant el teletreball i creant una xarxa de vehicles elèctrics compartits.

Sensoleblidar l'augment del consum de productes ecològics i de proximitat als menjadors col·lectius.

Seria més fàcil per a tothom viure respectant el clima en un marc com el descrit. Ens permetria experimentar el canvi necessari de forma responsable i alhora lúdica, tot sentint que contribuïm a millorar la nostra qualitat de vida, tant la personal com la col·lectiva. Ens permetria saber i sentir que ja som part de la solució, i no del problema.

Com a membre d'SDP, partit polític progressista amb representació parlamentària, tinc molt clar que cadascuna de les decisions polítiques poden ser un pas endavant per invertir la tendència climàtica o un pas endarrere que agreujarà la situació; a la natura no hi ha un terme

mitjà. Sortosament, als progressistes no ens agrada estancar-nos en el passat, ens agrada passar a l'acció per resoldre els problemes, amb les dades a la mà. En aquest cas amb les conclusions extretes del tractament de les dades recollides per les institucions científiques, tant les nacionals com les internacionals, responsables de reflexionar en els dos plans. Altrament, la fractura existent entre ciència i política ens acabarà matant.

Parlant clar, ja se sap que el programa electoral és la poesia i que l'acció de govern és la prosa. Tanmateix, per SDP el canvi climàtic i els seus efectes sobre Andorra, país de muntanya, és una qüestió molt seriosa. El nostre programa està ple de propostes d'acció davant el canvi climàtic, per a una millor gestió de l'energia i per a la custòdia del medi natural. La pedra clau del nostre projecte és tindre en compte la realitat d'una Andorra pirinenca, on viu gent de caràcter tot i que mediambientalment és fràgil, com totes les zones de muntanya, amb qui compartim un medi físic similar i amb qui hauríem de ser molt més solidaris.

Si seguim el camí descrit, el de prendre consciència del canvi climàtic, tot acceptant la nostra responsabilitat, per decidir canviar passant de la passivitat a l'acció, el resultat no pot ser cap altre que gaudir d'un estil de vida harmònic, saludable, respectuós amb nosaltres mateixos i amb els altres, amb la garantia que això genera un gran benestar que et fa sentir bé. El que sents és el que tens. Res més.

Altrament, farem com la papallona que entra a casa per la porta i mor intentant-ne sortir, picant un cop i un altre contra el vidre transparent de la finestra. Atrèta per la llum exterior és incapaç de canviar la trajectòria del seu vol i tornar-se per on ha vingut, per així sobreviure.

En definitiva, si l'objectiu d'adaptació al canvi climàtic és deixar un món i una vida millor per a les generacions futures, també ens hem d'assegurar que les futures generacions siguin millors persones que nosaltres. Donem-los exemple.

Delfi Roca i Roche,

activista, membre del Consell Nacional de Socialdemocràcia i Progrés d'Andorra (SDP) i president de l'Associació Muntanyes de Vida (MUNTVIDA)



La cura del medi ambient: un compromís de tot Andorra

Josep MAJORAL i OBIOLS



Si en els inicis de la celebració d'aquestes jornades, ara ja fa prop de trenta anys, algun dels conferencians hagués rebut l'encàrrec per part dels responsables de la Societat Andorrana de Ciències de confeccionar una ponència de base política sobre el canvi climàtic, s'hauria poc menys que sobtat. En aquells temps, parlar de sostenibilitat, reducció d'emissions, gestió de residus... quedava poc menys que reduït a l'àmbit dels tècnics i a la gent de peu li era complicat fer-se'n una idea de la importància, perquè senzillament no era un debat social de primer ordre. És cert que les administracions dels països del nostre entorn començaven a fer les primeres passes en forma de mesures i accions concretes, però el medi ambient encara no era un dels temes indissociables de qualsevol agenda política, i en aquest sentit no estava en primera línia de les accions a emprendre per a la seva cura i millora. Avui dia, en els països avançats i en molts dels que estan en vies de desenvolupament, és impensable que una força política, indistintament de la tendència que tingui, pugui concórrer a unes eleccions sense tenir propostes i solucions en matèria mediambiental.

Ni qualsevol país per petit que sigui, com és el nostre cas, pot defugir dels compromisos tant interns com externs en aquest àmbit. Per això, la nostra Constitució –certament jove respecte de la dels altres països del món– ja recull el dret dels ciutadans a tenir un medi ambient de qualitat. I igualment, s'ha de dir que la conscienciació d'Andorra en la conservació del medi ambient va motivar l'adhesió del nostre país al Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic, el 31 de maig del 2011.

Andorra és un territori d'una riquesa natural excepcional i té una gran biodiversitat. Des del Grup Parlamentari Liberal, al qual pertanyo, sempre hem pensat que la conservació del patrimoni natural és compatible amb l'activitat humana i l'aprofitament econòmic propi dels espais. Com deia el cap de Govern en el darrer discurs d'orientació política, el passat mes de maig, "un model de societat que es vol sostenible no pot girar l'esquena a la sostenibilitat des d'un punt de vista mediambiental". I aquesta afirmació, em penso que la comparteix tot l'arc parlamentari.

El 2010, Andorra era responsable d'un 0,00112% de les emissions mundials. És a dir, ben poca cosa. Tot i així, des del Grup Parlamentari Liberal som conscients del que pot representar per al nostre país un augment de les temperatures. És sabut que un increment de més de 2 °C sobre les temperatures mitjanes seria una gran problemàtica, tant per al nostre turisme de neu com fins i tot per a les reserves hídriques del país.

Recordo que als anys 90 els països pioners en la implementació de polítiques mediambientals com ara Holanda premiaven amb mesures de caràcter fiscal i d'altre tipus les empreses que seguien les indicacions en aquesta matèria. En molts casos, es tractava de directives que, com ja saben, són disposicions normatives que vinculen els estats membres d'un determinat col·lectiu a la consecució d'uns objectius en una matèria concreta, tot i que deixa els terminis a criteri de les autoritats de l'estat en qüestió. Però d'aquest *mireu, hauríeu de fer això. Molt bé, ja ho mirarem*, hem passat a l'elaboració de llistes de països que no compleixen les mesures adoptades en fòrums internacionals, i Andorra no es pot permetre ser-hi inclosa. En aquest sentit, el Grup Parlamentari Liberal dona suport a les accions del Govern per reduir les emissions de CO₂ –el compromís és d'un 37% fins al 2030– com ara la millora de la xarxa de transport públic que encara està per concretar-se o el pla Engega, que, tot i que si bé té una finalitat que compartim, discrepem de la forma com s'ha posat en marxa. Efectivament, en un àmbit de caràcter emergent com el del vehicle elèctric, és important la planificació i previsió que representa aquesta estratègia, com la flexibilitat amb què les administracions, les empreses i els agents econòmics han de reaccionar als canvis tecnològics i de mercat que poden donar-se en els propers anys. En aquest sentit, l'estratègia ens defineix un horitzó, uns objectius, un marc de referència i unes mesures vinculades, però també els mecanismes necessaris perquè puguem adaptar-nos-hi si les circumstàncies del nostre entorn canvien.

El desplegament del vehicle elèctric suposa una oportunitat, una promoció dels sectors energètic i comercial, a la vegada que esdevé un pas endavant cap a un model econòmic i mediambientalment més sostenible, ja que la substitució de vehicles amb motor de combustió per vehicles elèctrics implica un estalvi de combustibles fòssils i una reducció de les emissions de CO₂.

Aquest canvi no és exclusiu d'Andorra i a escala europea s'han impulsat un conjunt d'iniciatives, motivades per les noves regulacions referents a la introducció de les energies renovables en el transport, a la reducció de les emissions dels vehicles i a la millora de la qualitat dels combustibles.

Un altre dels punts de què cal fer esment és que cada cop més es parla de les temperatures punta així com dels fenòmens aïllats. Un exemple clar que tenim a casa nostra és el de les pluges torrencials que vam tenir a Claror l'any passat i que van deixar sense aigua potable la parròquia d'Escaldes-Engordany durant força dies. Esdeveniments com aquest són també motiu de preocupació per al nostre grup parlamentari.

Si fa una estona parlàvem del vehicle elèctric com a element per a la reducció dels gasos d'efecte hivernacle, nosaltres creiem que a Andorra cal posar-nos a treballar de valent amb visió de futur i destinant els recursos que el canvi climàtic requereix.

Però al nostre criteri el pal de paller de la reducció de la contaminació ha de ser la implementació progressiva d'energies renovables, que permetrà també de forma continuada

reduir les emissions de CO₂. Tenim la fortuna de tenir una orografia on més del 80% del territori és massa boscosa. Per contra, però, l'elevat nombre de vehicles i les calefaccions –majorment– emeten nivells de CO₂ massa elevats perquè els boscos els puguin absorbir en la seva totalitat. En aquest sentit, doncs, cal subvencionar la implementació de les energies renovables.

Els infants són el nostre futur. De fet, ells són ja avui els encarregats de preservar el medi ambient; així doncs cal que nosaltres els donem tot allò de què disposem en matèria d'informació i educació. Per això cal implementar un programa formatiu a les escoles a fi que les generacions futures siguin conscients ja del futur que els espera si no canvien els hàbits. Ara bé, els asseguro que em tranquil·litza l'actitud dels joves perquè, gràcies a l'experiència de més de dotze anys com a conseller al comú de Sant Julià de Lòria, i per tant en haver assistit a nombroses sessions del Consell d'Infants, els puc garantir que el compromís dels escolars amb el canvi climàtic és absolut. Com deia abans, només cal una empenta per part nostra per assegurar-nos i assegurar-los el futur.

Igualment, cal dur a terme campanyes informatives, és important que la gent sigui conscient de quin es el futur que ens espera, cal ajudar la ciutadania a canviar els costums.

És la nostra obligació, la dels polítics, fer accions en previsió de futur, cal dur a terme uns plans a mitjà termini que ens permetin reduir els impactes sobre la població que generen els fenòmens anteriorment esmentats. No és bo que en ple segle XXI una parròquia es quedi sense aigua per unes pluges en un lloc puntual. L'aigua és un dels punts que cal gestionar amb molt rigor. Si bé Andorra no té avui problemes d'aigua, no és menys cert que cal gestionar-la de forma més curosa. L'orografia que té Andorra és coneguda. Andorra té en molts punts ja localitzats riscos de diversa mena com ara inundabilitat, caiguda de blocs, allaus etc... Cal invertir a solucionar aquests punts crítics abans que la mare natura no ens depari algun disgust. I molts de vostès ja saben de què parlo perquè no fa tant de temps que hem viscut episodis d'eclosió de la natura que han provocat greus problemes que es podrien haver evitat amb una correcta planificació en les accions a emprendre. Ja vaig dir-ho en un ple del Consell General i ho dic a títol d'exemple: les colònies d'Aina estan classificades com a risc d'inundabilitat. Per tant, no esperem més i apliquem la solució.

Cal que des del Consell General es legisli en matèria de canvi climàtic, és molt important tenir les regles del joc ben clares, definint amb claredat les obligacions institucionals i ciutadanes. Només si tot el poble andorrà agafa una sèrie d'obligacions i deures podrem tenir una Andorra més neta, sostenible i exemplar davant de la comunitat internacional.

Dins del marc de l'obertura econòmica, cal ser capaços de trobar un atractiu dins del Principat per a les empreses estrangeres que ens puguin aportar un valor afegit quant a la reducció de gasos d'efecte hivernacle. Cal també motivar les empreses andorranes a implementar els camins ja coneguts, com ara les normatives ISO en matèria mediambiental.

I aquestes línies expressen a grans trets la posició del Grup Parlamentari Liberal en la lluita contra el canvi climàtic, per a la qual ens entregarem sigui quina sigui la nostra posició en les institucions andorranes.

Josep Majoral i Obiols,
tècnic superior en energia i conseller general pel Grup Parlamentari Liberal



El canvi climàtic i Andorra: afrontar els reptes i aprofitar les oportunitats

Marc BALLESTÀ i ALIAS



La problemàtica del canvi climàtic s'ha d'enfocar com un problema d'àmbit local i que requereix, per tant, d'una acció global coordinada per poder ser efectiva, però que té uns grans impactes en l'àmbit local i, com a conseqüència i depenent de la realitat de cada zona, aquest impacte pot ser més o menys important.

En el cas d'Andorra, la nostra sensibilitat als efectes del canvi climàtic és molt elevada a causa de la nostra realitat. Aquest fet és degut a diferents factors: tenim un model econòmic que depèn en gran part del turisme. En aquest sentit, el turisme de neu a l'hivern i el de muntanya a l'estiu continuen sent els més importants. Andorra continua tenint un sector agrari i ramader força important. I, també de forma indirecta, el nostre clima i els nostres paisatges, entre d'altres aspectes socioeconòmics, és un dels reclams que tenim per potenciar l'obertura econòmica i atraure inversió estrangera, un dels punts centrals de la política econòmica de Demòcrates per Andorra.

De manera global, l'estratègia de lluita contra el canvi climàtic i els seus efectes es basa en dos eixos. D'una banda, mesures mitigadores: aquelles que pretenen reduir el canvi climàtic i els seus efectes. De l'altra, mesures d'adaptació: què fem per mitigar l'impacte que el canvi climàtic i els seus efectes tenen en la nostra economia i societat en general. Dins aquest grup, podem destacar accions com l'obertura econòmica, les polítiques turístiques o el foment de nous sectors d'activitat a través dels clústers de la iniciativa Actua, accions que formen part de l'eix central de la política del govern de DA.

Totes les accions que s'estan impulsant des de les diferents administracions a Andorra es treballen de forma transversal entre tots els ministeris i no són conjunts d'accions aïllades impulsades només pel ministeri de Medi Ambient i Sostenibilitat. Moltes tenen components en aquests dos eixos.

Dins del conjunt de mesures específiques implementades podem destacar les següents:

Implementació d'un nou model energètic

Dins d'aquesta iniciativa s'ha impulsat i dut a terme l'elaboració del *Libre blanc de l'energia*, amb la participació tant del sector públic com privat. Aspecte clau per a l'èxit d'un procés de transformació d'aquest tipus.

Els principals objectius d'aquesta iniciativa són tres: reduir la dependència energètica de l'exterior (actualment només es genera a Andorra entre el 15 i el 20% del total de l'energia consumida); anar cap a un sistema de producció sostenible, i mantenir la competitivitat dels preus (cal recordar que Andorra té un dels preus de l'electricitat més baixos d'Europa).

La implementació d'aquest nou model energètic inclou un conjunt molt ampli d'accions transversals que impacten en molts sectors, entre els quals podem destacar: l'eficiència energètica en edificis, l'aprofitament de recursos renovables, potenciar l'ús del transport públic i els vehicles de baixa emissió de carboni.

Un dels altres àmbits en què es fa necessària una acció important, i que sense aquests no es podran assolir aquests objectius, és l'impuls dels canvis legislatius i reglamentaris necessaris per poder dur a terme aquest canvi de model. Entre aquests cal destacar canvis legislatius com ara la modificació Llei de creació de FEDA, la Llei de foment del vehicle elèctric i l'impuls de diferents reglaments com poden ser els de construcció, el de rehabilitació d'edificis, el de geotèrmia o el de la producció eòlica.

A part d'aquest canvis, també és bàsic tenir la definició del Pla sectorial d'infraestructures energètiques (PSIE). Aquest pla és necessari per tal d'identificar les potencialitats d'aprofitament en energies renovables dins el nostre territori per tal de garantir una planificació correcta del seu desplegament i assegurar que es fa de forma òptima i ordenada. També és el que ens ha de permetre assolir els compromisos contrets per Andorra a la cimera del Clima de la COP21 i aconseguir la sostenibilitat del nostre model energètic, que és el nostre objectiu final.

Pla Engega 2016

És una iniciativa pública i privada que té la participació del Govern, comuns, FEDA i empreses distribuïdores, l'Automòbil Club Andorra i l'AIVA (Associació d'Importadors de Vehicles d'Andorra).

Aquesta iniciativa pretén donar una sèrie d'incentius per al foment del vehicle elèctric a Andorra. Aquests incentius són econòmics (ajuts a la compra i al desballestament), de mobilitat (ús del carril bus i aparcament gratuït en zona blava) i operatius (desplegament d'una xarxa de punts de càrrega públics i subvenció de punts de recàrrega domèstics).

Per poder tirar endavant aquesta iniciativa ha estat necessari, en primer lloc, impulsar i aprovar la Llei de foment del vehicle elèctric, marc legal que dóna cobertura tant a l'ús del vehicle elèctric com als incentius abans esmentats.

Inicialment, aquest pla està pensat per a una durada de tres anys, durant la qual es vol posicionar Andorra com un dels països capdavanters en l'ús del vehicle elèctric, i amb un objectiu marcat d'assolir el nombre de 500 vehicles elèctrics al final d'aquests tres anys. Per poder aconseguir això hi ha un pressupost anual d'un milió d'euros en ajudes directes (750.000 € en ajuts a la compra del vehicle elèctric o híbrid endollable i 250.000 € en ajudes al desballestament de vehicles antics).

Aquest pla també inclou la instal·lació de dotze nous punts de recàrrega a la via pública, sumats als vuit que ja hi havia actualment; la subvenció de l'equip i la instal·lació del punt de recàrrega domèstic, i un pla de comunicació específic per a aquest pla.

Pla Renova

Es tracta d'un pla per al foment de l'estalvi i l'eficiència energètica i per a la implantació d'energies renovables en l'edificació.

Aquest pla consisteix en un conjunt d'ajudes destinades a la millora de l'accessibilitat, la implantació d'energies renovables als edificis existents i nous, l'embelliment de façanes, patis i cobertes dels edificis existents; la millora de l'eficiència energètica en edificis existents i la millora de la seguretat industrial de les instal·lacions existents, i desplegament vehicle elèctric. Aquest pla ja fa uns quants anys que està funcionament i per al 2016 es tradueix en 1 milió d'euros en ajudes directes i més de 15 milions d'euros en avals per a préstecs. Pel que fa al 2015, el pla ha suposat prop de 6,5 milions d'euros en execució d'obres amb aquesta finalitat.

Programa 3E

El Programa 3E (eficiència energètica a les escoles) és un projecte pilot d'eficiència energètica a les infraestructures escolars que consisteix en el subministrament d'aparells de comptatge d'energia tèrmica i elèctrica i d'un sistema informàtic d'eficiència energètica d'edificis que permet fer les mesures del consum d'aquests dos tipus d'energia i el seu posterior control per tal de veure de manera clara l'efecte de les diverses mesures d'estalvi i eficiència energètica que s'hi implementen.

En concret, es realitzen mesures dels consums de calor, aigua calenta i consum elèctric. També es fa el seguiment del rendiment dels equips de producció energètica (calderes) i es disposa d'un quadre de control de gestió que es posa a disposició tant dels encarregats de la gestió de la infraestructura com dels docents i alumnes.

Aquesta eina permet assolir dos objectius pel que fa als responsables de la gestió de les infraestructures: d'una banda, la millora de la gestió i la reducció de la despesa energètica, i de l'altra, prioritzar les inversions fetes en aquest camp a partir dels resultats obtinguts i les principals mancances detectades amb les mesures realitzades.

Paral·lelament, i tant o més important que els objectius anteriors, es realitza també una acció pedagògica que persegueix aquest lema: *L'educació no és una finalitat, sinó una eina per transformar la societat a mig termini*. Per aconseguir això es treballa en dos vessants: la pedagogia sobre les actuacions realitzades a través de maquetes, plafons informatius, panells informatius, cartes als pares...; i la pedagogia genèrica sobre estalvi i eficiència, a través d'activitats d'experimentació en forma de tallers.

La voluntat d'aquest programa és incorporar-hi tots els centres escolars abans del final de legislatura i, d'aquesta manera, donar compliment a les polítiques del *Llibre blanc de l'energia*, fomentar el rol exemplar de l'administració i situar les escoles com a motor de canvi de la societat.

Altres accions destacades dins el conjunt de polítiques impulsades per Demòcrates per Andorra són el Pla nacional de residus (revisió 2017-2020), el desplegament de les plantes de

cogeneració i xarxes de calor, la prova pilot de planta de compostatge, l'Estratègia nacional del paisatge, els projectes d'estudi del canvi climàtic dins el marc del Poctefa (Programa de col·laboració territorial Espanya-França-Andorra), etc.

Del Govern als Comuns

Un element clau dins de l'estratègia de Demòcrates per Andorra és donar continuïtat a les polítiques impulsades a escala nacional dins de l'àmbit parroquial. Això és possible gràcies al fet que DA té la responsabilitat de govern tant en l'administració general com a la majoria dels comuns.

Com a exemples clars d'aquesta continuïtat de polítiques a partir d'accions concretes impulsades des dels comuns tenim:

- Reforma energètica del Centre Esportiu d'Ordino (millora de l'eficiència energètica i instal·lació d'energies renovables: solar i biomassa).
- Desplegament d'una xarxa de calor connectant la caldera de biomassa a altres edificis públics de la parròquia (Ordino).
- Projecte de central minihidràulica al pont del Castellar (Ordino).
- Anàlisi dels impactes del canvi climàtic i estratègies d'adaptació de l'estació d'esquí d'Arcalís (Ordino).
- Foment de la mobilitat elèctrica: compra de vehicles de servei (Andorra la Vella).
- Accions per complir amb els objectius del Pla nacional de residus (Andorra la Vella).
- Accions per al control dels abocaments al medi (Andorra la Vella).
- Producció energia renovable als edificis públics (Andorra la Vella).

Altres exemples en la mateixa línia els podem trobar a la resta de parròquies.

Fundació ActuaTech

La Fundació ActuaTech neix amb l'objectiu d'establir un marc de referència per al desplegament i impuls de projectes tecnològics amb un alt valor afegit que contribueixin al desenvolupament de l'Smart Country en el context de diversificació econòmica d'Andorra.

ActuaTech està formada per quatre patrons: Govern, UdA, Andorra Telecom i FEDA, i els seus objectius són:

- Desenvolupar projectes concrets en àmbits tan diversos com el turisme, la mobilitat, les telecomunicacions o l'energia.
- Potenciar Andorra com a *living lab*: laboratori d'innovació en un entorn real.
- ActuaTech i el MIT treballen en el desenvolupament d'una base de dades relacional (*big data*) de país. Aquesta base de dades ha de permetre disposar d'un contingut base que permeti dur a terme anàlisis, simulacions, visualitzacions o tractaments específics de la informació orientats a la identificació de patrons i donar suport a la presa de decisions, entre d'altres aspectes.

El canvi climàtic és interdisciplinari i té un impacte en molts diferents sectors: turisme, consum energia, agricultura, etc. S'està treballant per incorporar les dades i mesures relacionades amb el canvi climàtic en aquesta base de dades (qualitat de l'aire, temperatura, precipitacions, etc.) i poder-les relacionar amb dades sectorials (turisme, tràfic i consum d'energia).

Aquest projecte representa una oportunitat única per impulsar projectes de recerca en un entorn únic, a través de la Universitat d'Andorra (UdA) i altres entitats com l'Institut d'Estudis Andorrans (IEA) i l'Observatori per a la Sostenibilitat d'Andorra (OBSA). Aquest projecte ens ha de permetre disposar d'un entorn únic per desenvolupar i provar models que després puguin ser replicats, i potenciar Andorra com un *living lab* en temes de canvi climàtic. En definitiva, pot ser una gran oportunitat per posicionar Andorra com un dels països capdavanters en aquest camp.

Marc Ballestà i Alias,
enginyer en telecomunicacions i conseller general del Grup Parlamentari Demòcrata



Cloenda

Àngels MACH i BUCH



La XXI Conferència internacional sobre el canvi climàtic (COP21/CMP11), que es va celebrar a París entre el 30 de novembre i l'11 de desembre del 2015, va aconseguir per primera vegada que la majoria de països aprofitessin un acord universal per reduir l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, d'aplicació l'any 2020. L'Acord de París va produir un efecte rellevant en la societat i diverses àrees dels cursos de la XLVIII edició de l'UCE hi han reflexionat aquest any 2016. L'àrea de Ciències de la Natura ha tractat *El canvi climàtic, estat de la qüestió després de la COP21 de París*, i l'àrea de Ciència i Tecnologia, *Planeta Terra - Planeta oceà, interrelacions i canvi climàtic*. En l'assemblea general de socis de la Societat Andorrana de Ciències realitzada el gener del 2017 també es va considerar que s'havia d'aprofundir en les mesures que estaven a l'abast del nostre país per contribuir a reduir l'escalfament global i es va escollir tractar aquest tema en la 29a Diada Andorrana.

Al llarg d'aquests 29 anys en què la Societat Andorrana de Ciències ha disposat d'un aparador on donar a conèixer algunes de les peculiaritats d'Andorra als nostres veïns dels territoris de parla catalana, l'edició de la Diada Andorrana d'enguany ha estat la més tècnica i d'àmbit global.

Aquesta edició, amb disset ponències presencials i cinc aportacions escrites, deixa constància que al Principat d'Andorra també preocupa i es treballa, tant en el pla tècnic com en el polític i social, per adaptar el país als nous reptes.

Atès que les aportacions tècniques són estudis de recerca que es realitzen entre diversos investigadors i diverses institucions, algunes de les ponències han estat col·lectives, entre dos o més autors, en especial les presentades pel Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya (Cenma) i l'Observatori de Sostenibilitat d'Andorra (OBSA).

S'han pogut llegir la totalitat de les ponències escrites i resums. Han llegit les ponències escrites Jordi Joval, Helena Casanova, Jana Kuklová i Julià Pol. I els ho agraim. Lamentem que



Jordi Joval

l'estudiant del lectorat de català de la Universitat Carolina de Praga, Branislav Ján Rohál, no hagi pogut venir a causa de problemes de salut de darrera hora. Els estudiants universitaris que s'inscriuen als cursos es beneficien de la convalidació amb crèdits de lliure elecció de les universitats organitzadores de cada curs. Els que participen a la Diada reben una certificació convalidable per la Universitat d'Andorra segons el conveni signat entre l'UdA i la SAC l'any 2000.

Ha quedat palès l'interès que suscita el tema en els deu comentaris plantejats en el debat del matí i les 23 intervencions en el debat de final de tarda entre públic i ponents. Aquesta Diada Andorrana ha tingut un seguiment especial per part d'estudiants de l'UCE de fora del país i una assistència més mantinguda al llarg de tota la jornada que no en altres edicions anteriors. La meitat dels 82 assistents provenen d'Andorra, mentre que els 41 restants són dels altres territoris de parla catalana (7 de la Catalunya Nord, 3 de la República Txeca, 5 de les Illes Balears, 1 de l'Alguer, 1 del País Valencià i 24 de Catalunya).

El nostre sincer agraïment a les entitats i organismes que permeten la realització d'aquesta ja tradicional Diada Andorrana: el ministeri d'Educació i Ensenyament Superior, amb qui la SAC manté un conveni que ens permet la logística de les aportacions andorranes als actes de l'UCE, i a FEDA Cultura, patrocinador de la publicació dels textos íntegres lliurats pels ponents. Ambdós ens han fet confiança en la realització d'aquest esdeveniment que vol contribuir a la millora del nostre coneixement, tant dins del país com en la seva projecció exterior.

Finalment volem agrair el suport del públic amb la seva presència i les seves intervencions, i també dels mitjans de comunicació, que amb els seus reportatges fan arribar a Andorra el desenvolupament de la jornada. I us emplacem, aquesta mateixa nit a les 11, a visionar el documental *El camí del foc. La cremada de falles d'Andorra la Vella*, que es projectarà a l'amfiteatre del liceu Renouvier, presentat per Albert Samarra i Fidel Solsona, de l'Associació de Fallaires d'Andorra la Vella, per celebrar la declaració dels focs del Pirineu com a patrimoni immaterial de la humanitat per part de la Unesco. Fins l'any que ve, a la trentena edició de la Diada Andorrana!



Jana Kuklová



Hélène Casanova



Julià Pol

Àngels Mach i Buch,

Presidenta de la SAC i representant de la SAC a la FUCE



Pensant en Andorra i el canvi climàtic: un núvol de paraules espontànies

Marta FONOLLEDA i RIBERAYGUA



Per concloure la 29a Diada Andorrana a la Universitat Catalana d'Estiu hem volgut repetir el petit experiment que vam fer l'any passat: el *núvol de paraules espontànies*. Al final de la diada, a tots els assistents i ponents els vam demanar el següent:

Sense pensar-hi massa.....

Si et diem 'canvi climàtic', quina és la primera paraula / idea que et ve al cap?

Escriu-la al paperet!

Moltes gràcies!

I en una caixa buida a la porta de sortida vam recollir 58 paperets amb paraules o idees ben diverses. Us les expliquem a continuació. En cursiva posem les paraules literals escrites als paperets, i entremig, ho farcim amb reflexions de collita pròpia.



A primer cop d'ull ja veiem que pensar sobre el canvi climàtic a Andorra suposa posar sobre la taula, sobretot, *repte, calor, consciència, vida, oportunitat i col·laboració*. Ens sembla un bon resum i un punt de partida ben suggeridor!

Com a dada positiva, cal dir que la majoria d'idees recollides feien referència a la necessitat d'actuar davant el canvi climàtic. Algunes alertaven que estem davant un *repte*, o fins i tot precisaven: *un repte d'espècie o un repte de futur* i que *s'ha de fer alguna cosa ja!!!* Moltes deien que havíem de canviar la forma de viure: *canvi socioeconòmic, nova economia, polític*, i apel·laven directament a la *sostenibilitat*. Altres proposaven *adaptar-se* als efectes del canvi i *fer un esforç d'adaptabilitat*, ja que la inèrcia del canvi climàtic és tan alta que seria ingenu pensar només a mitigar-lo. Algú feia una proposta concreta, per exemple apostar per les *energies renovables*. Tres paperets posaven el focus a la *consciència*, ja sigui *consciència planetària* o *consciència individual*. I tres més deien que és un procés col·lectiu que hem de *fer junts* i en *col·laboració*. Finalment, ens fa contents veure que hi ha optimistes que hi veuen una *oportunitat* i una *ocasió* per viure amb més *harmonia*.

D'entre totes les paraules, una dotzena feien referència a les conseqüències del canvi climàtic, que no són gaire optimistes: *problema, col·lapse*. Sembla que en general estem bastant familiaritzats amb els efectes que pot tenir el canvi climàtic en zones de muntanya com la nostra: *calor, escalfament, falta de neu, desgel, sequera, incendis...* Sorprenentment, però, només tres paperets parlaven de les causes que expliquen el canvi climàtic: *fum, CO₂, massa tecnocratism*e.

Algunes de les idees eren generals i feien referència que el sistema climàtic és complex i dinàmic: *incertesa, un altre canvi, vida, aigua, sol...*

D'altres, situen la polèmica que gira al voltant de temes tan globals com aquest (*confrontació, barreja*) i demanaven *coneixement, reflexió i rumiar-hi*.

Finalment, no hem de deixar de banda els paperets que ressaltaven idees relacionades més amb l'organització de la diada o una petita concessió a l'humor que no amb el tema del canvi climàtic. *Andorra, debat o Àngels Mach*, com a trets identitaris. Altres com *problemes tècnics, no WiFi, presentacions que no s'acaben mai*, que ens fan pensar en aspectes a millorar; en prenem nota! Finalment, per cloure aquesta diada, ens fem nostra la idea d'algun participant agrait, ja que sense la participació de tothom aquesta diada no seria possible: **GRÀCIES!**

Marta Fonolleda i Riberaygua,

assessora territorial de l'equip rector de l'UCE per les relacions amb Andorra



Annex

Breu discurs pronunciat en l'homenatge a Pompeu Fabra, realitzat a la seva tomba, a Prada de Conflent el 19-08-2016, juntament amb representants territorials dels Països Catalans

Transitar entre fronteres: homenatge a Pompeu Fabra



Pompeu Fabra va **transitar entre fronteres** i va saber-ho aprofitar com a oportunitat. No em refereixo només a creuar fronteres geogràfiques o administratives (vivint a l'exili, per exemple, o escrivint el testament i editant el diccionari a Andorra) sinó a una idea més conceptual: la transversalitat, el creuament, la barreja, l'intercanvi, la fertilització, la simbiosi...

Pompeu Fabra va saber transitar entre les fronteres dels camps de coneixement, movent-se de l'enginyeria a la lingüística per aportar un nou punt de vista a l'estudi i l'ordenació de la llengua. Segurament la rellevància del seu treball es nodreix d'aquest creuament: el saber fer de l'enginyeria posada al servei del saber estar de la lingüística, sense renunciar al rigor però forçosament amb una gran dosi de creativitat. I d'aquí surt una modernització de la llengua que encara ara estructura la nostra forma de viure i comunicar-nos.

Andorra és un país de frontera. No només transitem entre estats, sinó que contínuament transitem entre la tradició i la modernitat; entre el creixement i la conservació; entre la identitat i la universalitat; entre les especificitats i la legalitat... Un trànsit que pot arribar a ser una oportunitat per innovar si, com demostra el treball de Pompeu Fabra, ens el mirem amb ulls creatius però el portem a terme des del rigor i la qualitat.

Marta Fonolleda i Riberaygua,

assessora territorial de l'equip rector de l'UCE per les relacions amb Andorra

LLISTA DE PARTICIPANTS A LA 29a DIADA ANDORRANA EN LA XLVIII UNIVERSITAT CATALANA D'ESTIU

Nom i cognoms	Professió	Loc de residència
Enric Balaguer i Iglesias	Ràdio Arrels	Prada
Marc Ballestà i Alias	Enginyer	Escaldes-Engordany
Pilar Barrachina	Administrativa	Barcelona
Alà Baylac-Ferrer	Professor, Univ. Perpinyà	Perpinyà
Lluís Bertran	Enginyer	Vilafranca del Penedès
Univers Bertrana i Diaz	Responsable de comunicació UdA	Escaldes-Engordany
Galdric Bertrana i Figueras	Estudiant	Escaldes-Engordany
Guillem Bertrana i Figueras	Estudiant	Escaldes-Engordany
Lluís Calvo	Càmera RTVA	Andorra
Josep Maria Camp	Professor	La Bisbal
Tomeu Canyelles i Canyelles	Historiador	Mallorca
Hélène Laure Casanova	Professora	Andorra la Vella
Jordi Casassas i Ymbert	Historiador	Barcelona
Ramon Copons i Llorens	Geòleg, director tècnic Cenma	Sant Julià de Lòria
Jordi Dou i Puig	Consultor	El Masnou
Brigitte Frabresse	Professora i directora d'escola	Sant Miquel de Lotès
Jan Feistner	Estudiant i traductor	Praga / UPV Montpellier
Arturo Fernández i Castro	Químic	Mallorca
Núria Ferrer i Anglada	Física	UPC Barcelona
Josep Figueras	Comptable	Tarragona
Diana Figueras i Nieto	Docent	Escaldes-Engordany
Pere Figuereda i Cairol	Advocat	Girona
Mateu Flaquer i Sousé	Enginyer	Manacor
Marta Fonolleda i Riberaygua	Dra. en educació ambiental/AQUA/UAB	Andorra la Vella
Montserrat Gaya i Torres	Jubilada	Barcelona
Albert Gomà i Sala	Empresari Innova	Sant Julià de Lòria
Albert Gomà i Roca	Tècnic Of. Energia i Canvi Climàtic Govern	Escaldes-Engordany
Marc Guadilla	Periodista RTV	Canillo
Ramon Gual	Professor i editor	Codalet
Xavier Gurguà i Asensi	Empresari turisme	Barcelona
Jordi Joval i Bardina	Enginyer tècnic forestal	Lleida
Benjamin Komac	Ecòleg, investigador Cenma	Sant Julià de Lòria
Jana Kuklová	Doctoranda d'enginyeria	Praga
Àngels Mach i Buch	Farmacèutica	Canillo
Jan Majoral i Mir	Estudiant	Sant Julià de Lòria
Josep Majoral i Obiols	Enginyer GPL	Sant Julià de Lòria
Joan Maluquer i Ferrer	Editor	Cabrera de Mar
Jaume Marlés i Magne	Tècnic	Santes Creus (Aiguamúrcia)
Guillem Martin i Bellido	Meteoròleg	Incles, Canillo
Mireia Martínez i Abelló	Pneumòloga	Ordino

Sebastià Mas i Ramis	Maquetador	Palma de Mallorca
Josep Maria Masó i Marcet	Industrial Texbor	Sant Julià de Lòria
Joan Micó i Ibàñez	Sociòleg CRES	Sant Julià de Lòria
Carles Miquel i Garcia	Enginyer OECC Govern	Ordino
Janina Mir	Unesco	Sant Julià de Lòria
Albert Moles i Betriu	Enginyer FEDA	Escaldes-Engordany
Antoni Molné i Oviedo	Servei Meteo. Govern	Andorra la Vella
Josep M. Montaner	Premsa	Roda de Ter
Miquel Morera		Els Masos de Prades
Maria Creu Moya i Mira	Mestra jubilada	L'Escala
Òscar Palau i Just	Periodista	L'Espluga de Francolí
Jordi Pasques i Canut	Escriptor	Oliana
Empar Pastor i Garay	Professora de secundària	València
Llorenç Pérez i Balaguer	Il·lustrador	Palma (Illes Balears)
Julià Pol i Pedrós	Tècnic de reconeixement de titulacions	Sant Julià de Lòria
Cerni Pol i Rossa	Advocat	Canillo
Antoni Pol i Solé	Arquitecte	Canillo
Biel Pons Martínez	Estudiant	Ordino
Marc Pons i Pons	Investigador	Ordino
Maria Àngels Puig i Navarro	Funcionària	Escaldes-Engordany
Ramon Queralt i Boldú	Consultor ambiental	Les Borges Blanques
Josep Riba i Soler	Enginyer forestal	Escaldes/ Lleida
Lluís Ribalta i Vilaseca	Jubilat	Gironella
Anna Riberaygua i Montagut	Llibretera/ADN	Andorra la Vella
Delfí Roca i Roche	Activista	Andorra la Vella
Joan Carles Rodríguez i Miñana	Notari	Escaldes-Engordany
Marc Rossell i Soler	Dtor. Gral. Medi Ambient	Escaldes-Engordany
Albert Ruzafa Tomàs	Enginyer forestal/ADN	Escaldes-Engordany
Maria Antonietta Salaris	Obra Cultural de l'Alguer	L'Alguer
Albert Samarra i Pujol	Fallaire	Andorra la Vella
James Scott	Professor	Valls, Alt Camp
Josep Serra i Carné	Tèxtil	Sant Feliu del Racó
Sebastià Serra i Ripoll	Jardiner	
Markéta Sobolevicová	Estudiant	Txèquia
Ramona Solé i Vilella	Docent	Andorra la Vella
Fidel Solsona i Bagués	Fallaire	Santa Coloma
Claudine Tarrene	Doctoranda sobre Andorra UPVD	Sant Miquel de Llores
Oriol Valera i Pinart	Jubilat	Mataró
Ester Viñuales i Granel	Barcelona	
Fermí Vives i Tàssies	Pagès	Linyola, Pla d'Urgell
Alan Ward i Koeck	Professor	Sant Julià de Lòria
Nil Zaragoza i Mach	Tècnic d'eficiència energètica	Canillo



**XLVIII UNIVERSITAT
CATALANA D'ESTIU**

(Del 10 al 13 d'agost de 2016 a l'Escola de Catllà)



**LEIJA MENTERAMBI
ORDINE DE PAIS DE
TERRA DE CATALUNYA**

Societat Andorrana de Ciències

29a DIADA ANDORRANA A LA XLVIII UCE (Prada, Conflent)

TEMA: EL CANVI CLIMÀTIC I ANDORRA

Dissabte 20 d'agost del 2016, al Liceu Renouvier (Ctra. de Catllà)

Organitza: Societat Andorrana de Ciències

Patrocina: Govern d'Andorra i FEDA Cultura

PROGRAMA MATÍ (de les 9.30 a les 12.30 hores)

1. Presentació

Marta FONOLLEDA i RIBERAYGUA, vicerectora per les relacions de l'UCE amb Andorra

Resum de ponències no presencials disponibles

2. L'opinió pública i el medi ambient

Joan MICÓ i IBAÑEZ, sociòleg i director del CRES

3. Interaccions entre el canvi climàtic i els episodis de pols sahariana a Andorra

Alan WARD i KOECK, doctor en societat de la informació i professor a l'Escola Andorrana

4. Les polítiques públiques contra el canvi climàtic des de l'economia conductual

Albert GOMÀ i SALA, políticòleg i sociòleg, responsable de l'empresa Social Innova

- Pausa -

5. Salutació del president de l'equip rector de la XLVIII UCE

Jordi CASASSAS i YMBERT, president de l'equip rector de la XLVIII edició de l'UCE

6. El registre dels canvis globals a Andorra. El canvi climàtic un canvi global més?

Valentí TURU i MICHELS, llicenciat en geologia i membre del Patronat de la Fundació Privada Marcel Chevalier

7. La realitat del canvi climàtic

Ramon CÒPONS i LLORENS, doctor en ciències geològiques i director tècnic del CENMA, i Laura TRAPERÓ i BAGUÉ, doctora en ciències físiques i investigadora del CENMA

8. Les projeccions de canvi climàtic a Andorra

Marc PONS i PONS, doctor en ciència i tecnologia de la sostenibilitat i investigador del CENMA, i Laura TRAPERÓ i BAGUÉ, doctora en ciències físiques i investigadora del CENMA

9. La transició energètica i el canvi climàtic

Albert MOLES i BETRIU, enginyer i director general de Forces Elèctriques d'Andorra (FEDA)

Ponències no presencials/ Aportacions escrites:

1. Les accions nacionals front el canvi climàtic

Rosa GILL i CASALS, química i consellera general del Grup Parlamentari Mixt pel Partit Socialdemòcrata (PS)

2. Qüestions globals, solucions locals

Roger PADRENY i CARMONA, llicenciat en dret i ciències polítiques, membre de la Junta d'Apapma i de la Taula Permanent del Fòrum Nacional de la Joventut d'Andorra

3. La sostenibilitat del recurs hídric a Andorra enfront al canvi climàtic

Cristina PESADO i PONS, geòloga i màster en gestió de l'aigua, doctoranda a l'OBSA i Marc PONS i PONS, director de l'Observatori de Sostenibilitat d'Andorra

- Pausa per dinar -



**XLVIII UNIVERSITAT
CATALANA D'ESTIU**
(Del 16 al 19 d'agost - 5 al 8 de setembre)
Pineda de Mar (Catalunya)



**VEIA NOSTER PLANI:
CANVIS DE CLIMA, PER
VENIR EN CULTURA.**
www.uce.cat

Societat Andorrana de Ciències

29a DIADA ANDORRANA A LA XLVIII UCE (Prada, Conflent)

TEMA: EL CANVI CLIMÀTIC I ANDORRA

Dissabte 20 d'agost del 2016, al Liceu Renouvier (Ctra. de Catllà)

Organitza: Societat Andorrana de Ciències

Patrocina: Govern d'Andorra i FEDA Cultura

PROGRAMA TARDA (de les 15.00 a les 18.00 hores)

- 10. Legislació en matèria energètica al Principat d'Andorra. Passat, present i futur**
Albert GOMÀ i ROCA, llicenciat en ciències ambientals i màster en energies renovables, tècnic a l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic del Ministeri de Medi Ambient i Sostenibilitat
- 11. Percepció de la ciutadania andorrana sobre el canvi climàtic**
Antoni MOLNÉ i OVIEDO, responsable del Servei Meteorològic d'Andorra
- 12. Efectes del canvi climàtic sobre la biodiversitat a Andorra**
Benjamin KOMAC i MINGAUD, doctor en ciències biològiques i investigador al CENMA
- 13. Més càlid, més sec i més humit. Els llindars d'alerta meteorològica**
Guillem MARTÍN i BELLIDO, físic i tècnic al Servei Meteorològic d'Andorra
- 14. El compromís del CENMA-IEA amb la recerca del Canvi Global a Andorra**
Ramon COPONS i LLORENS, doctor en ciències geològiques i director tècnic del CENMA
- Pausa -
- 15. L'Associació per a la Defensa de la Natura, ADN, i el canvi climàtic: trajectòria i projectes**
Carolina MOTWANI i BOIX, biòloga i presidenta d'ADN, Albert RUZAFÀ i TOMÁS, enginyer de forests i tresorer d'ADN, i Anna RIBERAYGUA i MONTAGUT, llibretera i expresidenta d'ADN
- 16. El canvi climàtic, fenomen global, acció local**
Carles MIQUEL i GARCIA, enginyer superior en aigua i medi ambient i Cap de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic del Ministeri de Medi Ambient i Sostenibilitat
- 17. Descarbonitzar el Planeta movent-nos del Tenir al Ser**
Delfi ROCA i ROCHE, activista, membre del Consell Nacional de Socialdemocràcia i Progrés d'Andorra (SDP) i president de l'Associació Muntanyes de Vida (MUNTVIDA)
- 18. La cura del medi ambient: un compromís de tot Andorra**
Josep MAJORAL i OBIOLS, tècnic superior en energia i conseller general pel Grup Parlamentari Liberal
- 19. El canvi climàtic i Andorra: afrontar els reptes i aprofitar les oportunitats**
Marc BALLESTÀ i ALIAS, enginyer en telecomunicacions i conseller general del Grup Parlamentari Demòcrata

Debat

Cloenda, Àngels MACH i BUCH, presidenta de la SAC i membre de la Fundació UCE

Ponències no presencials/ Aportacions escrites:

- 4. La pedagogia sobre el canvi climàtic a l'àmbit educatiu d'Andorra**
F. Javier GÓMEZ i VARGAS, doctor en ciències ambientals i responsable del Centre Andorra Sostenible
- 5. La climatologia, un punt fort en els vins de Casa Auvinyà**
Esteve TOR i ARMENGOL, enginyer de munts

Recull fotogràfic







La SAC presenta nou recull de ponències

29/07/2016

ENCAMÉ La Societat Andorrana de Ciències (SAC) presentarà dimarts 9 d'agost (a les 12 hores, al Museu MNV de l'Esclaustrat) el llibre *Andorra i els petits estats d'Europa*, que recull de les ponències de la diada andorrana a l'Universitat de Prada l'estiu passat.

10/08/2016

POLÍTICA AFIRMA QUE EUROPA ÉS "SENSIBLE" A LES DEMANDES D'ANDORRA

Saboya confia que SDP i Ld'A prioritzin "l'interès general"

Opina que s'han mantingut allunyats del pacte d'Estat "per raons tàctiques"

S. BAGUDANCIH
Encamp

El ministre d'Afers Exteriors, Gilbert Saboya, espera que Socialdemocràcia i Progrés (SDP) i Liberals d'Andorra (Ld'A) se sumin al pacte d'Estat per encarar les negociacions amb Europa a partir del setembre. "Confio que a poc a poc torni a imperar la visió d'interès general i aquells que per alguna raó o una altra han optat per no ser-hi presents se tornin a incorporar o que s'integrin", va expressar ahir durant la presentació del llibre de la vint-i-vuitena Diada andorrana de la Universitat Catalana d'Estiu (UCE). Saboya va apostar per "treballar més enllà de la tàctica política", que a parer seu ha mantingut allunyats els dos partits que a hores d'ara no formen part de la taula de negociacions, i va dir que espera que "siguin capaços de superar-ho i posar per davant l'interès general".

D'aquesta manera, va assenyalar que les forces polítiques "seran molt més útils" defensant les posicions en el si del pacte d'Estat i va reiterar que "la porta l'hem mantinguda oberta des de sempre". El ministre, però, va dir que veu "molt difícil" que Ld'A defugui un acord institucional que "defensa el millor acord d'associació amb Andorra". "Em costa molt entendre per què" va confessar.

En declaracions als periodistes, Saboya va afirmar que malgrat que encara no hi ha hagut cap negociació formal amb les autoritats europees, la posició de la UE és "sensibles" a les "línies vermelles" que manté el Govern, com ara l'acord duaner. "Sempre ens han manifestat que estan a l'escolta i disposats a buscar solucions i han manifestat la voluntat d'integrar al màxim els acords existents al nou acord i que la substància dels existents es pugui recollir de forma adequada", va exposar. Tot i recalcar que es tracta d'una "posició de sortida" i que



Una de les ponències andorranes de l'UCE.

Diada andorrana sobre canvi climàtic a l'UCE

La Diada andorrana de la XLVIII Universitat Catalana d'Estiu (UCE) estarà dedicada al canvi climàtic. Les jornades estaran formades per dinou ponències presencials i quatre de no presencials i tindrán lloc el 20 d'agost al liceu Charles Renouvier de Prada de Conflent. La presidenta de la Societat Andorrana de Ciències (SAC), Àngels Mach, va presentar ahir la diada al Museu de l'Electricitat de FEDAcultura acompanyada del ministre Saboya i el director general de FEDA, Albert Moles.

ara per ara encara "tot està per fer", es va mostrar esperançat que els agents polítics i socials andorranos podran "ser capaços de trobar un equilibri entre la participació al mercat interior de la Unió Europea i la defensa de les particularitats" del país.

A més de les jornades, l'acte va servir per presentar el llibre *Andorra i els Petits Estats d'Europa*, un volum que recull les ponències que es van presentar l'any passat a l'UCE i que són les úniques de la universitat que s'han editat. El llibre integra una vintena de conferències sobre les relacions institucionals entre els petits estats del continent, entre les quals la que va pronunciar Saboya sobre el nou marc de relacions un mesos després d'iniciar les converses amb la UE per l'acord d'associació.

El ministre va assenyalar que la sortida del Regne Unit de la Unió Europea no modificarà el calendari de trobades dels petits estats almenys durant la resta de l'any, però va admetre que sí que "hi podrà haver impactes en el ritme de les negociacions".

15/08/2016

fic i lloc

Andorra davant del canvi climàtic

Discabte en parlarem a la Diada d'Andorra a Prada

DELFI ROCA



Discabte vinent participaré a la Universitat Catalana d'Estiu de Prada, en representació d'SDP, el partit progressista en què milito. La Societat Andorrana de Ciències (SAC) ens ha convidat a dir la nostra sobre el repte més gran al qual mai s'ha enfrontat l'espècie humana, el canvi climàtic. L'Agenda 21 adoptada a Rio el 1992, qualifica les muntanyes com les "zones més sensibles als canvis climàtics a l'atmosfera". Andorra, un Estat amb la meitat de la superfície per sobre dels 2.000 metres, és, sense cap mena de dubte, un país de muntanya. Per tant, la tris feta per la SAC per a la diada, *El canvi climàtic i Andorra*, és totalment encertada. Pel que fa a l'acceleració dels fenòmens meteorològics lligats a l'escalfament global, encara ens queda un llarg camí per recórrer fins que els éssers humans prenguem consciència de la importància que té sobre les nostres vides el canvi climàtic, conseqüència directa de l'augment de la temperatura del planeta provocat per l'efecte hivernacle causat per l'activitat humana. Sense aquesta consciència, pas previ al reconeixement de la nostra responsabilitat, per passiva o per activa, no ens podrà acceptar la perillosa situació en què ens

trobem. Només llavors serà possible que decidim passar a l'acció per corregir-ho, tenint com a màxima que qui lluita contra la natura sempre perd. Tanmateix, la primera línia de responsabilitat és la dels polítics que governen. Per tant, aquells que han permès la desaparició de milers d'espècies i d'ecosistemes haurien de ser jutjats, ja que el terrorisme ambiental, o sí, i és il·legal de la força per beneficiar-se dels recursos ambientals de les poblacions locals, és ben vigent. Això fa que tingui molt clar que les decisions polítiques han de ser un pas endavant per invertir la tendència climàtica, no un pas enrere que agreujaria la situació. A la natura no hi ha un terme mitjà. Per definició, als progressistes no ens agrada estancar-nos en el passat, ens agrada resoldre els problemes amb les dades a la mà. En aquest cas, amb les conclusions extretes del tractament de les dades recollides per les institucions científiques, tant les locals com les globals, responsables de reflexionar sobre com fer front al canvi climàtic. Reforçar el rol d'aquestes institucions públiques és una necessitat vital. Altrament, la fractura existent entre ciència i política ens acabarà matant.

Tot a punt per a la diada d'Andorra a Prada

■ ANDORRA LA VELLA. El Principat participarà a la Diada andorranera de la XLVIII Universitat Catalana d'Estiu (UCE), que se celebrarà dissabte a Prada de Conflent. Andorra abordarà com afecta el canvi climàtic el país i les mesures que realitza per frenar-lo.

La consciència andorranera a la Diada de Prada

Un món millor, més net, menys sorollós i, al capdavant, més humà ha de ser possible

JORDI PARQUE

Arribem avui a la 58a edició de la Diada andorranera a la Universitat Catalana d'Estiu de Prada de Conflent, després de trobar-nos a començament del març: tot travessant la Creuseta, en aquell accés més o menys desvalgut fins a la Cabanassa i en la travada paral·lela a la Ter i a Prada. Una línia de paisatge que mai ens cansa a l'hora de mirar-la i a l'excursió també, espai humanitzat, volgués geografia humana envoltada de natura.

Arribem a Prada i ens entrem aquest dissabte contant un any més per la Societat Andorranera de Ciències, íntegre i sempre, col·li responsable de programar i dirigir. A primera fila, incorporada a l'equip gestor de la UCE, hi ha Maria Fiol i la llibretera, vicesecretaria per les relacions de la UCE amb Andorra i de l'UAE, Raquel Mada i l'Antoni Pol, verobredors i verobredors de la Diada andorranera a Prada. El tema a tractar sempre vinculat amb Andorra, aquest any va més enllà dels temes habituals més propers, diguem-ne veïns del nord i del sud, per abordar un fet en l'ambigüitat: el canvi climàtic de la terra, visió i accions i reconeixement dels d'actors, de evident que la influència de les accions positives andorranes que minva els efectes que influeixen en el clima, amb com les negatives que els treuen de sobre són un granet de sorra, una peça del gran edifici que és la biosfera. Però precisament per això, per la consciència de ser petits geogràficament parlant, es reforça les condicions de la població andorranera incorporant l'acció de la solidesa, de la co-



ELS ESFORÇOS I LES CONDICIONS DE LA POBLACIÓ ANDORRANA INCORPOREN L'INES DE LA SOLIDESAT

operació internacional, del sentit de la responsabilitat comuna. Avui recollirem a Prada les aportacions de tot un reguit de persones que treballen i treballen

LA INFLUÈNCIA D'ACCIONS POSITIVES I NEGATIVES EMANADES D'ANDORRA SÓN UN GRANET DE SORRA

d'acceptar clarament relacions amb l'entorn natural i les influències que tenen en el clima els models de producció i de consum d'energia, al·lo que alimenta l'engranatge de les societats, indument i consums en extrem. Amb les evidències que l'augment del clima dels continents i els que accionem aliment per a tota una cade-

na reflecteix en la qual els humans també hi participem, escoltem quines accions per tal d'evitar l'escalament de la terra es poden fer i ja s'han començat a fer i a executar des d'Andorra. De ben segur que una de les principals, a les que es referiran científics, investigadors, polítics, polítics i activistes socials, serà el pas de la utilització dels combustibles fòssils cap a energies renovables i poc contaminants. El progrés dels del

potènci i del carbó en els motors dels vehicles i en els consums domèstics serà una obligació vàlida, però sense manca d'ètica, que les societats actuals i el món sencer haurà d'assumir. Això suposarà un canvi en el comportament que afectarà l'economia i l'organització social, amb una història de convenciments, que volguem o no, ens estiguem remicant a nostre ho hem de canviar, com ara podem fer i a una vida sens-

se tantes anades i vingudes, que comparat amb una voluntat més asacada. És a dir, és una obligació vital que arreu més realista, cosa que lluny de sococar una manca, haurà de representar un potencial positiu en les relacions humanes. Tot i tot comportarà adaptacions doloroses i traumàtiques, individualment i col·lectives, com al llarg de la història de la humanitat i de la societat dels vegades. Però si prenem en la quantitat d'informació que tenim de la diada i de la diada climàtica, i de com cadascú dels del nord, com ara Andorra, pot contribuir a revertir la degradació ambiental i la deterioració del clima, l'acció d'hom de menys amb la consciència i amb l'esperança que un món millor, més net, més sorollós, més respectuós i, al capdavant, més humà ha de ser possible.

Diari d'Andorra

ELS CIUTADANS VEUEN EL CANVI CLIMÀTIC COM UN PROBLEMA GREU

El resultat d'una enquesta sobre el tema es va debatre a la Diada d'Andorra a Prada.



editorial

LA SOCIETAT ANDORRANA DE CIÈNCIES (SAC) HA CELEBRAT LA 29a DIADA D'ANDORRA A LA UNIVERSITAT CATALANA D'ESTIU A PRADA DE CONFLENT. EL TEMA DE DEBAT ESCOLLIT HA ESTAT L'AFECTACIÓ DEL CANVI CLIMÀTIC A ANDORRA AMB, DE NOU, INFINIT DE PONENTS

Inquietud pel clima

El canvi climàtic i Andorra. Si la Diada d'Andorra a Prada acostuma a plantejar qüestions de la màxima actualitat hi ha vegades que els organitzadors opten per parlar sobre la tasca temes que estan en debat permanent ja que no tenen una resolució temporal determinada. Aquesta particularitat comporta que entre les preocupacions de la gent ocupi un lloc preminent de forma discontinua. Per això és important que quan decau l'interès per un problema real i greu tractat per altres circumstàncies més tangibles i immediates es torni a situar a la primera línia de l'actualitat. El canvi climàtic és un dels exemples més clars d'aquest tipus de tema. De manera que cal reconèixer de nou l'interès de la Societat Andorranera de Ciències a escollir la temàtica de la Diada. Per la seva transcendència i perquè afecta ens aparta per una muntanya de les qüestions que des de mesos han ocupat les reflexions, opinions i crispacions. El clima té una importància cabdal a Andorra. País de muntanya, té com un dels principals atractius l'efecte d'equil·librat una imatge associada a la neu. En l'àmbit econòmic és una de les tres grans fonts d'ingressos sobre les que

se sustenta a hores d'ara la viabilitat del Principat. I encara que les noves tecnologies hagin reduït les activitats turístiques són noves i una solució parcial. No ha de sorprendre, doncs, que la qüestió ocupi un lloc destacat entre les preocupacions també dels ciutadans del país, tal com posa de manifest el resultat d'una enquesta elaborada al respecte. El treball també destaca dos aspectes que convindria a reflexió. El primer és que la majoria dels enquestats reconeixen que no estan participant de forma activa a realitzar els efectes següents: els panys de comportament produïdes. Consciencials, sí, però poc contribució. Aquesta actitud pot ser conseqüència de la manca de coneixement dels aspectes, del fet moment en que la població es considera poc informada. Finalment preveuen que haurà molta afectació a Andorra. La formada organitzada per la SAC ha de servir per tancar conclusions al respecte. Però de nou es veu limitada pel canvi més participatiu i la falta de temps donat que es continuen programant iniciatives de població. El format és una garantia de pluralitat però alhora és un mur difícil de franquejar que impedeix la discussió en profunditat.



DIADA
ANDORRANA

Tema del dia

www.diariandorra.ad

UNA VINTENA DE PONENTS A LA TROBADA

Preocupació pel canvi climàtic

La jornada a Prada de Conflent posa de manifest que l'interès social per trobar solucions al nou context va en augment ■ D'un sondeig es desprèn que set de cada deu persones ho veuen com a problema "greu"

B. ALEMAN
Andorra la Vella

Andorra viu el canvi climàtic com "un problema greu". Així ho va posar de manifest el responsable del Servei Meteorològic del Principat, Antoni Molné. L'expert va donar a conèixer la percepció que té la ciutadania sobre el canvi climàtic, en el marc de la 25a Diada d'Andorra a la Universitat Catalana d'Estiu (UCE), celebrada a Prada de Conflent.

Molné va difondre els resultats d'una enquesta en la qual van participar 730 persones, escollides aleatòriament. Dels resultats es desprèn que un 63% dels enquestats consideren que el canvi climàtic "és un problema molt greu" i només un 9% creuen que no ho és. Tot i la constatació, en respondre a si fan accions específiques al respecte, un de cada dos assenyala que no n'ha dut a terme cap. No obstant això, en preguntar per accions concretes, nou de cada deu sí que diu que intenta reduir el consum d'articles d'un sol ús i reciclar.

ACCIONS A REALITZAR

Amb els resultats, però, sí que queda palès que la percepció de la ciutadania és que cal actuar. El que no queda clar és com. Un 46% dels enquestats creuen que des d'Andorra s'hauria de potenciar més el transport públic. Aplicar mesures per reduir el consum d'energia, potenciar la recollida selectiva i el reciclatge o augmentar les fonts d'energia renovables, són altres de les suggeriments realitzats.

Segons l'estudi, la societat andorranesa ja ha percebut el canvi climàtic, malgrat que la majoria "set de cada deu" el relacionen amb algun fenomen vinculat amb la meteorologia. A l'hora d'aprofundir, cal destacar que una part important el vincula amb els gasos que provoquen la contaminació atmosfèrica (47%) i l'augment de la temperatura (41%). Només un de cada deu fa referència a la reducció del gel als glacials o l'augment de les tempestes i les inundacions.

Queda palès, però, que la meitat dels preguntats reconeixen estar "poc o gens informats" de quines en són realment les causes. En referència als efectes que pot



La Jornada va comptar amb una vintena de ponents, entre ells el conseller general demòcrata Marc Bellotó.

El CENMA alerta d'una futura disminució de les nevades

Els investigadors del Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra (CENMA), Marc Pons i Laura Tapero, van alertar que el canvi climàtic tindrà una afectació "significativa" en la cobertura de neu al Principat, que afectarà tant a la distribució com als gruosos "estacionals".

Pons i Tapero van insistir que el canvi climàtic afectarà el cicle hidro lògic i que, a Andorra, l'aigua té un pes molt important en el turisme, el que potser requereix assabentar-se carnis de mode socioeconòmic. Van recordar que, en els darrers

dècades, la temperatura mitjana ha anat evolucionant 0,2 graus per any, i també ho han fet les precipitacions. I la situació anirà a més. Es preveu, per al període 2021-2050, un augment de la temperatura mitjana anual d'entre 1,3 graus i 1,7, per al 2041-2070, d'entre 1,7 i 3, mentre que del 2071 al 2100 els termostats estaran gairebé cinc graus per sobre que en l'actualitat. Pel que to a les precipitacions, es projecta una disminució, a curt termini, del 2% anual. De cara al segle vinent, les pluges poden arribar a caure fins a un 15%.

tenir el canvi climàtic, més de la meitat creuen que no els pot afectar. Només dos de cada cinc es mostren preocupats amb les conseqüències i, quan s'hi aprofundix, reconeixen que el canvi

climàtic pot afectar la salut i l'estat d'ànim.

A banda del tècnic en meteorologia andorrà, el director del Centre de Recerca Sociològica (CRES), Joan Micó, també va voler vincu-

Inclusió de l'escalfament global com a matèria a les escoles

El responsable del Centre Andorrà Sociològic, Javier Gómez, va plantejar la necessitat de consolidar la temàtica del canvi climàtic en el currículum escolar. Tot i que en els darrers anys aquesta temàtica s'ha anat incorporant en major o menor mesura a les prioritatàries acadèmiques, segons va manifestar Gómez en la seva ponència, resulta clau fomentar la seva inclusió definitiva en el currículum escolar per assegurar-ne la presència a l'espai educatiu sempre. La ponència suggereix adaptar l'oferta educativa durant l'escalfament d'obligatòria (6-16

anys), encara que també proposa desenvolupar activitats que puguin ser d'interès per als nivells educatius complementaris.

Segons Gómez, si que és cert que en els darrers anys els centres educatius han anat incorporant activitats sobre el canvi climàtic en l'oferta pedagògica. No obstant això, va insistir en la necessitat de renovar davant els canvis que ha viscut el propi fenomen i les noves polítiques imperant, com ara l'adhesió d'Andorra al compromís de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic del 2015.

lar, durant la seva ponència, societat i canvi climàtic. Micó va reconèixer l'interès social creixent per la problemàtica, especialment durant la darrera dècada. En total van ser 19 ponències

presencials i cinc de no presencials que es van poder escoltar a través de la jornada, organitzada per la Societat Andorranesa de Ciències, i que tenia com a eix principal el canvi climàtic.

Govern alerta que el 25% de la capa de neu es fondrà pel canvi climàtic el 2100

El 85% de les glaceres del Principat també corren risc de desaparèixer si no s'actua

Andorra ha reduït en els darrers anys l'emissió dels gasos d'efecte hivernacle en un 9,6% des del 2005 i la seva incidència sobre el total del planeta és del 0,00112%.

HEMOCÉ
Andorra a Veïa

Andorra es podria quedar sense el 25% de la capa de neu l'any 2100 si no es posa fre al canvi climàtic. És una de les conclusions a les quals ha arribat un estudi elaborat per l'oficina de l'Energia i el canvi climàtic del ministeri de Medi Ambient que va presentar el seu cap, Carles Miquel, a la 28a Diada d'Andorra a la Universitat Catalana d'Estiu (UCE), celebrada a Prada de Conflent, i que girava entorn al títol *El canvi climàtic a Andorra*.

Aquesta hipòtesi fa referència al pitjor dels escenaris analitzats basant-se en els efectes del canvi climàtic, que causarà un increment de les temperatures. Aquest augment de la calor també podrà arribar a fer perdre el 85% de les glaceres del Principat. Miquel va exposar que a finals de segle és "molt probable" que el nombre



Miquel durant la seva ponència a Prada.

de dies calorosos i nits càlides augmenti, i que les onades de calor siguin més freqüents i més fortes. També es considera "probable" que augmenti la freqüència i la intensitat de les pluges fortes, en particular en les latituds altes. Segons l'estudi del ministeri "l'escalfament climàtic ja ha estat constant" i "s'intensificarà de ben segur en els anys a venir im-

pacitant especialment les zones de muntanya, particularment sensibles a aquest fenomen". En concret, a la zona del Pinetum entre 1950 i 2010 es va constatar una pujada tèrmica de 0,24°C.

Però que la els gasos d'efecte hivernacle, la responsabilitat andorrana va suposar un 0,00112% el 2010. Una xifra que va a la baixa, ja que les emissions andorranes

des de l'any 2005 han baixat un 9,6%, situació inversa a la viscuda en l'àmbit internacional, amb un augment del 4,3%. En concret, Andorra va emetre 315.000 tones de CO2. D'aquestes quasi la quarta part van ser absorbides per la natura, especialment gràcies als boscos del país, però la resta -388.000 tones- no ho van ser i van contribuir a l'efecte hivernacle. Com a objectiu, i en aplicació de l'acord signat en l'àmbit mundial per la majoria de països, Andorra aspira a reduir un 37% les emissions fins al 2030 en relació amb un escenari "immobilista".

MESURES

El 85% dels gasos contaminants són conseqüència de l'ús d'energia. Per reduir-los, una de les principals accions serà incrementar la presència de fonts renovables, com ara amb més vehicles elèctrics o incrementant la producció d'energia solar. En la seva ponència, Carles Miquel va detallar mesures d'adaptació al canvi climàtic específiques per sectors perquè Andorra estendri què menys vulnerable als possibles impactes del canvi climàtic. Entre elles hi ha la creació de la Indicació Geogràfica Protegida (IGP) Carn d'Andorra, la producció vinícola en altitud o la promoció de país com a destí turístic més enllà de l'època hivernal.

23/08/2016

foc i bloc

Andorra i el canvi climàtic

Lacció conjunta de sector públic, privat i societat civil serà clau

MARC BALLESTA

Aquest ha estat el títol sota el que s'ha desenvolupat la 28a Diada d'Andorra a la Universitat Catalana d'Estiu (UCE) i voldria aprofitar aquestes línies per agrair a la Societat Andorrana de Ciències (SAC) primer la seva gran tasca que ha permès arribar a aquestes 28 edicions, segons la ubicació de la temàtica i l'altíssim nivell dels poners. I finalment per haver convertit la nostra farga política a poder-hi participar en un debat molt ric ajustant el punt de vista públic, privat i societat civil. Després dels importants passos duts a terme internacionalment sobre la lluita contra el canvi climàtic arran de la recent COP21, l'elaboració d'aquestes temàtiques ha estat un gran èxit. El canvi climàtic és una problemàtica d'abast global però que té uns efectes locals molt importants, i en el cas d'Andorra poden ser crítics. Davant aquest fet, cal destacar que Andorra i les seves institucions públiques estàn duint a terme un conjunt de importants accions que han d'ajudar per una part a mitigar els seus efectes i per l'altra han de permetre adaptar els nostres models socials, econòmics per tal de ser els menys vulnerables davant d'aquests. Carers i accions

que des del primer moment han sigut prioritàries per la nostra força política. La implantació d'un nou model energètic en base al llibre blanc de l'energia, la consolidació dels plans sinerxa i l'enginyeria per a la eficiència energètica i el foment del vehicle elèctric, el programa 2R (Reciclaria Energètica a les Escoles), el pla nacional de residus, l'Estratègia nacional del paisatge, les plantes de cogeneració i narxes de calitat, la prova pilot de la planta de compostatge, els programes de recerca d'ús del nou del Poble i la fundació Actual-Tirol, són mesures, entre altres, impulsades pel nostre Govern per assolir aquesta meta. Aquestes mesures d'abast general també seran una constant direcció imprescindible d'abast global a terme també des dels comuns, tasca que també cal remarcar. El canvi climàtic és una realitat i els seus efectes seran un dels principals reptes que haurà de afrontar en els pròxims anys. La lluita obta a terme per les institucions és molt important i cal continuar dedicant-hi els esforços necessaris però la nostra connectivitat i acció individual com a ciutadà serà la clau per poder tenir-les.

24/08/2016

DIMERCRES. 24 D'AGOST DEL 2016

CANVI CLIMÀTIC PÀGINA 10 Insten a disminuir les ones infraroges

MEDI AMBIENT CONFERÈNCIA A PRADA

El Servei Meteorològic avisa que les ones infraroges impulsen el canvi climàtic

Les caladores o superfícies asfaltades en generen i fan créixer l'augment de la temperatura



Guillem Martí, durant la seva ponència a Prada.

HEMOCÉ i el seu sector a Veia

Les emissions de gasos d'efecte hivernacle juntament amb les ones infraroges que generen les fonts de calor artificial contribueixen al canvi climàtic. Així ho va exposar Guillem Martí, director del Servei Meteorològic d'Andorra i de l'Observatori de la Universitat Catalana d'Estiu (UCE), celebrats a Prada de Conflent, i que girava entorn al títol *El canvi climàtic a Andorra*. En la seva ponència, Martí va explicar que la temperatura dels oceans s'ha incrementat més del doble que la de l'atmosfera i que això té un efecte d'augment de la temperatura de l'atmosfera. Per tant, com més gasos menys

coler retornarà a través de l'atmosfera i més s'escalfarà el planeta. Però l'acció humana també contribueix a la generació d'ones infraroges i són aquestes les que fan créixer l'augment de la temperatura de l'atmosfera i que contribueixen a l'augment de la temperatura de l'atmosfera.

Martí també va explicar que "l'augment de la temperatura de l'atmosfera té un efecte d'augment de la temperatura de l'atmosfera i que això té un efecte d'augment de la temperatura de l'atmosfera".

Nacional

ECONOMIA EL 75% DE L'ENERGIA QUE ES GASTA ES COMPRA ALS PAÏSOS VEÏNS

El 38% de l'electricitat consumida al país el 2015 va ser d'origen nuclear

Va venir tant d'Espanya com de França i el percentatge varia cada any, en funció de la producció dels països d'origen ■ La segona font elèctrica més consumida és la hidràulica, i la produïda per FEDA és el 15% del total

EL TÍTOL / REMENCO
Andorra i Vells

El 38,08% de l'energia elèctrica que es va consumir al Principat l'any passat va ser d'origen nuclear. Així ho va explicar el director de Forces Elèctriques d'Andorra (FEA), Albert Moles, en una ponència a la diada andorrana de la Universitat Catalana d'Estiu celebrada a Prada de Conflent.

Aquesta és la principal font d'origen de l'electricitat que es genera al Principat. La segona és la hidràulica amb un 24%, de la qual al voltant del 15% la produceix FEDA al país. La següent la d'origen eòlic (10,12%), el carbó (9,87%) i la que s'obté a partir de la valorització energètica que es realitza en territori nacional (8,74%).

Tal com va explicar Moles abir al Diari, aquest percentatge "varia cada any" i va "en funció de les compres a Espanya i França". Aproximadament el 70% de l'energia elèctrica que s'utilitza a Andorra és d'importació, això fa que depengui dels estats veïns la procedència de la font, sense que en l'àmbit nacional se'n tingui incidència. "Quan compres energia a França és més nuclear", va recordar Moles, que va detallar que "per exemple no en comprem 10 de nuclear i 5 d'hidràulic, en comprem 15 i així ella que ens envien de França segons els hi va bé" en funció de les diferents produccions en base a la seva disponibilitat.

PROCEDÈNCIA REPARTIDA

Per que fa al lloc d'origen de l'energia elèctrica adquirida, el director de FEDA va assenyalar que generalment "en comprem un 50% a França i l'altre 50% a Espanya". Aquest equilibri es deu a diferents raons, com ara l'interès que hi ha des del Principat per tenir accés a ambdues, ja que en cas d'avaría del sistema de transport un dels dos costats, l'única opció seria recórrer a l'altra. I per qüestions contractuals és més òptim realitzar compres abundants habitualment.

La diferència de preu entre els dos països també varia segons l'any, va apuntar Moles. "Els preus entre Espanya i França són



PRIMERA CÀRREGA DE GAS LIQUAT A UN CAMIÓ A LA PLANTA DE COGENERACIÓ

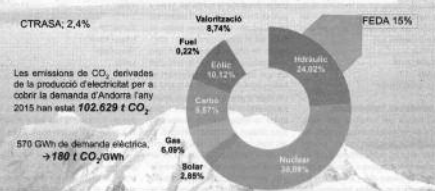
SOLDEL. FEDA va informar abir d'un pas més en la posada en marxa de la nova planta de cogeneració de Sodelu, que es preveu que entri en funcionament aquest mes d'agost. En concret, abir es va penjar la primera càrrega de gas líquid a un camió. La planta abastirà inicialment els nacis de Sodelu i Truch, i posteriorment la xarxa s'allargarà fins al Tírtor.

El consum de fuel domèstic cau un 27% en l'última dècada

Una de les dades enganyades per Moles va ser el descens del 27% de consum de fuel domèstic en els darrers deu anys, el que s'utilitza per a les calefaccions de les llars. En concret s'ha passat dels vora 75 milions de litres del desembre del 2005 als aproximadament 53 milions del mes de Juny d'enguany. El director de FEDA explica la reducció per diferents motius. Un és que en l'última dècada "el PIB d'Andorra ha baixat sobre un 10%" cosa que fa que el consum en general disminueixi. També hi influeix "que es gasten menys gasolins, hi ha menys turistes i són més eficients". Tot i el descens del PIB, el consum global d'energia "ha pujat un 15%", però "les coses que abans es feien amb gasoil ara es fan amb electricitat" va assenyalar.

similars, a vegades és una mica més barat, i a vegades una mica més l'altre". El fet que les procedències de les fonts canvïn segons l'estació, també afecta l'import total, ja que no és el mateix cost l'energia elèctrica que, per exemple, la nuclear.

COBERTURA DE LA DEMANDA D'ENERGIA ELÈCTRICA (2015)



EMISSIONS

A Prada, Albert Moles també va detallar la quantitat de CO₂ que generen les diferents fonts energètiques. El 2015 l'electricitat va generar de mitjana 180 tones de CO₂ per cada gigawatt per hora (tCO₂/GWh), per un total de 102.629 tones de CO₂. En comparació amb el gasoil i la gasolina, és més net. El gasoil de locomoció (turbines) va emetre fins a 294.535 tCO₂, amb una mitjana de 241 tCO₂/GWh. Una consumició mitjana pròximament idèntica a la del fuel domèstic (136.349 tCO₂) i a la de la gasolina (57.083 tCO₂).

La tribuna

El canvi climàtic i Andorra

La 29a diada andorranera a la Universitat Catalana d'Estiu serà el dissabte 20 d'agost a Prada del Conflent

ANEDU
Pol

Jadapració forçada de la Terra als humans ha estat un procés continuat durant els darrers 10.000 anys, especialment des de l'època cultural de la nostra civilització occidental.

Però els impactes, a nivell de canvi climàtic global, que avui es reconeixen sobre la mateixa humanitat, on els darrers canvis, per aquesta volguda, tinguin la forçada aclimatació de la naturalesa a l'home, s'han fet del tot evidents.

El reconeixement dels efectes negatius d'aquest procés i concretament els riscos que el canvi climàtic ha de comportar sobre l'espècie humana, ha posat sobre la taula la convicció de que s'ha d'adaptar a la Terra és l'home, si no vol desaparèixer, a la vista de la seva interdependència amb la resta d'èssers vius que, conjuntament, conformen el nostre planeta viu.

La repensació que el model de desenvolupament actual de l'home ha comportat sobre el clima, en general, és un clar indici de les seves manifestacions contradictòries.

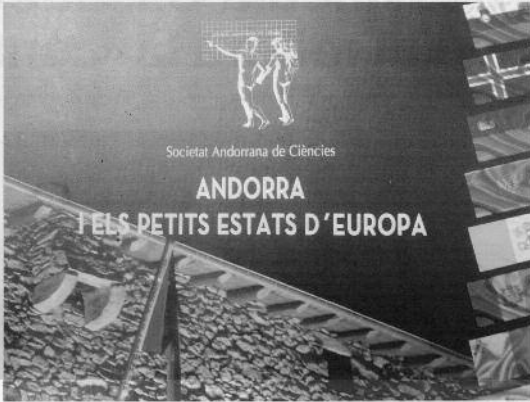
Entre aquestes una injusta repartició dels recursos i uns desequilibris i desigualtats que generen pobresa i explotació.

Aquestes causes justifiquen que el model hagi de ser revisat i ajustat en una primera fase i transformat en una segona.

Tot i que el canvi climàtic és global, les actuacions que es troben al nostre abast són locals i hi podem aplicar la dita: pensament global, acció local.

A nivell global caldrà anar seguint participant a nivell internacional i acceptant els consensos possibles i fent els esforços que dels acords presos se'n deriven.

I també seguint atentament el que fan els nostres veïns. Concretament els veïns catalans del sud es troben



en curs d'elaboració d'un projecte de llei del canvi climàtic, que preveu els objectius a assolir pel 2020 i 2050, en la reducció de gasos d'efecte hivernacle, finançar polítiques de migració i impostos a les emissions de CO2, la gestió del fossa climàtic del carboni i la transició energètica cap a les energies renovables...

A nivell local hi ha almenys cinc àmbits d'acció que són claus.

El legal, o de regulació del març en que cal actuar per a fer front al canvi climàtic, un dels reptes més importants dels propers 50 anys, establint prioritats i creant recursos econòmics per tal de poder actuar.

El d'acció política en que s'han de preveure unes actuacions a curt i mig termini sobretot en els dominis de protecció de riscos naturals (consciència d'aiguats...), de l'aigua (creació d'una agència nacional de

Qui s'ha d'adaptar a la Terra és l'home, si no vol desaparèixer, a la vista de la seva interdependència amb la resta d'èssers vius

l'aigua que prevegi embassaments i reserves suficients d'aigua per al futur), i l'energia (la transició energètica andorranera cap a les energies renovables, la diversificació energètica i la no dependència energètica exterior...).

El del canvi del model de creixement que implica la incorporació en el sistema econòmic e model de desenvolupament actual els conceptes de sostenibilitat, ètica, tenir en compte tots els costos...

L'educatiu, en que cal donar a conèixer, motivar i preparar a les generacions futures.

mes entre el canvi climàtic i els episodis de pols sahariana a Andorra per **Alan Ward i Koeck**, Les polítiques públiques contra el canvi climàtic des de l'economia conductual per **Albert Gomà i Salva**, El registre dels canvis global a Andorra. El canvi climàtic: un canvi global més? per **Valenti Turu i Michele**, La realitat del canvi climàtic per **Ramon Copons i Llorens i Laura Traperó i Bague**, Les previsions de canvi climàtic a Andorra per **Marc Pons i Pons i Laura Traperó i Bague**, Les actuacions nacionals i locals al canvi climàtic per **Rosa Gil i Casado**, Qüestions globals, solucions locals per **Roger Padryni i Carmena**, La sèrie bibliogràfica del recurs hídric a Andorra emplaçat al canvi climàtic per **Cristina Pardo i Pons i Marc Pons i Pons**, Legislació en matèria energètica al Principat d'Andorra, basat, present i futur per **Albert Gomà i Roca**, Freqüència de la crisi climàtica andorranera sobre el canvi climàtic per **Antoni Molné i Ouedo**, Efectes del canvi climàtic sobre la biodiversitat a Andorra per **Benjamin Komac i Minguaud Moez**, canvi climàtic, nos hi hem adaptat. Els indicadors d'impacte meteorològic per **Guillem Martín i Bellido**, Els compromisos del Consell de les Illes amb la xarxa del Clima Global a Andorra per **Ramon Copons i Llorens**, L'associació per la Defensa de la Natura, ADN, El canvi climàtic, impactes i projectes per **Carolina Melvany i Boix, Albert Ruzafa i Tomás i Aina Ribera**, canvi climàtic, acció local per **Carles Miquel i Garcia**, Desafiament a la Planeta novèssim del Tein del Ser per **Dell Roc i Roche**, La nova del març emplaçat en un compromís de l'Andorra per **Josep Miquel i Roche**, El canvi climàtic Andorra, oportunitat de repte i aprofitar les oportunitats per **Marc Bailella i Aillas**, La pedagogia sobre el canvi climàtic a l'home educació d'Andorra per **J. Javier Gómez i Vargas i Lu**, Climatologia, un punt fort en els vins de Catalunya per **Estève Tor i Armengol**.

La 29a diada andorranera a la Universitat Catalana d'Estiu, que tindrà lloc el dissabte 20 d'agost proper a Prada del Conflent, ens convidarà a tots a conèixer-ne més i preparar-nos davant del repte que ja ha començat a afectar-nos, a través de les 19 ponències presents i 1 no present que s'hi presentaran. ■

Tema del dia

CANVI CLIMÀTIC

JORNADA DE CONFERÈNCIES

Menys pluges, més calor

El segle XXI la temperatura podria augmentar cinc graus i les precipitacions disminuir fins un 15%

El canvi provocaria un descens de les nevades que afectaria a l'estacionalitat i el gruíx

CANVI EN PRECIPITACIONS PER A FINALS DEL SEGLE XXI

Polsades de líquid per any



Projecció de NOAA/GFDL CM2.1

→ Mapa mundial del canvi en precipitacions per a finals del segle XXI.

LIDIA RAYENTOS
REGIDORA D'ANDORRA

EL PERIÒDIC

El director de l'Observatori de la Sostenibilitat d'Andorra (OBSA), Marc Pons, va presentar de manifest que a curt termini (període 2002-2050) la temperatura mitjana anual d'Andorra s'incrementarà entre un 1,3 i un 1,7 graus centígrads respecte el període compès entre 1975-2005 (període de referència). A mitjà termini (període 2041-2070) es preveu que l'augment sigui d'entre 1,75 i 3 graus centígrads i podrà arribar fins a un 2,75 graus centígrads pel que fa al període 2071-2100. Al mateix temps, Pons va explicar que, quant a les precipitacions, es projecta una disminució del 3% del total anual a curt termini respecte el mateix període, d'entre un 2% i un 5% menys a mitjà termini (2041-2070) i fins a un 15% inferior de cara al segle vinent. Tot plegat provocaria un descens de les nevades al Principat que afectaria tant a la seva distribució, com a l'estacionalitat i als gruíxos.

Així ho va exposar l'investigadora durant la seva conferència en el marc de la 29a Diada d'Andorra a la

Universitat Catalana d'Estiu (UCE), celebrada dissabte a Prada de Conflent que enguany s'emmarcava sota el tema de debat *El canvi climàtic d'Andorra* i on també va parlar en relació de que aquesta tendència a la baixa de les pluges al Principat estaran

L'OBSA alerta que la temperatura mitjana anual d'Andorra s'incrementarà més d'un grau a curt termini

especialment marcadament els mesos d'estiu. Sobretot, va detallar, a llarg termini, que si la disjunció podria arribar fins a un 27%. Els mesos d'estiu també aniran acompanyats d'un creixement progressiu dels dies anormalment càlids i de més onades de calor.

En canvi, en estacions com l'hivern o la tardor els canvis pel que fa a les precipitacions no seran tan significatius, oscil·lant entre increments i disminucions del +4% i el -8%. El que sí que disminuiran però, seran el nombre de dies anormalment freds

i els dies gèlids.

D'altra banda, el director de l'OBSA va apuntar que no s'observa una variació significativa de les precipitacions intenses.

LA SOSTENIBILITAT DE L'AIGUA A ANDORRA
Marc Pons i la geòloga i investigadora de l'OBSA, Cristina Ferrado, van explicar també la importància de la sostenibilitat de l'aigua per Andorra enfront el canvi climàtic. Segons els dos experts, l'aigua gairebé al Principat «é un estat de salut remarcable tant pel que fa a la seva qualitat com disponibilitat. No obstant, van remarcar que el canvi climàtic i la influència d'un model socioeconòmic, amb un pes molt important del turisme basat en un alta intensitat de l'aigua, podria posar en risc la futura sostenibilitat del recurs hídric».

Així, els experts consideren que a banda d'un altzerat que el clima pot afectar aquest recurs també és clau caracteritzar l'evolució de la demanda; així com també els factors socioeconòmics que generen pressions sobre el recurs per poder dissenyar polítiques adequades a la gestió de l'aigua i a estratègies d'adaptació al canvi climàtic. ■

La població, preocupada pel canvi climàtic a Andorra

El 41% dels enquestats considera que pot provocar un descens del turisme

EL PERIÒDIC
DEBATS I REPORTATGE

El responsable del Servei Meteorològic d'Andorra, Antoni Molné, va donar a conèixer la percepció que té la ciutadania sobre el canvi climàtic a la 29a Diada d'Andorra a la Universitat Catalana d'Estiu (UCE). Segons els resultats d'una enquesta en la qual van participar 758 persones, la major part de la població —un 73%— afirma que el canvi climàtic pot afectar Andorra i un 41% assenyala que l'afectació es pot produir en l'activitat econòmica, laboral i en un descens del turisme.

De la mateixa enquesta es desprèn que gairebé la meitat —concretament un 49%— opina que estan poc o gens informats de les causes del canvi climàtic; mentre que un altre 52% manifestava aquesta po-

ca informació pel que fa a les conseqüències d'aquest canvi climàtic.

Quant a les accions per fer front a aquest canvi en el clima que es poden impulsar des d'Andorra, els enquestats diuen, en un 46%, que es pot potenciar i utilitzar més el transport públic, anar a peu o en bicicleta; un 33% diu que es poden aplicar mesures per reduir el consum d'energia i un 32% que es poden reduir residus i potenciar la recollida selectiva i el reciclatge. També s'esmenten mesures com reduir el consum d'aigua (13%), fer campanyes d'informació (8%) o comprar productes de temporada i productes localment (4%).

Un 47% relaciona el canvi climàtic amb els gasos que provoquen la contaminació atmosfèrica i l'efecte hivernacle; un 41% amb la pujada de les temperatures; un 14% amb el desglaç, dels pols o la reducció del gel dels glaciers i un 10% amb un augment de feutabents extrems com tempestes i inundacions. ■

Andorra

Saboya reclama que l'interès general primi en el pacte d'Europa

ANDORRA | 1 pàgina

DONANT LA NOTA



Àngels Mach

La 29a Diada andorrana a la Universitat Catalana d'Estiu (UCE), que tindrà lloc el 20 d'agost a Prada de Conflent, parlarà sobre el canvi climàtic.

Relacions amb Europa

Saboya repta Bartumeu a tornar a l'interès general en el pacte de la UE

El ministre creu que l'abandonament de la defensa dels Cierco del president d'SDP pot fer tornar el grup al pacte

Agència notícies

El ministre d'Affers Exteriors, Gilbert Saboya, va reiterar ahir que el Govern manté la porta oberta perquè tant Liberalització i Progrés es puguin integrar en el pacte d'Europa, i es va mostrar confiat que "a poc a poc torni a imperar la visió d'interès general" tenint en compte que el president d'SDP, Jaume Bartumeu, ha donat la defensa dels accionistes majoritaris de la BFA. Saboya va fer aquestes manifestacions en el marc de la presentació del llibre de ponències de la jornada andorrana de l'any passat a la Universitat Catalana d'Estiu, que va tractar precisament de la qüestió d'Andorra i els petits estats d'Europa. El ministre va garantir la continuïtat de les negociacions per a l'acord d'associació i va reiterar que la Unió Europea ja ha mostrat la voluntat d'inten-

gar al màxim els acords actuals, amb l'acord Duaner, dins del nou tractat. Saboya va dir que no té la bona de veure per saber quines decisions prendran, però confia que torni a imperar la visió d'interès general tenint en compte que recentment el president d'SDP ha abandonat la defensa dels accionistes majoritaris de BFA. Així, va reiterar que la porta continua oberta tant per als "que, per alguna raó o una altra, de manera més o menys tàctica, hagin pogut optar per no ser-hi presents" com per als Liberalització, que fins ara se'n han volgut mantenir al marge. El ministre va assegurar que el calendari de negociacions per a l'acord d'associació, almenys fins a finals d'any, està garantit malgrat la intenció del Regne Unit d'abandonar la Unió Europea. Així, el ministre va recordar que es manté la reunió prevista per al 22 de



Albert Moix, Àngels Mach i Gilbert Saboya, ahir, presentant el llibre.

setembre, en el qual s'iniciaran les negociacions sobre la llibre circulació de mercaderies, punt en el qual Andorra ja ha manifestat la voluntat de mantenir la substància de l'acord Duaner. Segons Saboya, la Unió Europea és sensible a aquesta demanda i es mostra oberta a buscar solucions, sempre que es trobi un equilibri entre el principi d'homogeneïtat de tractats entre els diferents països i el respecte per les particularitats de cadascun. Per tant, Saboya es mostra convençut que l'UE permetrà que els acords actuals s'integrin al màxim dins del nou text. "Aquesta és la seva posició de sortida. Nosaltres volem que es mantinguin els acords actuals i ara s'haurà

de mirar com poden evolucionar les posicions en el procés de negociació, però d'entrada la predisposició a escoltar-nos i a buscar solucions hi és", va assegurar Saboya. Així, el ministre considera que al final el temps portarà a tothom a prendre consciència de quin és l'interès general del país i del fet que és una negociació que marcarà el futur.

AFER CASADEVALL
D'altra banda, Saboya va assegurar que la decisió del secretari general del Govern, Jordi Casadevall, de posar el seu càrrec a disposició no ha afectat en cap sentit el Govern i que, per tant, "no hi ha afer Casadevall". Saboya va valorar que "ha tingut la dignitat" de posar el seu càrrec a disposició i creu que "és un gest que l'honora", i va confirmar que té la confiança absoluta tant del cap de Govern com de la resta de l'executiu.

11/11/2016

8 ANDORRA CÒP22



Andorra exposa la situació sobre els gasos d'efecte hivernacle

Ahò va permetre un intercanvi d'experiències amb la resta de països membres

La Diada andorrana de Prada de Conflent va ser el punt d'inici d'una exposició sobre el canvi climàtic que es va celebrar a Prada de Conflent, a la Universitat Catalana d'Estiu. El cap de l'Oficina d'Energia i del Carri Climàtic, Carles Miquel, va presentar la situació de Andorra i els petits estats d'Europa, que va tractar d'Andorra i els petits estats d'Europa i que s'ha editat gràcies al suport de FEDA Cultura. La jornada del 20 d'agost inclou 19 ponències presencials i 4 més de no presencials, a càrrec de membres del Centre i de l'IDESA, sociòlegs, geòlegs i física del Servei Meteorològic d'Andorra, entre altres ponents. També hi participarà el cap de l'Oficina de l'Energia i del Carri Climàtic d'Andorra, Josep Majoral (LDA) i Marc Ballellà (DA). Mach va assegurar que es tracta d'una exposició que ha estat molt positiva de la Diada andorrana, però que fa visibilitat i perquè fa desplaçar cada cop més andorrans a Prada, on tenen l'oportunitat d'accedir a professors de prestigi.

El canvi climàtic serà l'eix de la 29a Diada andorrana a Prada

La 29a Diada andorrana a la Universitat Catalana d'Estiu (UCE), que tindrà lloc el 20 d'agost a Prada de Conflent, parlarà sobre el canvi climàtic, els efectes que té en el Principat i les mesures que es prenen per frenar-ho. Així ho va fer públic ahir la presidenta de la Societat Andorrana de Ciències (SAC), Àngels Mach, durant la presentació del llibre de les ponències de la diada de l'any passat, que va tractar d'Andorra i els petits estats d'Europa i que s'ha editat gràcies al suport de FEDA Cultura. La jornada del 20 d'agost inclou 19 ponències presencials i 4 més de no presencials, a càrrec de membres del Centre i de l'IDESA, sociòlegs, geòlegs i física del Servei Meteorològic d'Andorra, entre altres ponents. També hi participarà el cap de l'Oficina de l'Energia i del Carri Climàtic d'Andorra, Josep Majoral (LDA) i Marc Ballellà (DA). Mach va assegurar que es tracta d'una exposició que ha estat molt positiva de la Diada andorrana, però que fa visibilitat i perquè fa desplaçar cada cop més andorrans a Prada, on tenen l'oportunitat d'accedir a professors de prestigi.

(<http://p.ara.cat/5c/ara.ad/home/442588168/Position1/default/empty.gi/7770354c5656582B14d774141316254?x>)

Saboya, sobre el pacte d'Estat per la UE: "Confio que torni a imperar l'interès general"

El ministre també ha assegurat que la decisió de Jordi Casadevall de posar el càrrec a disposició no ha afectat el Govern i que "és un gest que l'honora"

ANA Encamp ACTUAT 17/2016 EL 09/06/2016 14:28



Gilbert Saboya aquest dimarts en l'acte de FEDA Cultura.

Després de fa un any la Diada Andorrana de l'UCE tractats sobre la qüestió d'Andorra i els petits estats d'Europa, pel ministre d'Afers Exteriors, Gilbert Saboya, les reflexions que es van fer són plenament vigents perquè el calendari de negociacions per a l'acord d'associació, almenys fins a finals d'any, està garantit malgrat la intenció del Regne Unit d'abandonar la Unió Europea. Així, el ministre ha recordat que es manté la reunió prevista per al 22 de setembre, on s'iniciaran les negociacions sobre la lliure circulació de mercaderies, punt en el qual Andorra ja ha manifestat la seva voluntat de mantenir la substància de l'Acord Duaner.

La UE permetrà que els acords existents s'integrin al nou text

Segons Saboya, la Unió Europea és sensible a aquesta demanda i es mostra oberta a buscar solucions, sempre que es trobi un equilibri entre el principi d'homogeneïtat de tracte entre els diferents països i el respecte de les particularitats de cadascun d'ells. Per tant, Saboya es mostra convençut que la UE permetrà que els acords existents s'integrin al màxim dins del nou text. "Aquesta és la seva posició de sortida, nosaltres volem que es mantinguin els acords existents, i ara s'haurà de mirar com poden evolucionar les posicions en el procés de negociació, però d'entrada la predisposició a escoltar-nos i a buscar solucions hi és", ha assegurat Saboya.

Pel que fa al pacte d'Estat que es va signar per anar a la una en aquesta matèria però que només ha subscrit DA i el PS després que SDP decidís suspendre la seva participació, Saboya ha dit que no té la bola de vidre per saber quines decisions prendran, però confia que torni a imperar la visió d'interès general, tenint en compte que recentment el president d'SDP ha abandonat la defensa dels accionistes majoritaris de BPA. Així, ha reiterat que la porta continua oberta tant pels "que per alguna raó o una altra de manera més o menys tàctica hagin pogut optar per no ser-hi presents" com pels Liberals, que fins ara s'han volgut mantenir al marge.

Així, el ministre considera que al final, el temps portarà a tothom a prendre consciència de quin és l'interès general del país i del fet que es una negociació que marcarà el futur. De fet, Saboya ha reconegut que li costa molt entendre quin és l'argument pel qual no es pot compartir "un pacte d'Estat que pretén defensar el millor acord per a Andorra", i ha recordat que cal un màxim consens possible per tal que la negociació a Brusel·les es porti amb la "màxima força", perquè és en el marc del pacte on les formacions poden defensar les oportunitats i les qüestions que cal preservar en la negociació.

"No hi ha cap afer Casadevall"

D'altra banda, el ministre Saboya ha assegurat que la decisió del secretari general del Govern, Jordi Casadevall, de posar el seu càrrec a disposició, no ha afectat en cap sentit el Govern i que, per tant, "no hi ha afer Casadevall". Saboya ha valorat que "ha tingut la dignitat" de posar el seu càrrec a disposició, i que creu que "és un gest que l'honora" i ha confirmat que té la confiança absoluta tant del cap de Govern com de la resta de l'Executiu.

Lleida

La llar d'infants d'Agramunt, en una zona no inundable

Es construirà en un solar al costat de la caserna de la Guàrdia Civil i estarà llesta a mig curs



El canvi climàtic, principal amenaça ambiental al Pirineu

RISC L'augment de la temperatura causa ja alguns canvis de cultius, i a la llarga podria fer entrar en crisi la ramaderia i el turisme **LLISTA** L'aigua, la MAT de Ponent, l'autovia A-14 i un futur rebrot de la construcció completen la llista de riscos

David Marin
SOBT

Les cinc principals amenaces que plamen actualment sobre el medi ambient a les comarques del Pirineu tenen, algunes, un caràcter global, i d'altres són més concretes. Durant la primera dècada dels dos mil·lennis, sobretot entre el 2005 i el 2008, els plans d'urbanització i de creació de nous equipaments i infraestructures eren en el primer pla del debat sobre el futur d'aquest espai del país. La crisi n'és ha fet retrocedir en urgència, però ha agut arca el canvi climàtic com a gran focus d'atenció, amb un cucarà molt lleuger augment de la temperatura en les darreres dècades que s'ha traduït, entre altres coses, en uns primers intents de fer-hi tornar la vinya com a cultiu a alta muntanya.

Canvi climàtic

La Universitat Catalana d'Estiu (UCE) ha fet durant aquest agost una reflexió sobre l'estat de la qüestió. Responsables de medi ambient, energia i meteorologia d'Andorra van presentar diverses ponències que van posar sobre la taula els principals efectes i l'aparició ja d'una consciència social del tema: el 68% dels ciutadans del Principat ja ho consideren un problema molt greu que pot afectar no només l'entorn natural, sinó l'economia i pirinenca, amb una pujada de la costa de la neu, al llarg termini, i, per tant, la disminució de les zones esportives, principalment el sector econòmic d'Andorra i el Pirineu. Un estudi d'investigadors del Centre Superior d'Investigacions Científiques va



Excursionistes al Parc Nacional d'Aiguèstortes i Estany de Sant Maurici ■ SANTI GILLESIA

La frase

«La ramaderia extensiva i el turisme poden tenir greus problemes amb el canvi climàtic.»
Joan Vázquez
INVESTIGADOR CIÈNCIES

predir l'any 2008 un augment de la temperatura al Pirineu d'entre 2,8 i 4 graus a final de segle. A canvi dels riscos per al turisme, té lloc els darrers anys el fenomen de la reducció de la vinya al Pirineu. D'ençà del 2000 Torro experimenta amb diverses varietats al Pallars Jussà, i han nascut diversos productors nous al Pallars Sobirà i Andorra davant la viabilitat dels cultius de vinya gràcies a la major insolació i temperatura. El líder del grup

ecològic Ipeña, Joan Vázquez, assenyala que l'augment de la temperatura estaria posant en perill "uns ecosistemes molt fràgils com són els del Pirineu", amb el risc per als prats i, per tant, per a la ramaderia extensiva, vital en moltes zones de muntanya que no viuen del turisme, així com per a les fagedes, els avets i altres espècies autòctones amb una necessitat de pluvimetria que estaria en perill si progressa l'augment de temperatures i el canvi del règim de pluges.

Aigua

Molt relacionada amb el canvi climàtic trobem la gestió de l'aigua: un previsible augment de la temperatura reduirà la quantitat de neu que s'acumula i que amb el desgel alimentaria els rius catalans. També posaria en risc l'economia

local, ja que menys aigua implicaria també menys recursos per a la creació de nou artificial, cada cop més necessària si la cota de neu puja per un augment de la temperatura. A més, el líder d'Ipeña assenyala la sobreexplotació dels rius a alta muntanya sense tenir en compte el seu cabal mínim per a la sostenibilitat ecològica. Vázquez cita un acord signat pel govern de Franco amb l'Estat francès el 1956, modificat el 1970 i encara vigent, que permet al l'Estat francès desviar aigua del Segura cap a Arària sense tenir en compte el mínim ecològic com a exemple de les greus pressions a què se sotmet els rius des de les seves capçaleres.

La MAT de Ponent

La construcció d'una nova línia elèctrica de molt alta

tensió (MAT) per connectar les centrals de la vall de l'Ebre amb les hidroelèctriques pirinenques, la MAT de Ponent, fa vuit anys que volta pels despatxos de Red Elèctrica Espanyola (REE). La companyia estatal va presentar ja un projecte de traçat als alcaldes i ha comprat terrenys a Figueras d'Orcal, al Pallars Jussà, on passarà la subestació final del projecte, que connectarà amb la MAT ja existent que va del Pirineu fins a la regió metropolitana de Barcelona. Segons Josep Castell, alcalde de Castell de Mur i un dels principals opositors a la MAT, el projecte tindria un gran impacte paisatgístic sobre el Pallars Jussà, una comarca travessada ja per onze línies de transport elèctric, i afectaria els paisatges naturals protegits. La crisi, però, l'ha deixada de moment al calaix de REE,

fins que el Ministeri de Foment trobi finançament per tirar-la endavant.

Autovia A-14

Segons els ecologistes, l'autovia projectada entre Lleida i Vielha pot tenir al Pirineu un efecte "devastador". "Es impossible construir-la sense fer una gran depressió en els entorns naturals que travessarà", diu a l'Alta Ribagorça, a la Ribagorça d'administració aragonesa i a l'Aran. Segons el líder d'Ipeña, la ràtio de vehicles existent no justifica l'actuació. Tot i això, existeix una gran demanda social a la zona, per falta sinistralitat de la carretera actual i el tràfic de mercaderies.

Construcció

Entre els anys 2005 i 2008, moment culminant de la bombolla immobiliària que va precedir la crisi econòmica actual, es van impulsar un gran nombre de plans urbanístics al Pirineu, sobretot lligats a les zones turístiques i de complexos d'esquí. A l'Aran es van intentar legalitzar les bordes (cabanes de pastor) com a segones residències, i a la vall Fosca una gran operació d'urbanització vinculada a una estació d'esquí que no es va arribar a construir va quedar empanangada per la fallida de la construcció Metravecasa. Tremp va aprovar un pla general que fobava la població septentrional de la zona. Actualment, l'excessiu d'urbanització del Pirineu ha baixat uns quants esglons com a risc ambiental, tot i que els ecologistes avisen que davant d'un futur augment del risc climàtic podrien tornar les pedreres "degradades" sobre el territori. ■



FEDACULTURA edita el llibre de la 28a Diada Andorrana de la Universitat Catalana d'Estiu

09/08/16 17:19

Redacció

Oci i Cultura

Leave a reply



El Museu de l'Electricitat de FEDACULTURA ha acollit la presentació, aquest migdia, del llibre *Andorra i els Petits Estats d'Europa*, que recull les ponències presentades en el marc de la darrera Diada Andorrana, que organitza anualment la Societat Andorrana de Ciències (SAC) en el marc de la Universitat Catalana d'Estiu (UCE), a Prada de Conflent. Es tracta d'un esdeveniment que compta amb el patrocini del Govern d'Andorra i de FEDACULTURA.

La presentació s'ha fet amb la presència del director general de FEDA, Albert Moles; la presidenta de la SAC, Àngels Mach; i també del ministre d'Afers Exteriors, Gilbert Saboya, en tant que ponent d'aquella diada andorrana. Moles ha fet èmfasi en l'interès de FEDACULTURA de donar suport a la SAC en l'organització i publicació d'aquestes ponències després de sis anys d'aquesta col·laboració i ha afirmat que els petits Estats tenen molt a aportar en el camp internacional.

De la seva banda, Mach ha agraït el suport de FEDACULTURA a l'hora de publicar aquestes ponències, que són les úniques que s'editen de tota la Universitat Catalana d'Estiu i que, a més, es poden trobar digitalitzades als webs de la SAC i de l'Institut d'Estudis Catalans. També ha fet extensiu l'agraïment al Govern d'Andorra, pel

suport econòmic en el programa de beques estudiantils per assistir a l'UCE. Així mateix, ha recordat que en aquesta darrera diada es va optar per tractar les relacions institucionals entre els petits Estats d'Europa no només pel moment de negociació que viuen amb la Unió Europea sinó també per la necessitat dels països petits de trobar punts en comú per tirar endavant en un món cada cop més globalitzat i més homogeni. La presidenta de la Societat Andorrana de Ciències també ha aprofitat per apuntar que és la primera vegada que recullen en llibre els informes dels becats andorrans de l'UCE, un balanç de la Diada Andorrana i també les paraules de l'homenatge pronunciades a la tomba de Pompeu Fabra a Prada, en què també va haver representació andorrana.

El ministre Gilbert Saboya ha explicat que l'elecció del tema d'aquesta diada era molt avinent tenint en compte els darrers contactes diplomàtics amb San Marino i Mònaco en el marc de l'acord d'associació amb la Unió Europea i ha apuntat que les negociacions van avançant. Així mateix s'ha mostrat convençut que els debats en clau andorrana dins la Universitat Catalana d'Estiu són fructífers per al país.

Com és habitual cada any, Àngels Mach ha aprofitat la presentació del llibre per anunciar la temàtica de la propera Diada Andorrana de l'UCE, que se celebrarà el dia 20 d'agost, a partir de les 9.30 h del liceu Charles Renouvier de la capital del Conflent. Enguany serà el canvi climàtic. Mach ha explicat que s'hi presentaran dinou ponències presencialment i quatre més de forma no presencial. A això ha afegit que la Diada Andorrana cada cop desperta més expectativa entre la resta de participants a la Universitat Catalana d'Estiu. Per la seva part, Albert Moles ha apuntat el paper que FEDA juga en aquest àmbit, amb els diversos compromisos internacionals que ha assumit en matèria mediambiental.

Text: FEDA, Foto: ANA

Títol:

AM - La 29a Diada Andorrana a la Universitat Catalana d'Estiu tractarà sobre el canvi climàtic

Resum:

Encamp - La 29a Diada Andorrana a la Universitat Catalana d'Estiu (UCE), que tindrà lloc el proper 20 d'agost a Prada de Conflent, parlarà sobre el canvi climàtic, els efectes que té sobre el Principat i les mesures que es porten a terme per tal de frenar-lo. Així ho ha fet públic aquest dimarts la Societat Andorrana de Ciències (SAC) durant la presentació del llibre de les ponències de la diada de l'any passat, que va tractar sobre Andorra i els petits estats d'Europa, i que s'ha editat gràcies al suport de FEDA Cultura. La jornada del proper 20 d'agost inclourà 19 ponències presencials i 4 més no presencials, a càrrec de membres del CENMA, de l'OBSA, sociòlegs, geòlegs, físics del Servei Meteorològic d'Andorra, etc. També es comptarà amb la participació del cap de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic d'Andorra, Carles Miquel, i s'aportarà una visió política de la qüestió, amb les intervencions de Rosa Gili (PS), Delfi Roca (SDP), Josep Majoral (Ld'A) i Marc Ballestà (DA).

Text:

La SAC, en col·laboració amb FEDA Cultura, ha presentat aquest dimarts el llibre Andorra i els Petits Estats d'Europa, que recull les ponències presentades en el marc de la darrera Diada Andorrana, que organitza anualment la Societat Andorrana de Ciències (SAC) en el marc de la Universitat Catalana d'Estiu (UCE), a Prada de Conflent. La presidenta de la SAC, Àngels Mach, ha volgut agrair la col·laboració de FEDA, que fa possible des de fa 6 anys que els debats es puguin publicar, així com el suport del Govern, per l'ajuda econòmica en el programa de beques estudiantils per assistir a l'UCE. La publicació inclou la trentena de ponències que es van presentar l'agost de l'any passat, a més d'un balanç de la jornada, els informes dels tres becats, i activitats paral·leles i altres actes de l'UCE com l'homenatge a Pompeu Fabra. Mach s'ha mostrat satisfeta pel fet que la SAC ja disposa tota la col·lecció de reculls disponible a Internet, incloent el darrer llibre presentat aquest dimarts.

L'acte també ha servit per presentar la Diada Andorrana d'aquest any, que tindrà lloc el dissabte 20 d'agost a Prada de Conflent i que tractarà sobre el canvi climàtic. S'hi presentaran 23 ponències -quatre d'elles no presencials-, i d'entre els actes complementaris destaca la projecció del documental sobre els fallaires d'Andorra. Àngels Mach ha assegurat que es va triar aquest tema per la inquietud manifesta per part de tothom, ja que sense haver-se posat d'acord, hi haurà també dos cursos lectius de la UCE dedicats al canvi climàtic. L'objectiu de la jornada és donar a conèixer que tot i ser un país petit, es pot fer molt per frenar aquesta tendència, de manera que l'acte "servirà de calidoscopi entre institucions, entitats i particulars", que mostraran què s'està fent en molts àmbits diferents.

Durant la jornada hi intervindran experts en els diferents àmbits de treball en matèria de canvi climàtic, amb els responsables del CENMA, l'OBSA, el Servei Meteorològic d'Andorra, el CRES, l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic, a més de representants de fundacions i d'entitats mediambientals com ADN o APAPMA. També hi intervindrà el director de FEDA, Albert Moles, que parlarà sobre la transició energètica i el canvi climàtic, i el darrer tram de la jornada estarà dedicat a l'opinió de les diferents formacions polítiques, amb les intervencions de Rosa Gili (PS), Delfi Roca (SDP), Josep Majoral (Ld'A) i Marc Ballestà (DA).

Àngels Mach ha assegurat que hi ha hagut una evolució molt positiva de la Diada Andorrana, pel que fa a la seva visibilitat i al fet de fer desplaçar cada cop més andorrans a Prada, on tenen l'oportunitat d'accedir a professors de prestigi. A més, la presidenta de la SAC ha celebrat que la jornada andorrana "cada cop té més pes en els actes que es fan a la UCE".

Data de publicació: 2016-08-09 13:21:00
Seccions: Societat, Medi Ambient
Territoris: Pirineu,Nacional
Signatura: M.T.



El director de FEDA, Albert Moles; la presidenta de la SAC, Àngels Mach, i el ministre d'Afers Exteriors, Gilbert Saboya.



Foto: M.T.

El ministre Gilbert Saboya, el director de FEDA, Albert Moles i la presidenta de la SAC, Àngels Mach.



Foto: M.T.

El director de FEDA, Albert Moles; la presidenta de la SAC, Àngels Mach, i el ministre d'Afers Exteriors, Gilbert Saboya.



Foto: M.T.

Títol:

AM - Saboya confia que torni a imperar la visió d'interès general per culminar el pacte d'Estat per la UE

Resum:

Encamp.- El ministre d'Afers Exteriors, Gilbert Saboya, ha reiterat, aquest dimarts, que el Govern manté la porta oberta per tal que tant Liberals d'Andorra com Socialdemocràcia i Progrés es puguin integrar dins del pacte d'Estat per a l'acostament a la Unió Europea, i s'ha mostrat confiat que "a poc a poc torni a imperar la visió d'interès general", tenint en compte que el president d'SDP, Jaume Bartumeu, ha deixat la defensa dels germans Cierco en l'afar BPA. Saboya ha fet aquestes manifestacions en el marc de la presentació del llibre de ponències de la jornada andorrana de l'any passat a la Universitat Catalana d'Estiu, que va tractar precisament la qüestió d'Andorra i els petits estats d'Europa. El ministre ha garantit la continuïtat de les negociacions per l'acord d'associació, i ha reiterat que la Unió Europea ha mostrat la voluntat d'integrar al màxim els acords existents, com l'Acord Duaner, dins del nou tractat.

Text:

Després de fa un any la Diada Andorrana de l'UCE tractats sobre la qüestió d'Andorra i els petits estats d'Europa, pel ministre d'Afers Exteriors, Gilbert Saboya, les reflexions que es van fer són plenament vigents perquè el calendari de negociacions per a l'acord d'associació, almenys fins a finals d'any, està garantit malgrat la intenció del Regne Unit d'abandonar la Unió Europea. Així, el ministre ha recordat que es manté la reunió prevista per al 22 de setembre, on s'iniciaran les negociacions sobre la lliure circulació de mercaderies, punt en el qual Andorra ja ha manifestat la seva voluntat de mantenir la substància de l'Acord Duaner.

Segons Saboya, la Unió Europea és sensible a aquesta demanda i es mostra oberta a buscar solucions, sempre que es trobi un equilibri entre el principi d'homogeneïtat de tracte entre els diferents països i el respecte de les particularitats de cadascun d'ells. Per tant, Saboya es mostra convençut que la UE permetrà que els acords existents s'integrin al màxim dins del nou text. "Aquesta és la seva posició de sortida, nosaltres volem que es mantinguin els acords existents, i ara s'haurà de mirar com poden evolucionar les posicions en el procés de negociació, però d'entrada la predisposició a escoltar-nos i a buscar solucions hi és", ha assegurat Saboya.

Pel que fa al pacte d'Estat: que es va signar per anar a la una en aquesta matèria però que només ha subscrit DA i el PS després que SDP decidís suspendre la seva participació, Saboya ha dit que no té la bola de vidre per saber quines decisions prendran, però confia que torni a imperar la visió d'interès general, tenint en compte que recentment el president d'SDP ha abandonat la defensa dels accionistes majoritaris de BPA. Així, ha reiterat que la porta continua oberta tant pels "que per alguna raó o una altra de manera més o menys tàctica hagin pogut optar per no ser-hi presents" com pels Liberals, que fins ara s'han volgut mantenir al marge.

Així, el ministre considera que al final, el temps portarà a tothom a prendre consciència de quin és l'interès general del país i del fet que es una negociació que marcarà el futur. De fet, Saboya ha reconegut que li costa molt entendre quin és l'argument pel qual no es pot compartir "un pacte d'Estat que pretén defensar el millor acord per a Andorra", i ha recordat que cal un màxim consens possible per tal que la negociació a Brussel·les es porti amb la "màxima força", perquè és en el marc del pacte on les formacions poden defensar les oportunitats i les qüestions que cal preservar en la negociació.

"No hi ha cap afer Casadevall"

D'altra banda, el ministre Saboya ha assegurat que la decisió del secretari general del Govern, Jordi Casadevall, de posar el seu càrrec a disposició, no ha afectat en cap sentit el Govern i que, per tant, "no hi ha afer Casadevall". Saboya ha valorat que "ha tingut la dignitat" de posar el seu càrrec a disposició, i que creu que "és un gest que l'honora", i ha confirmat que té la confiança absoluta tant del cap de Govern com de la resta de l'Executiu.

Data de publicació: 2016-08-09 13:39:00

Seccions: Política
Territoris: Nacional
Signatura: M.T.



El canvi climàtic, temàtica de la Diada andorrana a la Universitat Catalana d'Estiu

Notícies • Societat 09 d'agost, 2016



[Twitter](#) [Facebook](#) [YouTube](#) [WhatsApp](#) [Gmail](#) [LinkedIn](#) [Print](#) [Share](#) [Inserir vídeo](#)

El canvi climàtic serà la temàtica de la Diada andorrana a la 29a edició de la Universitat Catalana d'Estiu. La presidenta de la Societat Andorrana de Ciències (SAC), Àngels Mach, ha afirmat que a Andorra hi ha una inquietud manifesta de què fer per contrarestar el canvi climàtic.

El programa, que s'ha presentat avui, consta de dinou ponències presencials i quatre d'escrites. D'altra banda, s'ha presentat el recull de ponències de l'anterior edició, dedicada a les relacions entre Andorra i els petits Estats d'Europa.

Mach ha destacat el balanç que s'ha fet de la participació andorrana a la UCE. "La diada andorrana cada vegada té més pes en els actes", insisteix, tot destacant el fet que la SAC sigui l'única entitat que publica un llibre dels actes de la UCE.

Informa: Andrés González-Nandin Imatges: Sara Periago

<http://andorradifusio.ad/Noticies/el-canvi-climatic-tematica-de-la-diada-andorrana-a-la-universitat-catalana-destiu>

La presa de consciència fa augmentar la inquietud dels andorrans pel canvi climàtic

Notícies » Cultura 20 d'agost, 2016



Inserir vídeo

El canvi climàtic ha estat la temàtica de la vint-i-novena diada d'Andorra dins la Universitat Catalana d'Estiu. Una inquietud d'escala mundial que s'ha tractat des de diverses perspectives. Dinou ponències presencials i cinc de no presencials, organitzades per la Societat Andorrana de Ciències, han analitzat i debatut el paper d'Andorra en el marc del canvi climàtic.

El canvi climàtic ha estat l'eix conductor de la 29a Diada d'Andorra dins l'edició d'enguany de la UCE. Una vintena de ponències, organitzades per la SAC, han tractat una problema d'escala global des de la perspectiva d'un petit estat.

Aquesta jornada especialitzada ha destacat, sobretot, les accions que s'han de realitzar a nivell local per reduir un problema global. La consciència que ha pres la societat respecte el canvi climàtic ha augmentat els últims anys. Un canvi favorable que ha condicionat les polítiques de responsabilitat

Com en edicions anteriors, totes les ponències i aportacions d'aquesta diada d'Andorra quedaran recollides en un llibre. Un recull que es presentarà en l'edició de l'any que ve, quan se celebren els 30 anys de la presència d'Andorra en aquesta trobada formativa.

Informa: Marc Guadilla

Imatges: Lluís Calvo

<http://www.andorradifusio.ad/Notícies/la-presa-de-consciencia-fa-augmentar-la-inquietud-dels-andorrans-pel-canvi-climatic>

Flaixos

El canvi climàtic i Andorra

Avui tindrà lloc la XXXI **Jornada d'Agricultura a Prada**, que enguany s'encapçala pel lema *El malbaratament alimentari i el sector agroalimentari*. L'organitza la Institució Catalana d'Estudis Agraris amb la col·laboració de la Secció de Ciències Biològiques de l'Institut d'Estudis Catalans.

Es presenta a les 4 de la tarda el **Manifest Koiné: per un veritable procés de normalització lingüística a la Catalunya independent**, signat per 275 professionals de la llengua. L'acte anirà a càrrec d'Àngels Folch i Borràs, Dolors Requena i Bernal i Josep M. Virgili i Ortiga

El president del Casal Català de Luxemburg, Jordi Gairin; el president del Cercle Català de Madrid, Albert Masquef; i Belén Murillo (del Casal Català de Quito) participaran a l'acte **20 anys de la Federació Internacional d'Entitats**



La jornada andorrana, una presència habitual a l'UCE

Avui se celebra la 29a Jornada Andorrana a la Universitat Catalana d'Estiu. Organitzada per la Societat Andorrana de Ciències (SAC), la jornada d'enguany porta per títol *El canvi climàtic i Andorra*.

"En ser un ecosistema de muntanya, Andorra té una vulnerabilitat especial. Els ecosistemes de muntanya són més fràgils" explica la vicerectora per les relacions de l'UCE amb Andorra Mar-

ta Fonolleda. "D'altra banda, cal tenir en compte el sistema econòmic actual d'Andorra. Som una societat de serveis de lleure especialment dedicada a l'esquí. Si pugen les temperatures, nevarà menys" afirma la presidenta de la SAC, Àngels Mach.

La jornada s'ha ordenat en quatre blocs. El primer és sobre percepcions i opinions. "Volem saber què pensa la gent del canvi climàtic. El

segon bloc és sobre la complexitat del canvi climàtic, les seves causes, de què depèn, i la incertesa que comporta. El tercer és sobre els efectes, sobre les conseqüències que pot tenir el canvi climàtic a Andorra. Finalment, les projeccions, cap on anem i què hi podem fer.

La jornada exposarà 19 ponències presencials i 5 de no presencials.

Des de fa uns anys, Andorra ha apostat per un canvi de model i comença a haver-hi activitats econòmiques diferents a les del turisme d'hivern i el comerç. Per exemple, ja hi ha 6 cellers de vi andorrà i s'està treballant en l'establiment d'una D.O. pròpia.

D'altra banda, ja s'ha editat el llibre amb les ponències de l'any passat, dedicades a Andorra i els petits Estats d'Europa, que va tenir lloc al Liceu Renouvier el 22 d'agost de 2016.