



# 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.

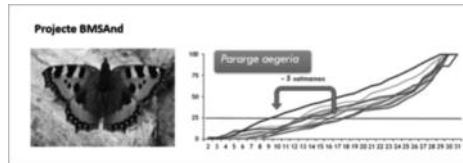
El Cenma va néixer de la fusió del Centre de Biodiversitat i del Centre de Recerca en Ciències de la Terra l'any 2007. Des de la fundació, ha tingut un compromís en la recerca del canvi climàtic i global a Andorra. Des del 2011, el Cenma estructura la seva activitat en sis línies de recerca: (a) canvi 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*

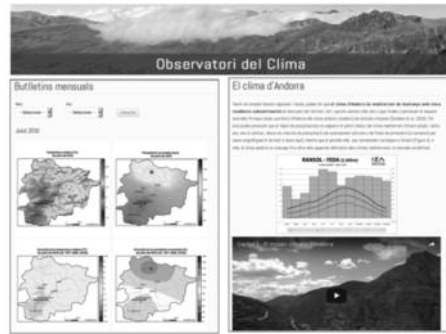
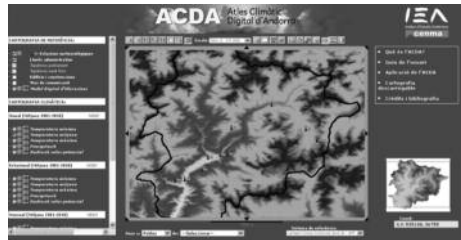
d'Andorra (ACDA), que representa la variabilitat climàtica d'Andorra des del punt de vista exclusivament espacial. L'ACDA és un servidor de cartografia climàtica, disponible a través d'internet a [www.acda.ad](http://www.acda.ad), que inclou mapes de diverses variables com són la temperatura de l'aire, 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](http://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](http://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



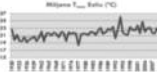
**interreg POCTEFA** **IEA** **Projecte CLIMPY:**  
Evolució i projecció del clima.

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

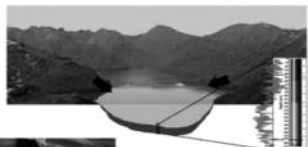
Desenvolupar d'indicadors climàtics.

Analitzar la variabilitat espai-temporal del mantell de neu.

Generar projeccions climàtiques.



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

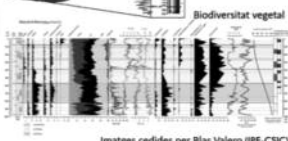


Reconstrucció del passat

+ 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:

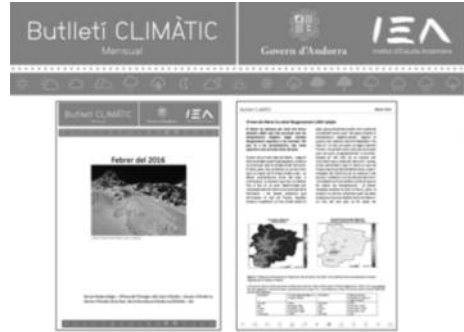
- CLIM'PY (EFA081/15): caracterització de l'evolució del clima i provisió d'informació per a l'adaptació als Pirineus.
- FLORAPYR (EFA100/15): mantenir i desenvolupar les bases de coneixement en la flora dels Pirineus i els indicadors de seguiment de la vegetació en relació amb el canvi climàtic.
- REPLIM (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](http://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