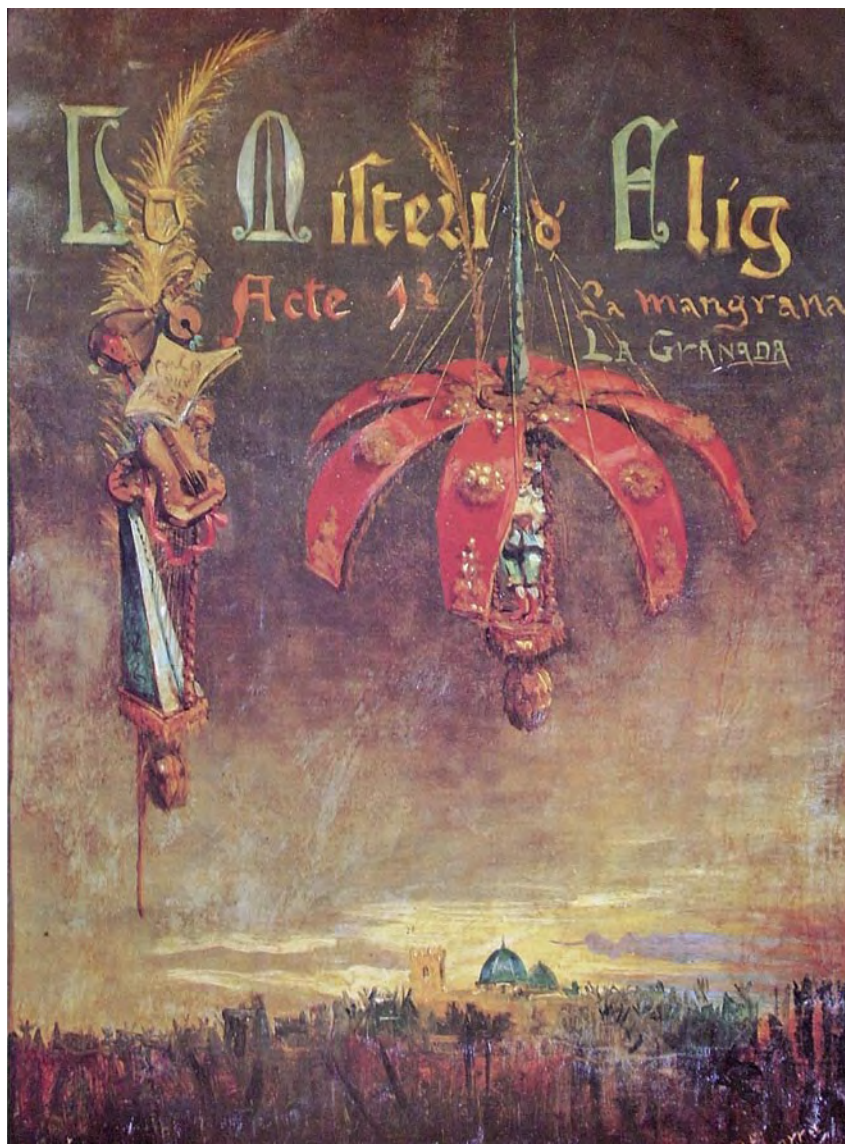


Textos de recerca i divulgació



Pere Ibarra: *Lo Misteri d'Elig* (1927). Arxiu de l'Hort del Cura



EL CANVI CLIMÀTIC I EL PASSAT METEOROLÒGIC RECENT DEL BAIX VINALOPÓ

Vicent F. SOLER SELVA

IES Sixto Marco (Elx)

Montserrat ARAN ROURA

Servei Meteorològic de Catalunya

*Desembre nevât,
bon any per al blat.*

1. INTRODUCCIÓ

El clima d'una regió està definit pels valors mitjans de les variables meteorològiques (temperatura, precipitació, etc.) corresponents a un període llarg de temps. Segons l'àrea abastada, es parla de clima local, del que en seria un exemple el clima mediterrani del Baix Vinalopó; o global, si ens referim als valors mitjans mundials. La comunitat científica que se n'ocupa del clima prova de trobar regularitats en el caòtic comportament de l'oratge per explicar el present climatològic i predir evolucions futures.

El 1988 l'Organització Meteorològica Mundial (OMM) i el Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA) creà el Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC).¹ L'IPCC elabora informes sobre el canvi climàtic i està format per tres grups de treball: el Grup de Treball I (GT-I) redacta la primera part de l'informe on es tracta la base científica del canvi climàtic, el GT-II se n'ocupa dels impactes, adaptació i vulnerabilitat i, finalment, el GT-III avalua les possibilitats de limitar les emissions i d'atenuar el canvi climàtic. L'IPCC emeté el primer informe el 1990, cinc anys després es publicà el segon i fa sis anys el tercer; durant l'any 2007 s'han fet públiques les diferents parts del quart informe sobre el Canvi Climàtic.

En considerar períodes de temps molt llargs s'observa que el clima no ha sigut sempre igual.² Cada vegada hi ha més evidències que el clima recent està canviant, ara però, hi ha una diferència, «els humans han alterat molt l'atmosfera de la Terra. El 2005 la concentració de diòxid de carboni havia ultrapassat les concentracions naturals que han existit des de fa més de 650.000 anys».³ La discussió darrerament

¹ Prèviament s'havia celebrat la Primera Conferència Mundial sobre el Clima (Ginebra, 1979) i s'havia signat el Protocol de Montreal el 1987.

² *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, IPCC-WMO-UNEP, <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Ch06-v2.pdf>, p. 433-481.

³ R. Pachauri, sessió obertura de l'ONU de 24-09-2007, <http://www.ipcc.ch/Pachauri_240907.pdf>.



s'ha dirigit en particular a tractar de destriar la contribució de l'activitat humana de la d'origen natural. Aquest coneixement porta els experts a suggerir la necessitat de revisar les polítiques de desenvolupament dels diferents estats, i que es prenguen mesures front al canvi climàtic que s'observa.⁴

El 1988, abans de la creació de l'IPCC, es convoca la primera reunió entre científics i polítics d'alt nivell per a discutir mesures a aplicar per a combatre el canvi climàtic; s'hi adopten els primers compromisos no vinculants de reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) per a 2005. És en la cimera de Kyoto de 1997 quan, el països signants del Protocol,⁵ assoleixen un acord legalment vinculant de reducció no inferior, en terme mitjà, al 5% per al període 2008-2012, respecte dels nivells de 1990. És conegut que hi ha països com la Xina o els Estat Units que no signaren el Protocol de Kyoto i Rússia el firmà ara fa tres anys. A la Unió Europea li corresponia reduir les emissions de GEH en un 8%. Els acords de Kyoto autoritzaven Espanya a incrementar les emissions fins un 15% respecte de les de 1990. Des d'aleshores fins el 2005 l'increment a l'Estat espanyol ha sigut del 53%,⁶ i només l'any següent les emissions experimentaren, una reducció del 4,1%. Els valors actuals tripliquen l'augment d'emissions autoritzat per a Espanya.

El GT-I en el quart informe de l'IPCC conclou que l'escalfament és evident i s'atribueix a l'acció de l'home amb una certesa superior al noranta per cent. D'altra banda les emissions a l'atmosfera de GEH s'han incrementat en un 70% entre 1970 i 2004.⁷

2. ALGUNES CONCLUSIONS DEL QUART INFORME SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC

Determinats gasos de l'atmosfera terrestre, com ara el diòxid de carboni i el vapor d'aigua, absorbeixen i reemetten la radiació infraroja, són anomenats gasos d'efecte hivernacle, GEH. Aquests gasos eviten que bona part de la radiació que ens arriba del sol torne a l'espai, i contribueixen així que la temperatura mitjana de l'aire superficial de la Terra siga d'uns 15° C.⁸ L'efecte d'hivernacle és, doncs, un fenomen relacionat amb l'atmosfera. En l'actualitat, però, l'activitat humana ha alterat l'equilibri natural de les concentracions dels gasos d'efecte hivernacle.

En aquest apartat recordem algunes de les contribucions del Grup de Treball I (GT-I), el que se n'ocupa de les bases científiques, al quart informe del Panell Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (IPCC). No pretenem ser exhaustius, el lector interessat a ampliar coneixements el remetem a les referències bibliogràfiques.

La quantitat de dades que es manegen ara (2007) és molt major, i les tècniques d'anàlisi i informàtiques han esdevingut més sofisticades.

⁴ *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Changing*, IPCC-WMO-UNEP, <<http://www.ipcc.ch/SPM040507.pdf>>.

⁵ <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>>.

⁶ Veure <<http://archivo.greenpeace.org/Clima/Espana.htm>>.

⁷ *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Changing*, IPCC-WMO-UNEP, <<http://www.ipcc.ch/SPM040507.pdf>>, p. 2.

⁸ A la lluna, satèl·lit sense atmosfera, del dia a la nit les temperatures mitjanes oscil·len entre 107 °C i -153 °C.

Caldria recordar que els membres del GT-I no emeten les seues conclusions a partir de cap treball de recerca, sinó de la revisió de la bibliografia que sobre els diversos aspectes que involucra el Canvi Climàtic s'han publicat pels experts al món. Són públics el criteris rigorosos que aplica el GT-I per a seleccionar els treballs de recerca.

Diferenciar la contribució d'origen antròpic de la d'origen natural en el canvi climàtic ha sigut un repte fonamental en cada informe. És en l'últim d'aquests on més s'ha palesat aquesta diferenciació. S'ha de tenir present que els documents IPCC parlen de percentatges de probabilitat que un determinat succés s'esdevinga. Caldria afegir-hi que, en general, en fer prediccions sobre l'evolució futura d'una variable física –i no només física–, és freqüent expressar el resultat en termes de probabilitat. La certesa és, així doncs, poc freqüent. En l'IPCC podem trobar els qualificatius següents: *virtualment cert*, que significa que, segons el judici dels experts, hi ha un 99% de probabilitat que ocorrega allò del que es parla; a *extremadament probable* li correspon una probabilitat superior al 95%, *molt probable* serà major del 90%, *probable* si és superior al 66%, *més probable que no* quan és major del 50% i *improbable* i *molt improbable* quan són, respectivament, inferiors al 33% i el 10%.

Així, per exemple, mentre que en el primer informe de l'IPCC (1990) es deia que era *probable* la influència de l'activitat humana en el canvi climàtic dels últims cinquanta anys, en el darrer informe (2007) ja s'afirma que és *molt probable* aquesta influència.

a) Factors humà i natural del canvi climàtic

Les concentracions atmosfèriques de diòxid de carboni, metà i òxid nitrós s'han incrementat de forma significativa com a conseqüència de les activitats humanes des de 1750, i en l'actualitat les mesures excedeixen molt els valors preindustrials, determinats a partir de l'anàlisi dels nuclis de glaç que abasten molts milers d'anys. L'increment global en les concentracions de diòxid de carboni són conseqüència fonamentalment de l'ús de combustibles fòssils i els canvis en l'ús de la terra, mentre que les fonts del metà i de l'òxid nitrós són principalment aportats per l'agricultura.⁹

La problemàtica del canvi climàtic està lligada a l'efecte hivernacle i aquest a la presència del diòxid de carboni a l'atmosfera. El CO₂ és un dels gasos d'efecte hivernacle d'origen antròpic més important.¹⁰ Des de 1958 s'han fet mesures acurades de la concentració de diòxid de carboni; si es considera el període que va de 1960 a 2005 s'observa un increment de 1,4 ppm (parts per milió, és a dir, set molècules de CO₂ per cada cinc milions de molècules d'aire sec) per terme mitjà en la concentració. La figura 1 representa les mesures dels darrers deu mil anys.



⁹ *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, IPCC-WMO-UNEP, <http://www.ipcc.ch/WG1_SPM_17Apr07.pdf>, p. 2.

¹⁰ Pel temps de residència a l'atmosfera, etc. hauriem de destacar en importància el SF₆ (3.200 anys) i el PFC (>50.000 anys).

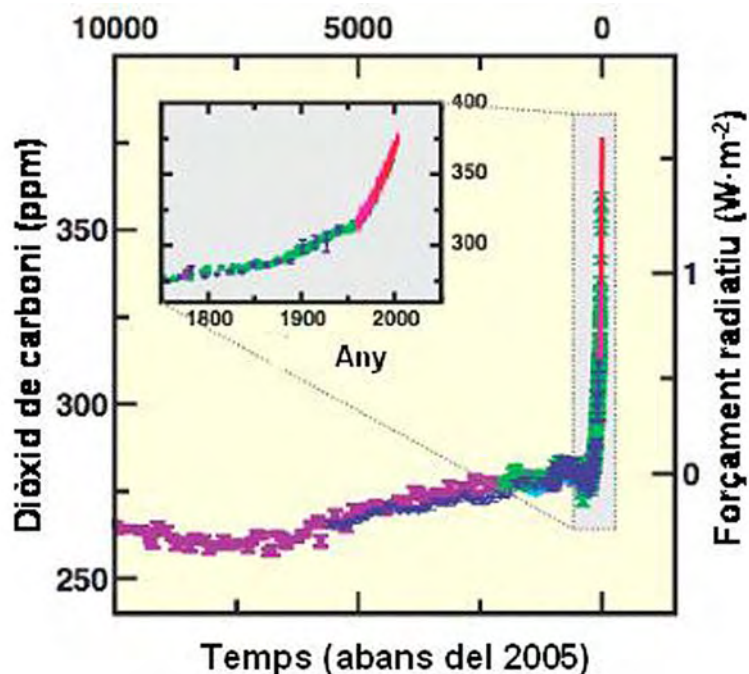


Figura 1. Des de 1750 les concentracions de CO_2 a l'atmosfera han experimentat un augment important, en conseqüència la radiació que no pot ser reemesa a l'espai també s'incrementa, se'n diu que el forçament radiatiu és positiu (gràfica del quart informe IPCC).

A més, la contribució de l'activitat humana a l'augment de la concentració d'altres dos gasos importants d'efecte hivernacle com ara el metà i l'òxid nitrós ha sigut igualment considerable. El primer ha vist incrementada la concentració des de l'era preindustrial fins l'actualitat en vora dues vegades i mitja, i, per al mateix període, fins l'any 2005, l'òxid nitrós ha passat de 270 ppb a 319 ppb.

Des del tercer informe IPCC, la comprensió sobre la influència dels factors d'origen antròpic en el refredament i escalfament ha millorat, s'admet amb una confiança molt alta (com a mínim de nou sobre deu) que, en terme mitjà, les activitats humanes des de 1750 han contribuït a l'escalfament, amb un forçament radiatiu de $+1,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.¹¹

El *forçament radiatiu* és una mesura de la influència que un factor determinat té d'alterar l'equilibri entre l'energia que arriba a la Terra i l'energia que el planeta reemet a l'espai. Un forçament radiatiu positiu és causa d'un escalfament de l'atmosfera, la concentració de diòxid de carboni, com es pot veure en les figures 1 i 2 n'és un exemple; els aerosols (partícules sòlides o gotes líquides que es troben en suspensió

¹¹ *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, IPCC-WMO-UNEP, <http://www.ipcc.ch/WG1_SPM_17Apr07.pdf>, p. 3-4.

a l'atmosfera) pel contrari s'hi veu que contribueixen a disminuir l'escalfament.

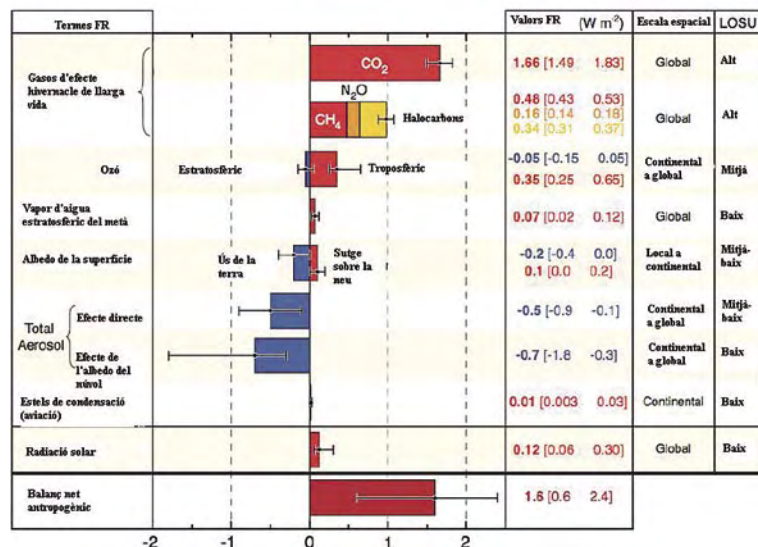


Figura 2. Forçament radiatiu mitjà produït per diferents causes.
LOSU: Nivell de comprensió científica (gràfica del quart informe IPCC).

b) Observacions directes del canvi climàtic recent

Una pregunta evident relacionada amb el canvi climàtic seria, com es manifesta? O, el resultat de quines observacions ens porten a concloure que la Terra està experimentant un canvi en el clima?

No hi ha cap dubte sobre l'escalfament global, com s'evidencia a partir de les observacions de l'increment de les temperatures mitjanes de l'aire i dels oceans, la fusió de la neu i el gel i l'augment global del nivell mitjà del mar.¹²

Si considerem el període recent que va del 1995 al 2006, hi trobem onze anys dels dotze més càlids que s'han enregistrat des del 1850. D'altra banda l'escalfament causa l'expansió de l'aigua, doncs, les quatre cinquenes parts de la calor afegida al sistema climàtic és absorbida pels oceans. La superfície de les glaceres i la neu que cobreixen les muntanyes ha disminuït en tots dos hemisferis, contribuint també a l'augment del nivell del mar. Aquest ha pujat 1,8 mm cada any des de 1961 fins el 2003 i l'increment total del segle passat ha sigut de disset centímetres. També s'han enregistrat molts canvis a escales continental o regional, així, per exemple, durant el segle passat ha sigut observat un augment de la precipitació al nord i sud d'Amèrica, nord d'Europa i Àsia central; pel contrari al Sahel i la Mediterrània s'han enregistrat sequeres.



¹² *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, IPCC-WMO-UNEP, <http://www.ipcc.ch/WG1_SPM_17Apr07.pdf>, p. 5.



Canvi en els fenòmens	Confiança que a final del segle xx es manifestara la tendència	Confiança de la contribució humana observada en la tendència
Dies i nits més càlids i menys freds en la major part de la superfície terrestre	Molt probable (>90 %)	Probable (>66 %)
Major freqüència dels dies i nits més càlids en la major part de la superfície terrestre	Molt probable (>90 %)	Probable (nits) (>66 %)
Major freqüència de les ones de calor en la major part de la superfície terrestre	Probable (>66 %)	Més probable que no (>50 %)
Major freqüència d'episodis de precipitacions intenses en la major part de la superfície terrestre	Probable (>66 %)	Més probable que no (>50 %)

Figura 3. Tendència observada durant el segle xx de fenòmens extrems i influència humana sobre la manifestació d'aquests.

c) La simulació del canvi climàtic. Projectió del clima futur

Per a fer estimacions quantitatives dels canvis climàtics futurs s'utilitzen els models numèrics, no es pot recórrer a l'aplicació de tècniques estadístiques. El model climàtic és una representació matemàtica del sistema climàtic natural que té en compte el grau de comprensió dels processos físics, químics i biològics que governen el sistema climàtic. Cada vegada els models proposats són més afinats perquè incorporen un major nombre de variables i d'equacions matemàtiques, la resolució de les quals demana alhora equipaments informàtics amb major potència de càlcul. La confiança en els models per a fer projeccions futures del clima ha augmentat en els darrers vint-i-cinc anys. Els models són capaços de reproduir la tendència creixent de la temperatura mitjana durant el segle xx a causa de la major concentració de gasos d'efecte hivernacle i aerosols. En particular, els models anteriors a 1990 predeïen per a la dècada següent un augment de la temperatura mitjana d'entre 0,15 i 0,3 °C, d'acord amb els valors reals mesurats, que ha sigut de 0,2 °C.

Per a fer les projeccions del clima s'apliquen els models climàtics a diversos escenaris que se suposa es poden donar en el futur. Cada escenari representa una interpretació quantitativa específica de quatre línies evolutives: la primera (A1) contempla un món amb ràpid creixement econòmic (economia globalitzada: els problemes s'aborden internacionalment), la segona (A2) un món futur molt heterogeni (proteccionisme: individualisme), en tercer lloc (B1) es descriu un món amb ràpids canvis en l'estructura econòmica acompanyada d'un menor ús de materials (sostenibilitat social: col·lectivisme), finalment, una línia (B2) que suposa un món on predominin les solucions locals a la sostenibilitat.¹³ El desplegament de cada un dels escenaris es tradueix en un reajustament del balanç d'agents de forçament (veure figura 2) que el model climàtic tradueix en una modificació dels valors de les variables que defineixen el clima. Així, per exemple, un escenari que es recolza en la utilització intensiva de combustibles fòssils (A1FI), augment de la població, etc, generarà un augment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle amb unes conseqüències (veure figura 4) sobre la temperatura mitjana global.

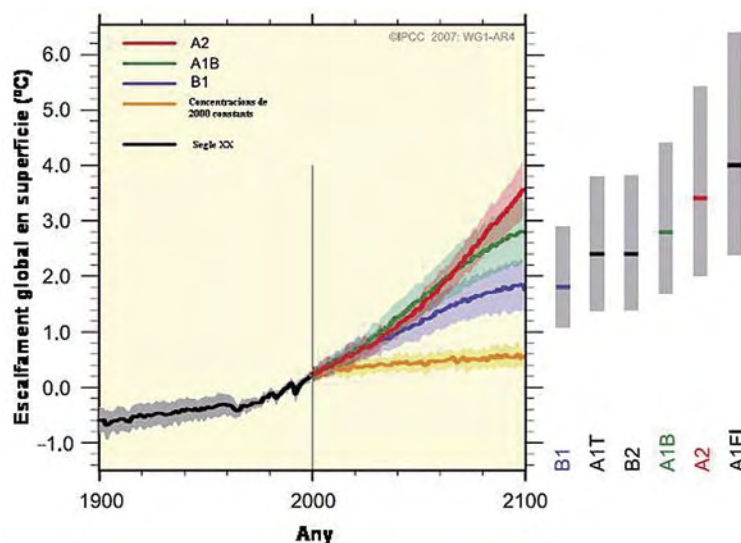


Figura 4. Predicció de la variació de la temperatura global durant el segle XXI. Les barres de la dreta indiquen la millor estimació (línia de l'interior de cada barra) i el rang probable estimat per a cada escenari. Tots els escenaris contemplats projecten un augment de la temperatura per al futur (gràfica del quart informe IPCC).

¹³ En *Contribution of WG-I to Fourth Report of IPCC. Summary for Policymaker*, IPCC-WMO-UNEP, <http://www.ipcc.ch/WG1_SPM_17Apr07.pdf>, 2007, p.18, es pot trobar una descripció dels diversos escenaris que s'empren per a obtenir les projeccions del clima.



El quadre següent resumeix les projeccions sobre el clima del futur que s'han publicat en el quart informe IPCC:

Previsió	Observacions
Durant les pròximes dues dècades es preveu un augment de 0,2 °C en la temperatura per dècada.	Encara que els valors dels agents de forçament romanguen igual als nivells de l'any 2000, la temperatura augmentaria 0,1 °C per dècada.
<i>Molt probablement</i> l'emissió continuada de GEH per sobre dels valors actuals, causaria més escalfament en el sistema climàtic global durant el segle XXI que l'observat en el segle anterior.	L'escenari més moderat preveu un augment d'1,8 °C i el més sever de 4,0 °C (on el rang probable és 2,4 °C fins a 6,4 °C). L'escalfament redueix la capacitat de la terra i els oceans d'eliminar el CO ₂ i així augmenta la proporció d'aquest gas a l'atmosfera.
Ara hi ha una major confiança en les projeccions a escala regional que fan els models sobre l'escalfament, precipitació, episodis extrems, etc.	S'espera un escalfament major sobre la terra i molt en particular a les latituds nord. La coberta de neu disminuirà. El gel marí es reduirà tan a l'Àrtic com l'Antàrtida. És <i>molt probable</i> que continuen augmentant la freqüència de les ones de calor i els episodis de precipitacions intenses. L'augment de les precipitacions és <i>molt probable</i> a latituds altes, mentre que és probable la disminució en moltes àrees terrestres subtropicals.
Encara que s'estabilitzaren les concentracions de gasos d'efecte hivernacle, l'escalfament antròpic i el nivell del mar continuarà augmentant.	Si contemplem tots els escenaris, excloent-hi canvis ràpids en la dinàmica de fusió del gel, ¹⁴ es preveu un augment del nivell del mar d'entre 0,18 i 0,59 m per a finals del segle XXI.

¹⁴ La fusió de les glaceres i els pols s'esperava com una conseqüència de l'escalfament global, però ningú no havia previst que ocorreguera tan ràpidament com indiquen els darrers registres. Vegeu <<http://nsidc.org>>, servei de control de glaç.

¹⁵ «La demanda elèctrica cae cerca del 2,5 % por el apagón por el cambio climático», *El País*, 2-2-2007.

¹⁶ <http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/estrategia_cc/pdf/estrategia_esp_ccel.pdf>. El vint de juliol del mateix any es publicà l'*Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2012-2020*.

¹⁷ <<http://www.ipcc.ch>>.

3. EL SEGUIMENT DEL CANVI CLIMÀTIC A L'ESTAT ESPANYOL

L'u de febrer de 2007 vora tres milions de ciutadans i ciutadanes desconnectaren la llar de la xarxa elèctrica en resposta a la crida internacional que es féu per conscienciar sobre el canvi climàtic, el consum elèctric baixà un 2,5% durant cinc minuts.¹⁵ Una setmana després el govern feia pública l'*Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2012*.¹⁶ És, a més a més, durant aquestes dates quan es fan públiques les bases científiques del quart informe IPCC.¹⁷ El canvi climàtic i les conseqüències que se'n deriven, avalades per la major part de la comunitat científica, han guanyat un espai en la percepció ciutadana i es fa imprescindible la intervenció de les institucions. El

problema del canvi climàtic i les propostes per a mitigar els seus efectes guanya importància en els programes electorals.

Al l'estat espanyol les grans línies de lluita contra el canvi climàtic en l'actualitat es promouen des de l'Oficina Espanyola de Canvi Climàtic (OECC), creada el 2001, una direcció general que depèn del Ministeri de Medi Ambient, Medi Rural i Marí. L'OECC es responsable de la coordinació, gestió i seguiment de la implementació del Pla Nacional d'Adaptació, també és l'òrgan que coordina la participació de les diferents administracions¹⁸ i sectors socials implicats. A més, l'OECC fa les funcions de secretariat dels òrgans col·legiats en matèria de canvi climàtic: El Consell Nacional del Clima (CNC, creat el 1992 i modificat el 2001), El Grup Interministerial de Canvi Climàtic (creat el 2004) i de la Comissió de Coordinació de Polítiques de Canvi Climàtic (CCPCC, creada el 2005). Una estructura, la de la lluita contra el canvi climàtic, de creació relativament recent, i a la qual es requereixen actuacions urgents.

En la proposta feta pel govern al CNC i a la CCPCC, *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2012* (febrer 2007) s'hi evidencia la sensibilitat del medi natural i l'activitat humana de la Península al canvi climàtic:

Espanya, per la situació geogràfica i les característiques socioeconòmiques, és un país molt vulnerable al canvi climàtic, com així s'està evidenciant en les avaluacions i investigacions més recents. Els greus problemes ambientals que es veuen forçats per efecte del canvi climàtic són: la disminució dels recursos hídrics i la regressió de la costa, les pèrdues de la biodiversitat biològica i ecosistemes naturals i els augments en els processos d'erosió del sòl. Així mateix hi ha d'altres efectes del canvi climàtic que també van a provocar seriosos impactes en els sectors econòmics.¹⁹

El 2005 el MIMAM feia pública la *Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático (ECCE)*.²⁰ Es podria afirmar que, en línies generals, el contingut d'aquest informe és l'equivalent regional a l'emés pel grup de treball-II de l'IPCC.²¹ Com en aquest, l'ECCE és el resultat del treball d'un grup nombrós d'experts, coordinats pel professor José M. Moreno, membre alhora del GT-II. A l'ECCE s'intenta valorar quins poden ser els canvis que es manifestaran al llarg del segle XXI en el clima d'Espanya, com a conseqüència de l'escalfament del planeta i de l'impacte que produiran sobre el medi natural, els recursos, els principals sectors productius i la salut.

Els resultats de les simulacions climàtiques, projeccions per a la Península Ibèrica, durant el segle XXI es resumeixen en el quadre següent:²²



¹⁸ S'hi inclou la Federació Espanyola de Municipis i Províncies (PEMP). En novembre de 2004 es creà la Comissió Gestora de la Xarxa de Ciutats pel Clima dins de la FEMP. Ara, Elx és l'única ciutat del Baix Vinalopó que pertany a la Xarxa.

¹⁹ <http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/estrategia_cc/pdf/estrategia_esp_ccel.pdf>, p. 3, o la p. 1 de l'*Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2012-2020*.

²⁰ <http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/eval_impactos.htm>.

²¹ <<http://www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf>>.

²² ECCE, p. 52-57. Són projeccions de models globals i un regional que pren com a referència el període 1961-1990 i on s'han considerat els escenaris A2 i B2 definits a l'IPCC.



A) Models globals

Previsió	Observacions
Tendència creixent de les temperatures mitjanes (certesa molt alta)	L'increment tèrmic serà major a l'estiu que a l'hivern, 2 °C a l'estiu i 1,2 °C a l'hivern cada trenta anys. Els majors increments correspondran a la zona mediterrània
Reducció significativa de les precipitacions totals anuals (certesa alta)	La reducció tendeix a ser major durant la primavera i menor a l'hivern.

B) Model regional (resolució de 50 km):

S'ha pres com a referència el mateix període que en el cas anterior i les projeccions que es fan correspondrien als últims trenta anys del segle XXI i hem seleccionat aquelles que afecten el litoral Mediterrani peninsular.

Previsió	Observacions
Augment de la temperatura de 2 a 4 °C. Disminució de la precipitació d'entre 0 i 10 mm	Durant l'hivern
Augment de la temperatura de 3 a 5 °C. Disminució de la precipitació d'entre 10 i 40 mm	Durant l'estiu

En resum, les projeccions del canvi climàtic per al nostre entorn prediuen una tendència progressiva a l'increment de les temperatures mitjanes al llarg del segle; els augments de temperatura mitjana seran majors durant l'estiu. S'aprecia també una tendència generalitzada a una disminució de la precipitació acumulada. A més, el clima es mou cap a un increment de la freqüència de dies amb temperatures màximes extremes durant la primavera i la periodicitat de temperatures extremes mínimes disminuirà a la Península Ibèrica.

4. ESTUDI DE SÈRIES TEMPORALS: ESTACIONS DEL BAIX VINALOPÓ

Les dades meteorològiques que caracteritzen l'atmosfera en un lloc i un moment determinat (MARTÍN: 2002) es poden presentar en forma de valors numèrics, com ara la temperatura; o també poden ser qualitius, és el cas de la indicació del tipus de núvols presents al cel. A l'observatori de la ciutat d'Elx (8018A-Elx),²³ en funcionament oficial des de l'any 1953, s'hi enregistren, entre d'altres, mesures de la variable precipitació

²³ Vegeu Montserrat ARAN i Vicent SOLER, «L'estació meteorològica d'Elx i els centres meteorològics», LA REL·LA, 15 (2002), p. 245-254.

i la temperatura. Per a interpretar aquestes dades i definir el clima de la zona s'haurà de tenir en compte tant el període en què es van realitzar les mesures com la situació de l'emplaçament de l'estació meteorològica. El clima d'un lloc o d'una regió és una successió dels temps meteorològics que s'hi ha enregistrat, suficientment llarga per caracteritzar l'atmosfera. El nombre d'anys per a treballar amb una sèrie climàtica dependrà de la variable que s'estudie. L'Organització Meteorològica Mundial (OMM) estableix que una sèrie de dades ha de ser com a mínim de trenta anys, sobretot en el cas de la temperatura i precipitacions mensuals i anuals. A més a més, l'OMM estableix uns períodes internacionals de trenta anys concrets: 1901-1930, 1931-1960 i el darrer 1961-1990. Això permet comparar millor els valors climàtics obtinguts en diferents llocs del món. Si només es vol fer un estudi local, en un indret donat com ara Elx, hi ha diferents maneres de calcular quin és el nombre mínim de dades, n , a utilitzar per tal que l'estudi siga fiable. El més utilitzat és el càlcul determinat per la fórmula: $n=(1,96 \cdot s)^2/(0,1 \cdot x_m)^2$ on x_m és la mitjana i s és la desviació típica.

Per exemple, en el cas de la sèrie pluviomètrica d'Elx, i per al període 1955-2006, té una mitjana de 270,9 mm i una desviació típica de 93,3 mm, per tant requereix un nombre de dades de 45 anys com a mínim per a realitzar un estudi fiable. En aquest article s'ha treballat amb una sèrie de 52 anys.

Les sèries de dades poden ser incompletes, ja que per a diferents motius (malalties, avaries de l'instrumental, guerres, etc.) es deixen de prendre mesures en períodes més o menys llargs, cal dir que, a la sèrie de temperatures de l'observatori d'Elx només li falta la temperatura d'un dia, a causa d'haver-se espatllat el termòmetre. En aquests casos la sèrie es pot completar amb les dades d'estacions properes. Un altre problema afegit és la conservació de l'entorn de l'emplaçament de l'estació meteorològica amb les mateixes característiques de quan es van iniciar les mesures (creixement urbanístic o de la vegetació de l'entorn) o el trasllat de l'estació en un altre indret. La història de l'estació meteorològica és un altre tipus d'informació que s'ha de guardar per tal de fer un estudi climatològic rigorós i no parlar de canvis climàtics quan en realitat són canvis d'un altre tipus. En qualsevol cas, abans d'iniciar l'anàlisi d'una sèrie s'ha de verificar que aquesta és homogènia: «Una sèrie homogènia és aquella en la qual hom pot garantir que cada valor és només fruit del comportament de l'atmosfera en un lloc i enclavament determinat, no subjecta, per tant, a variabilitats artificials de diversos tipus». Existeixen diverses proves per a analitzar si una sèrie és homogènia o no, són prou conegudes entre els experts, les proposades per Von Neumann, Ratxes, Helmert, Abbe, etc.

A la sèrie de dades d'Elx s'han aplicat els criteris d'aquests últims tests esmentats i s'ha arribat a la conclusió que la sèrie és no homogènia. En aquest estudi també s'ha analitzat el comportament de les sèries pluviomètriques d'altres estacions properes: L'Altet, La Marina, CH-





Segura i C-Agrícola, i tampoc eren homogènies. Aquest tipus de tests són vàlids sobretot per a variables que no canvien de manera sobtada. Cal tenir en compte que la precipitació és una variable amb molta dispersió de valors i d'un comportament aleatori: unes tardors amb xàfecs molt intensos, com la viscuda al País Valencià l'any 2007 i d'altres ben secs. La variabilitat climàtica de la precipitació al sud-est peninsular és molt gran. El millor paràmetre per a mesurar aquesta dispersió i comparar amb d'altres estacions és *el coeficient de variació o variabilitat*, CV : $CV = (s/x_m) * 100$ (%), on s i x_m tenen el significat que ja hem vist més amunt.

Per a l'estació de la ciutat d'Elx i les estacions properes a ella s'obté:

Estació	Elx	Coop. Agrícola	CH del Segura	La Marina	Altet
CV (%)	36	38	36	39	37

Aquests valors coincideixen amb la mitjana obtinguda per altres autors (MARTÍN: 1996) per a la conca del Segura (figura 5). A més a més, a la figura 5 s'observa com la conca mediterrània es caracteritza per una elevada irregularitat espacial, el CV màxim es troba a la zona del Baix Vinalopó; en canvi s'observa que a Galícia hi ha poca variabilitat climàtica pel que fa a la pluja.



Figura 5. Coeficient de Variació mitjà de la precipitació anual, en percentatge, per a les conques hidrogràfiques, durant el període 1949-1989 (MARTÍN: 1996).

Per tant, les sèries de l'estació d'Elx i rodalies difícilment seran homogènies segons les proves d'homogeneïtzació abans esmentades. En aquest indrets cal tenir molta cura amb les dades i analitzar amb detall la història de l'estació abans de fer l'estudi climatològic.

L'evolució temporal de la precipitació presenta un comportament molt variable al voltant d'un valor mitjà de 250 mm a la zona d'estudi (veure la figura 6). En aquest gràfic també s'observen uns períodes durant els quals la precipitació anual mesurada va ser molt important, més de

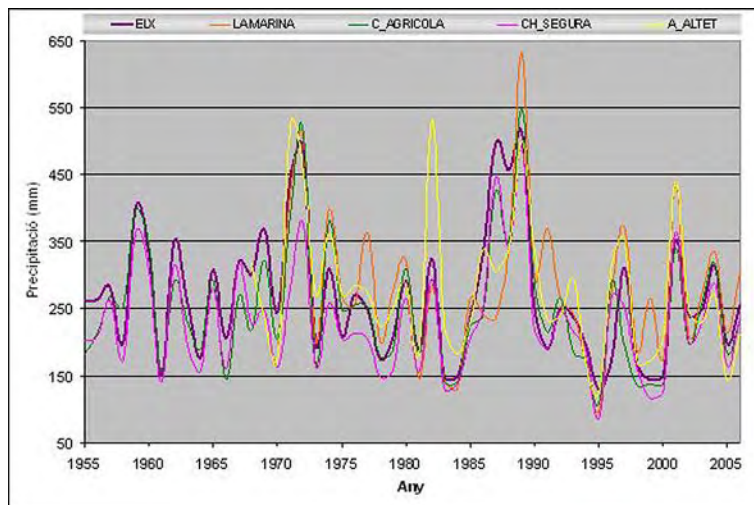


Figura 6. Evolució temporal de la sèrie pluviomètrica entre 1955 i 2006 per a les estacions d'Elx, La Marina, C.H. Segura, C. Agrícola i A. Altet.

500 mm els anys 1972, 1987, 1988 i 1989. Per contra, s'hi evidencien períodes amb una pluviometria molt baixa, menys de 150 mm els anys 1983-1984, 1995 i 1999. En els darrers anys (2000-2006) l'evolució és molt semblant a la de fa quaranta anys (1958-1963). La mitjana en el període 1955-2006 de les estacions del Baix Vinalopó se situa entre els valors de 250 i 270 mm, segons l'estudi fet per l'AEMET, els valors d'aquesta zona se situen entre 250 i 400 mm (Figura 7).

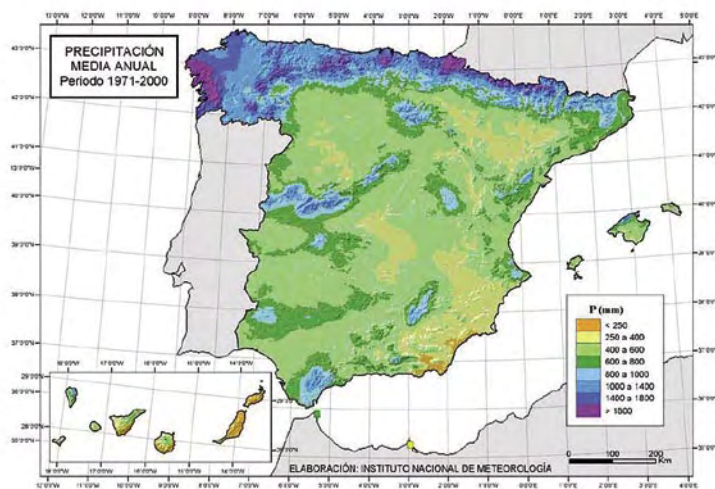


Figura 7. Precipitació mitjana anual en mm, per al període 1971-2000, elaborat per l'AEMET (http://ecce.uclm.es/documentos/version_homogen/01_el%20clima%20de%20espana.pdf)



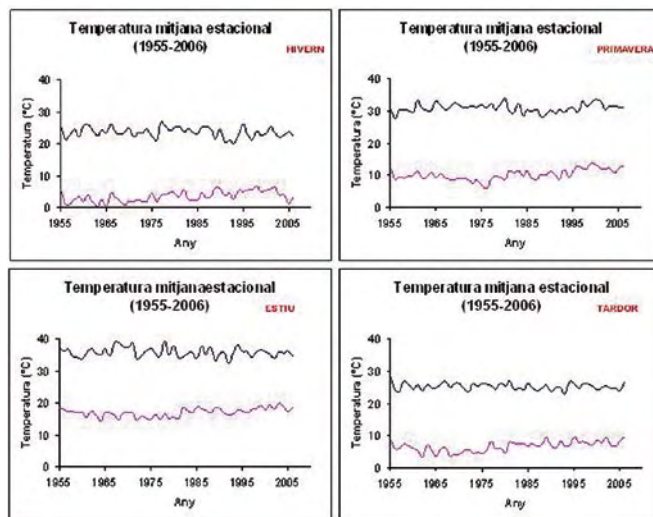


Figura 8. Evolució temporal de les temperatures mitjanes (màxima en blau i mínima en magenta) a l'estació de l'Elx, en els períodes: hivern (gener, febrer, març), primavera (abril, maig, juny), estiu (juliol, agost, setembre) i tardor (octubre, novembre i desembre).

L'evolució temporal de la mitjana de les temperatures extremes de les màximes a l'estació d'Elx (figura 8) presenta una lleugera tendència a ser més alta, però, en general no supera el grau. En canvi, en la tendència de la mitjana de les temperatures extremes de les mínimes sí que hi ha un augment significatiu, vora tres graus per al període analitzat. Tanmateix, igual com s'ha fet en el cas de l'anàlisi de la precipitació, abans d'atribuir aquests resultats a canvis climatològics, s'han de sotmetre les dades a un examen exhaustiu i estàndard que permeti descartar tota influència aliena al temps. Això, però, ho deixem per a estudis posteriors.

BIBLIOGRAFIA

- MARTÍN-VIDE, J. (1996), «DECÁLOGO DE LA PLUVIOMETRÍA ESPAÑOLA», EN MARZOL, DORTA I VALLADARES (EDS.), *Clima y agua. La gestión de un recurso climático*, Universidad de La Laguna-AGE, La Laguna, p. 15-24.
- (2002), *El temps i el clima*, Departament de Medi Ambient Generalitat de Catalunya i Rubes Editorial, Barcelona.
- RODRÍGUEZ, R., LLASAT, C. i MARTÍN-VIDE, J. (1999), *Análisis de series temporales en climatología*, Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional, Universitat de Barcelona. Barcelona.

Agraïments

El nostre agraïment a José A. Núñez, Cap de Climatologia, i a Rafael Armengot del Centre Meteorològic Territorial a València; a Montse Busto, Tècnica de Climatologia del SMC; a Josep A. Agulló, responsable de l'estació meteorològica 8018A-Elx; i a Josep P. Fernández.