

ANÀLISI CLIMATOLÒGICA DE LA SÈRIE DE 50 ANYS DE LA CIUTAT DE VIC



**Màster Europeu en Meteorologia
Facultat de Física. UB.
Manel Cascante Torrella, octubre de 2007**

ÍNDIX

1.- Introducció	3
1.1.- Definició de sèrie climàtica (3)	
1.2.- Objectius del treball (3)	
1.3.- El clima de la ciutat de Vic (3)	
2.- Homogeneïtat de la sèrie	7
2.1.- Definició d'homogeneïtat (7)	
2.2.- Càlcul de la homogeneïtat de la sèrie de Vic (7)	
3.- Resum d'estadístics i anàlisi de variabilitat i longitud de la sèrie	16
3.1.- Resum d'estadístics (16)	
3.2.- Coeficient de variació (22)	
3.3.- Índexs d'irregularitat temporal (22)	
3.4.- Número d'anys necessaris (23)	
3.5.- Interval de confiança de les mitjanes (24)	
4.- Interval climàtics i tendències.....	25
4.1.- Interval climàtics (25)	
4.2.-Comparació de variàncies (27)	
4.3.-Comparació de mitjanes (31)	
4.4.- Mitjanes mòbils (39)	
4.5.- Valors extrems (42)	
5.- Dades i estudis precedents.....	44
5.1.- <i>Obra dispersa sobre meteorologia catalana</i> (44)	
5.2.-L'observatori de Sant Julià de Vilatorrada	
6- Comparativa dels resultats de Vic amb estudis sobre CC.....	48
6.1.- El 4art IPCC (48)	
6.2.- Indicadors de l'OSE (50)	
6.3.- Estudi d'avaluació preliminar sobre els impactes a Espanya (51)	
7.- Conclusions finals.....	54
Bibliografia	55
Fotografies	56

ESTUDI CLIMATOLÒGIC DE LA SÈRIE DE VIC (OSONA)

1.- Introducció

1.1.- Definició de sèrie climàtica

Una successió llarga de dades meteorològiques d'un lloc determinat al llarg del temps, amb mesures estadístiques de **tendència central** (mitjana, moda, mediana) i de **dispersió** (variància, desviació tipus, coeficient de variació) **característiques o típiques** constitueix una **sèrie climàtica**.

Una anàlisi **freqüencial** d'una sèrie climàtica permet definir el clima d'aquell lloc, mentre que una anàlisi **temporal** permet obtenir informació sobre **l'evolució climàtica**.

1.2.- Objectius del treball

El present treball pretén centrar-se principalment en **l'anàlisi temporal de la sèrie** de l'observatori de Vic (INM), amb més de 50 anys de registres continuats:

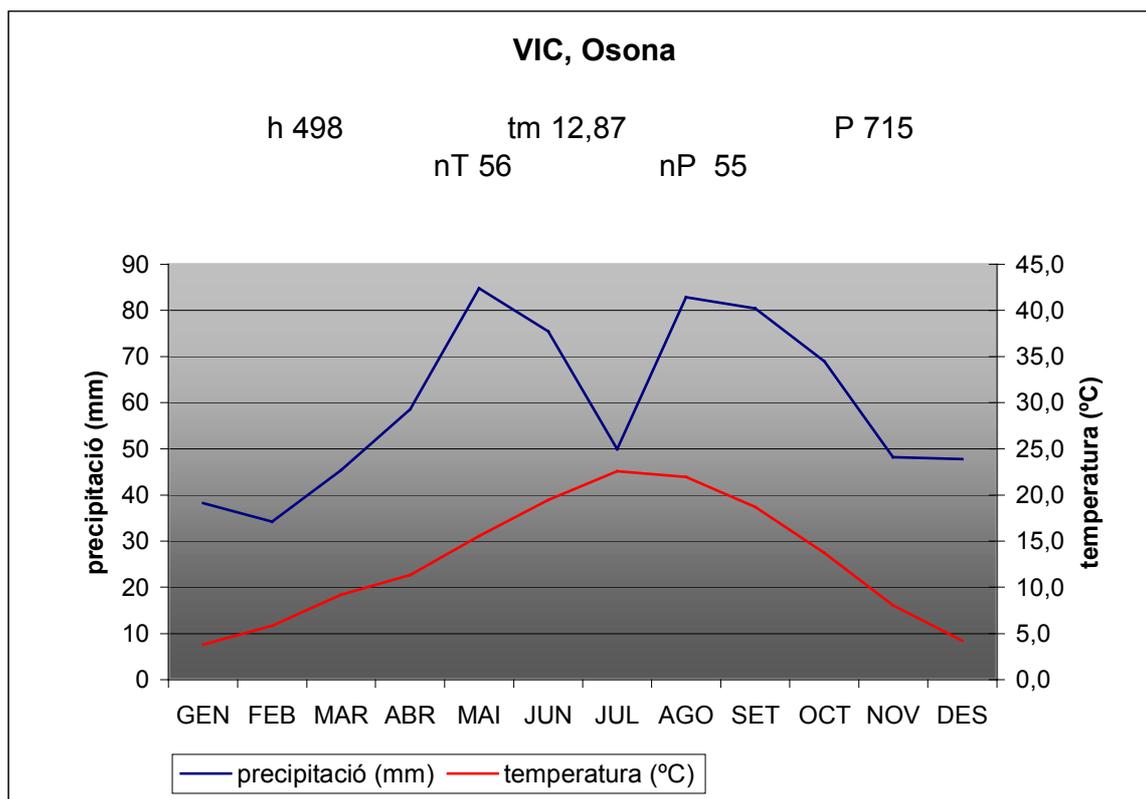
- Analitzar els trets bàsics del clima de Vic.
- Detectar tendències pel que fa a temperatures i precipitacions.
- Situar les tendències detectades en el marc de l'escalfament global.

1.3.- El clima de la ciutat de Vic

Prèviament, per tal de situar-se en el context climàtic de la ciutat de Vic i de la Plana de Vic, es presenten algunes dades i resultats per tal de definir el clima d'aquesta localitat.

Climograma de Vic

Primerament s'analitza el climograma de Vic (climograma de Walter Lieth) per tal que, visualment, es puguin observar els trets bàsics del clima d'aquest indret.



Gràfica 1. Climograma de Vic

On:

h= altitud; tm= temperatura mitjana de la sèrie; P= precipitació mitjana de la sèrie; nT= nombre d'anys observant temperatures; nP= nombre d'anys observant precipitacions.

Podríem afegir-hi també alguns paràmetres calculats però amb una longitud inferior a la de la sèrie total, corresponents al període 1985-2007 (°C):

- T' (temperatura mitja màximes absolutes anuals) = 37,12
- t' (temperatura mitja mínimes absolutes anuals) = -8,61
- Ta = temperatura màxima absoluta= 40,5
- ta= temperatura mínima absoluta= -18

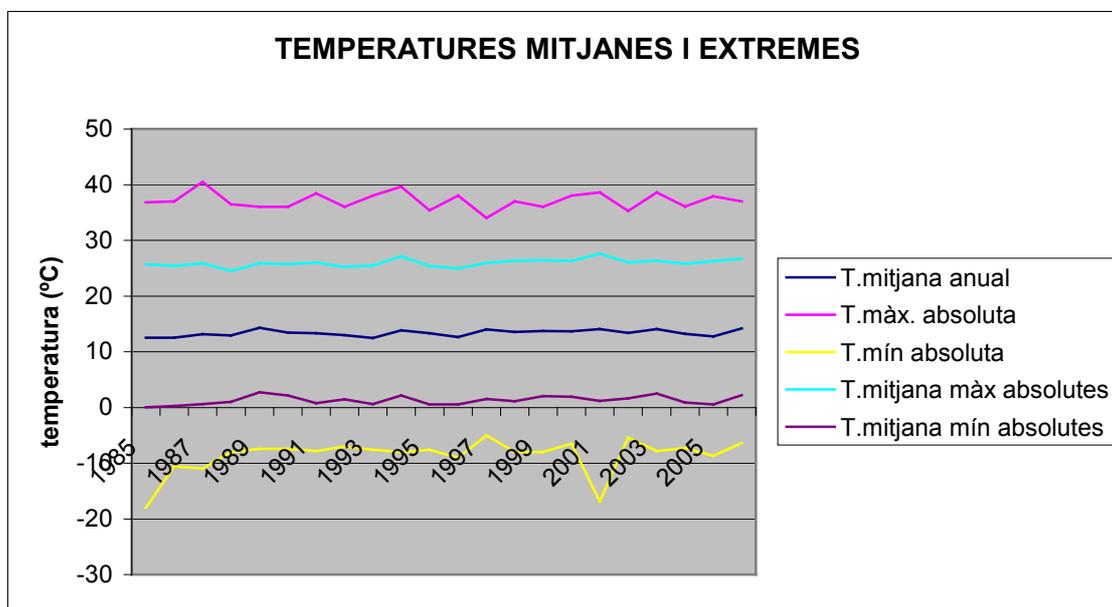
En base a aquest climograma es pot veure clarament que la corba de les precipitacions sempre es troba per damunt de la de temperatura, pel que es conclou que la ciutat de Vic no presenta cap mes que pugui qualificar-se de "sec". No presenta per tant el període d'eixut estival típic del clima Mediterrani. És per aquest motiu que es parla de clima Submediterrani.

Pel que fa al règim de precipitacions, és l'estiu (JJA) l'època més plujosa, amb un total de 208,34 mm; seguit de la tardor (SON) amb 197,60 mm; la primavera (MAM) amb 188,79 mm; i finalment l'hivern (DGF), quan cauen només 120,29 mm de mitjana.

El fet que sigui l'estiu l'època més plujosa de l'any és novament típic del clima Submediterrani, essent també el règim pluviomètric estacional ETPH, el

característic del Pirineu (i Prepirineu) Català, i d'un sector del Sistema Ibèric (Jiloca-Guadalaviar).

Valors mitjans i extrems



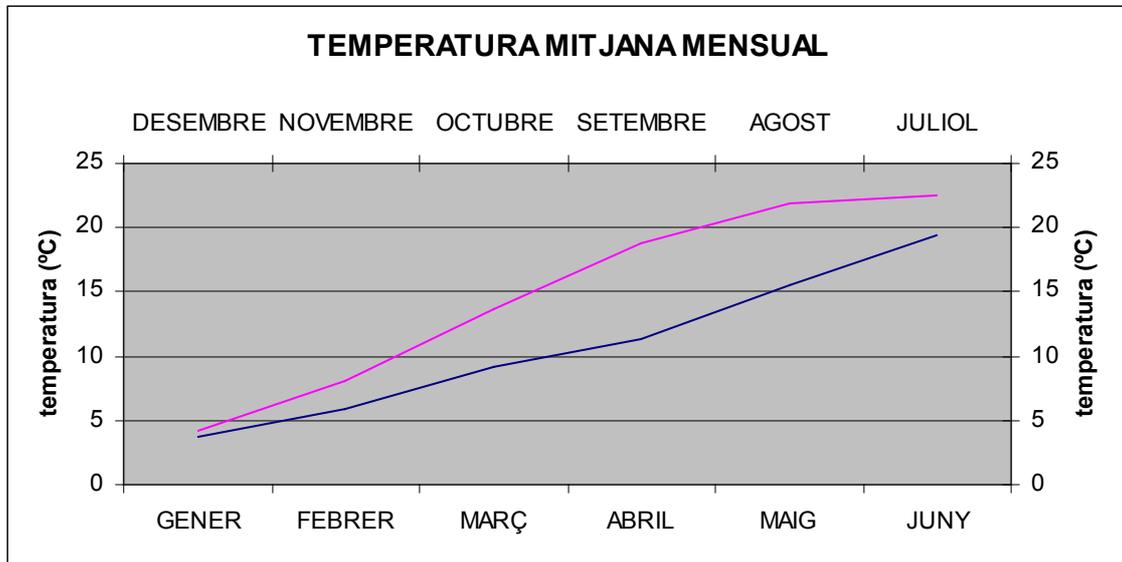
Gràfica 2. Valors mitjans i extrems (1985-2006)

Pel que fa a les temperatures, la mitjana anual (1950-2006) és de **12,87°C**, tot i que les mitjanes mensuals varien entre els 3,8°C del mes més fred (gener) i els 22,0°C del més càlid (agost). Una amplitud tèrmica anual, per tant, de 18,2°C; valor notable propi d'un clima d'influència **continental**. Les temperatures extremes enregistrades en el període 1985-2006 (gràfica 2) evidencien encara més aquesta accentuada continentalitat del clima de Vic; doncs varien des dels -18°C, enregistrats el mes de gener de 1985 i els 40,5°C del mes d'agost de 1987; una diferència de 58,5°C.

La continentalitat és deguda, per tant, a la gran amplitud tèrmica anual, i fins i tot a la gran diferència tèrmica entre les màximes i les mínimes diàries de certs dies de l'any. Aquesta continentalitat és causada per l'aïllament de la influència marítima Mediterrània, moderadora de les temperatures, que exerceixen tant la serralada Prelitoral (Cingles de Bertí, Massís del Montseny) a migjorn, com la serralada Transversal (Guilleries, Collsacabra, Tavertet, Puigsacalm) a llevant. El Pirineu i Prepirineu aïllen la Plana de Vic dels vents humits procedents de l'oceà Atlàntic.

Esmentar també que un tret característic del clima de la plana de Vic (tot i que no exclusiu) és la **inversió tèrmica**, que es manifesta amb uns valors mínims nocturns molt baixos a l'hivern, en contrast amb els valors més moderats enregistrats en zones properes més enlairades. La inversió tèrmica implica molt sovint la presència de boira al fons de la Plana, que en els mesos freds de l'any pot ser persistent durant varies jornades.

Finalment, es representen els valors mitjans mensuals de la temperatura en una **gràfica cíclica**; permetent observar així el clar ascens en les temperatures durant els mesos de primavera i estiu i el descens en els mesos de tardor i hivern. El mes més fred se'ns dubte correspon al gener, i el més càlid al juliol.



2.- Homogeneïtat de la sèrie

2.1.- Definició d'homogeneïtat

Abans d'iniciar un estudi és bàsic conèixer les característiques de la sèrie pel que fa a la seva homogeneïtat.

Les dades de l'observatori han d'haver-se pres en condicions similars, si no ha estat així mancarà homogeneïtat a la sèrie.

Les causes de la **manca d'homogeneïtat** poden ser diverses: canvis de localització d'un observatori meteorològic, canvis de l'instrumental, canvis en l'exposició, canvi de la garita, deteriorament dels instruments de mesura, canvis dels horaris d'observació, modificació de l'entorn (edificacions pròximes), canvi en la forma de calcular les mitjanes i d'altres paràmetres (actualment les estacions automàtiques permeten fer una integració de les dades semihoràries mentre que antigament simplement es realitzava la mitjana entre els valors extrems diaris).

Sovint les **metadades** (anotacions dels observadors meteorològics) permeten atenuar els errors deguts a la manca d'homogeneïtat.

2.2.- Càlcul de la homogeneïtat de la sèrie de Vic

Tal i com s'ha comentat, quan es pretén realitzar un estudi climàtic, a banda de disposar d'una sèrie llarga, és bàsic que les dades hagin estat obtingudes en unes condicions similars.

Existeixen diferents tests d'homogeneïtat per tal d'avaluar-la. Esmentar però que sovint s'obtenen resultats diferents en funció de la prova realitzada. Sovint, fins i tot, un cop realitzats els tests, poden quedar-nos encara alguns dubtes sobre la homogeneïtat de la sèrie.

Hi ha dos grups de tests:

- **Tests d'homogeneïtzació relativa:** comparen la sèrie amb altres homogènies properes
- **Tests d'homogeneïtzació absoluta:** examinen la sèrie mitjançant algun mètode estadístic, basant-se en la seva aleatorietat. Cal interpretar-los de forma no estricta, per tal de no descartar algun canvi o fluctuació de tipus natural.

Alguns tests d'aquest tipus: *Von Neumann*, i el *test de les ratxes (Thom)*:

TEST DE VON NEUMANN

Aquest test exigeix que la sèrie analitzada pugui ser considerada una mostra d'una població normal o Gaussiana, es a dir, que pugui ser assumida en la majoria de les sèries anuals de precipitació i de temperatura.

$$\delta^2 = (1/n-1) \sum (x_{i+1} - x_i)^2$$

Si $\delta^2 / \sigma^2 \approx 2$ aleshores la sèrie és aleatòria, es a dir, homogènia

On: σ^2 és la variància de la sèrie.

Per a sèries pluviomètriques anuals, un quocient entre 1,6 i 2,4 indica homogeneïtat.

TEST DE LES RATXES (o de THOM)

Test recomanat per l'Organització Meteorològica Mundial (OMM)

Consisteix en calcular el nombre de ratxes o trams que queden per sobre i per sota de la mediana. Aquest número de ratxes es simbolitza mitjançant R. Es calcula el quocient Z:

$$Z = (R - (n+2)/2) / ((n-2)/4(n-1))^{1/2}$$

Si $|Z| < 2,58$ sèrie aleatòria (homogènia)
Amb un nivell significació $\alpha = 0,01$

TEST PER A LES PRECIPITACIONS

Realitzant el test de **Neumann (veure taula 1)** per a les dades de la sèrie de Vic, obtenim que $\delta^2/\sigma^2 = 2,0821516$. **El test diu que si el quocient δ^2/σ^2 s'aproxima a 2, la sèrie pot considerar-se aleatòria i, per tant homogènia.** Amb tot el terme "pròxim" resta concreció al test. En qualsevol cas, per la sèrie de Vic s'aproxima molt a 2, pel que es podria qualificar **d'homogènia**.

En realitzar però el **test de ratxes**, recomanat per la OMM, obtenim que per la sèrie pluviomètrica de Vic $|Z|$ és superior a 2,58, en el nostre cas és de 3,67. Així doncs, la sèrie segons aquest test no pot considerar-se aleatòria i per tant **no és homogènia**.

En base a aquests resultats podem dir que és qüestionable la homogeneïtat de la sèrie de Vic pel que fa a pluviometria. Caldria per tant fer ús de metadades o bé esbrinar quins poden haver estat els condicionants d'aquest fet. És possible que un canvi d'emplaçament de la situació de l'observatori hagi estat el causant de la falta d'homogeneïtat pel que fa a les **dades pluviomètriques de la sèrie**.

Amb tot esmentar que un canvi d'emplaçament del pluviòmetre, si aquest s'ha reinstal·lat seguint la normativa establerta en un espai obert, sense obstacles, i no excessivament llunyà de l'inicial; aleshores la variació pel que fa a registres de pluja haurà estat despreciable o poc destacable.

TEST PER A LES TEMPERATURES

Per tal d'obtenir més dades per contrastar aquests resultats s'ha realitzat també l'estudi de **la homogeneïtat de les dades de temperatura** mitjana anual de la sèrie **(veure taula 2)**. Si la sèrie no és homogènia pel que fa a precipitacions degut, per exemple, a un canvi d'ubicació de l'observatori i/o per una mala reinstal·lació dels aparells, possiblement coincidirà també amb el fet que tampoc serà homogènia pel que fa a temperatures.

Realitzant el test de **Neumann** obtenim que $\delta^2/\sigma^2 = 1,077$. **El test diu que si el quocient δ^2/σ^2 s'aproxima a 2, la sèrie pot considerar-se aleatòria i, per tant homogènia.** En el nostre cas no s'aproxima a 2 i per això, en base a aquest test s'hauria de considerar com a **no homogènia**.

Per contrastar aquests resultats, s'ha realitzat també el test de ratxes, recomanat per la OMM. En fer-lo obtenim que per a la sèrie de temperatures de Vic $|Z|$ és molt superior al llindar establert (2,58). En el nostre cas és de 5,26. Novament, pel que fa a la sèrie de temperatures **no** es pot considerar una sèrie aleatòria i per tant **homogènia**.

Així doncs, en base a aquests resultats, sense disposar de metadades o d'altres informacions complementàries, podem intuir que la sèrie de Vic **no és homogènia**, especialment pel que fa a temperatures. Tot i així, el fet que sigui una sèrie llarga, de més de 50 anys, **no permet descartar variacions climàtiques**, pel que **no podem extreure de moment conclusions precipitades en base a aquests resultats**.

Taula 1. Precipitacions

Anys	mm	Ratxes (R)	Von Neumann	Anys	mm	Ratxes (R)	Von Neumann
1951	922,8	1		1979	754,8	17	13572,25
1952	603	2	102272,04	1980	573,4		32905,96
1953	706,5		10712,25	1981	635,8	18	3893,76
1954	680,2		691,69	1982	1038,9	19	162489,61
1955	806,5	3	15951,69	1983	569,7		220148,64
1956	571,6	4	55178,01	1984	642,2		5256,25
1957	773,4	5	40723,24	1985	460,3		33087,61
1958	484,5	6	83463,21	1986	548,3	20	7744
1959	918,7		188529,64	1987	686,3	21	19044
1960	836,4	7	6773,29	1988	623		4006,89
1961	556,8	8	78176,16	1989	633,4	22	108,16
1962	972,5		172806,49	1990	1000,5		134762,41
1963	860,7		12499,24	1991	728,6		73929,61
1964	780,5		6432,04	1992	876,4		21844,84
1965	731,9	9	2361,96	1993	656,4	23	48400
1966	614,2		13853,29	1994	605,3	24	2611,21
1967	632,1		320,41	1995	725,9		14544,36
1968	635,4	10	10,89	1996	1072,1	25	119854,44
1969	904,4	11	72361	1997	600,1		222784
1970	498,6	12	164673,64	1998	520,7		6304,36
1971	979,7		231457,21	1999	627,9		11491,84
1972	1004,2	13	600,25	2000	536,6		8335,69
1973	483		271649,44	2001	569,3	26	1069,29
1974	654,6	14	29446,56	2002	746,4	27	31364,41
1975	815		25728,16	2003	635,1	28	12387,69
1976	1005,2		36176,04	2004	785,4	29	22590,09
1977	934	15	5069,44	2005	634,1		22891,69
1978	638,3	16	87438,49	2006	549,6	30	7140,25

Σ **2979919,08**

n= 55

Variància= 26503,16

Mediana = 655,5

R (ratxes) = 30

$\delta^2 = 55183,6867$

$\delta^2 / \sigma^2 = 2,0821516$

$|Z| = 3,67486479$

Taula 2. Temperatures

Anys	Temp. mitja	Ratxes (R)	Von Neumann	Anys	Temp. mitja	Ratxes (R)	Von Neumann
1950	12,72			1979	13,53	10	0,075625
1951	11,58		1,30340278	1980	12,54	11	0,96694444
1952	11,88		0,09506944	1981	13,03		0,24173611
1953	11,71		0,030625	1982	13,03		0
1954	11,92		0,04340278	1983	13,05	12	0,00027778
1955	12,49		0,330625	1984	11,98		1,13777778
1956	11,63		0,75111111	1985	12,52		0,2916
1957	12,13	1	0,25	1986	12,52	13	4,4444E-05
1958	12,88	2	0,5625	1987	13,14		0,390625
1959	12,68		0,04	1988	12,93		0,04694444
1960	12,23	3	0,19506944	1989	14,33		1,96
1961	13,37	4	1,28444444	1990	13,43		0,81
1962	12,32		1,1025	1991	13,34		0,00694444
1963	11,81	5	0,25840278	1992	13,00	14	0,11673611
1964	13,09	6	1,64694444	1993	12,48	15	0,27300625
1965	12,31		0,61361111	1994	13,84		1,85640625
1966	12,68		0,13444444	1995	13,34	16	0,24833611
1967	12,45		0,050625	1996	12,66	17	0,46694444
1968	12,68		0,05444444	1997	14,02		1,85413611
1969	12,61	7	0,005625	1998	13,55		0,21855625
1970	13,30	8	0,47840278	1999	13,71		0,02428403
1971	11,75		2,4025	2000	13,68		0,00111111
1972	12,52		0,58777778	2001	14,07		0,15340278
1973	12,58		0,00444444	2002	13,40		0,44444444
1974	12,53		0,0025	2003	14,05		0,416025
1975	12,62	9	0,00694444	2004	13,18		0,74246944
1976	13,14		0,275625	2005	12,75		0,18561736
1977	13,01		0,01625625	2006	14,19	19	2,07120069
1978	13,80		0,61753403				

Σ 28,1460278

n= 56

Variància= 0,475325391

Mediana = 12,7525

R (ratxes) = 19

$\delta^2 = 0,51174596$

$\delta^2 / \sigma^2 = 1,07662239$

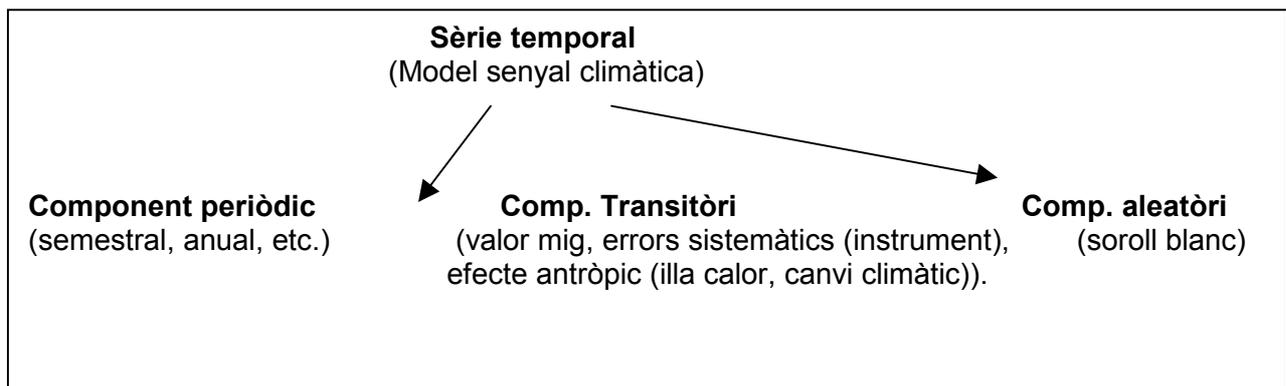
$|Z| = 5,2596$

Els dos tests realitzats es basen en criteris **d'homogeneïtat estricta**, on no es té en compte la naturalesa dinàmica dels senyals, i que, per tant presenten fiabilitat qüestionable. Per tal de contrastar aquests resultats a continuació es realitzarà una prova basada en criteris **d'homogeneïtat funcional**, que analitza el senyal en sí mateix, obtenint els punts de trencament (break points) que delimiten els intervals heterogenis entre si. Al mateix temps s'analitza la naturalesa d'aquests punts, després de la seva determinació temporal.

TEST DE ROBERTS

Concretament ens basarem en el **Métode o test de Roberts, Rodríguez i Martin-Vide** (1999).

Aquest mètode consisteix en una aplicació de l'anàlisi de la **desviació acumulada** als senyals climàtics. La funció temporal que expressa el senyal climàtic pot suposar-se format per dos components: un determinista i l'altre aleatori. El determinista està al mateix temps integrada per un component periòdic i una transitori; incloent aquest darrer la mitja de la sèrie.



Si els components **transitoris** son deguts a errors sistemàtics (funcions esglaó) es traduiran en una evolució lineal de la pendent no nul·la. Les discontinuïtats de cada evolució lineal determinaran els **punts de trencament**.

La desviació acumulada (S^*) pot expressar-se com:

$$S^*(t) = \sum_{\tau=1}^t (x(\tau) - \bar{x})$$

La desviació acumulada és la integral del senyal temporal (transitori):

$$X(t) = dS^*(t) / dt$$

Així, per exemple, si $S^*(t)$ és una paràbola, la transitori serà lineal. La pendent de $S^*(t)$ és de l'ordre de la diferència entre el component transitori i el valor mig.

Passos a seguir per analitzar la homogeneïtat:

- Calcular S^* i fer la representació gràfica de la variació de S^* en funció del temps $S^*(t)$.
- Analitzar la gràfica. Si la sèrie és homogènia els valors **hauran d'oscil·lar al voltant de 0 ja que el terme transitori inclou el valor mig del senyal**. Si no és així caldrà avaluar els punts de trencament ("break points").

Les funcions transitòries degudes a **errors sistemàtics** presenten una evolució lineal de pendent no nul·la. Els límits o discontinuats de cada evolució lineal determinen els punts de trencament ("break points"). Les funcions transitòries degudes a d'altres causes com **l'efecte urbà, canvi climàtic**, etc. no es tradueixen en desplaçaments bruscos de la mitjana sinó que presenten un comportament més suau, que en el cas més simple seria lineal. Sovint la desviació acumulada respon a una **morfologia polinòmica** de segon grau o superior però sense experimentar discontinuïtats.

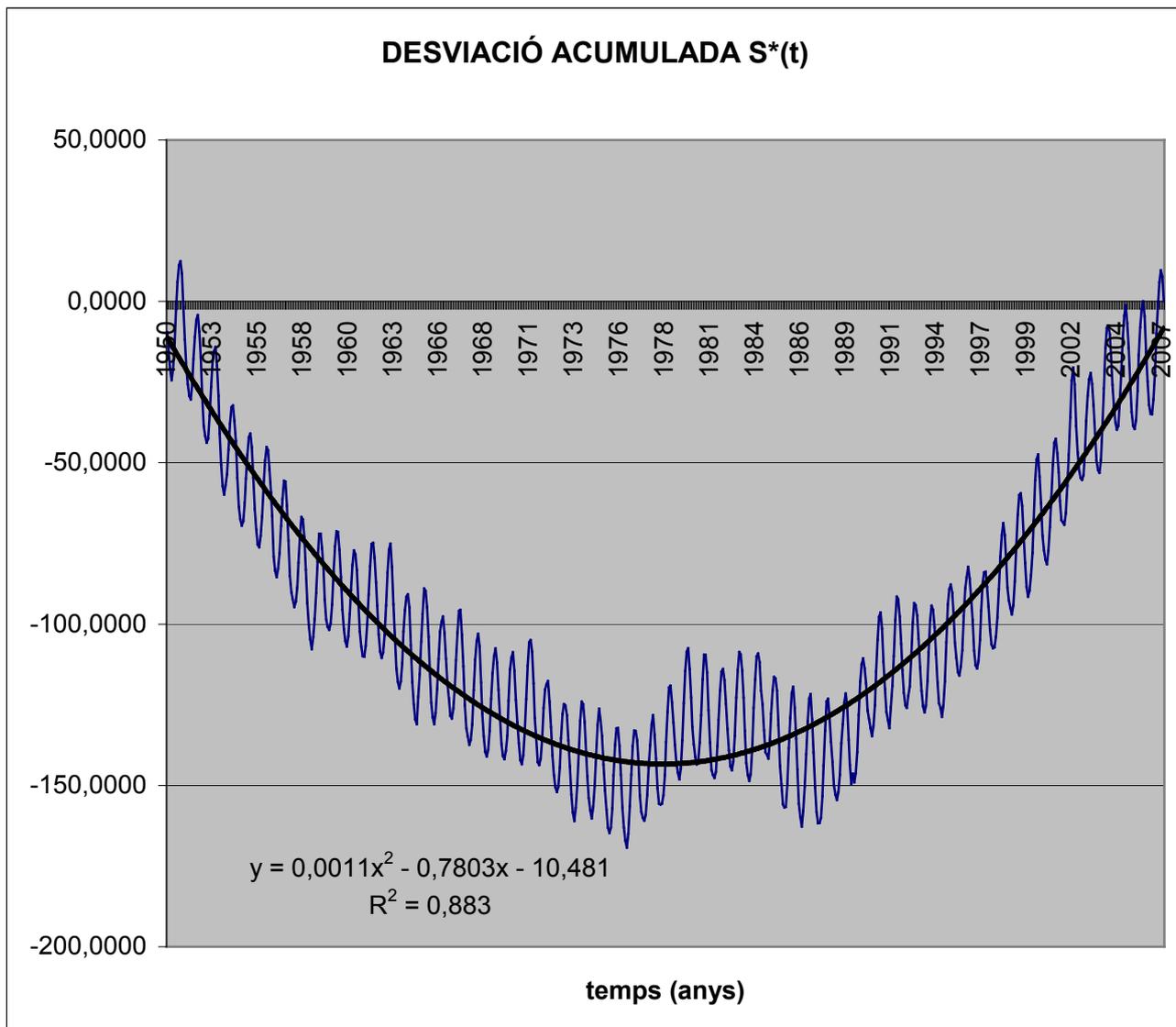
- Correcció dels punts de trencament. Per corregir cal dividir el valor de desviació acumulada en el punt de trencament entre el número de mesos transcorreguts.

$$\Delta X = \Delta S^* / \Delta t$$

On t (mesos)

A continuació s'analitzen les dades de temperatura mitjana mensual de la sèrie de Vic, per tal d'avaluar-ne la homogeneïtat.

Representem, a continuació, S^* en funció del temps (veure gràfica 3).



Gràfica 3: desviació acumulada (temperatures)

Analitzant aquesta corba podem observar que els valors no oscil·len al voltant del zero. Es confirma, per tant novament que **no** es tracta d'una sèrie **homogènia**.

Esmentar, no obstant, que els punts de trencament no són bruscs, sinó just al contrari, la funció presenta un comportament més suau, fet que ens podria fer pensar que la funció transitòria no és deguda específicament a errors instrumentals, d'emplaçament, etc. sinó **que podria ser deguda parcialment o totalment a altres causes com canvi climàtic o bé efecte urbà**.

La morfologia de la corba indica canvis a mitjans dels anys 70'; aproximadament fins al 1975 les dades estaven per sota la mitjana, mentre que després d'alguns anys amb oscil·lacions, a partir de mitjans dels 80' fins al final de la sèrie, els valors estan per sobre la mitjana. No farem correccions a la sèrie de dades original, pel fet que no s'observen clars els punts de trencament, i per tant no es pot afirmar que la manca d'homogeneïtat sigui deguda a

problemes instrumentals o de canvi d'emplaçament. A banda, tampoc disposem de la sèrie "mare" de dades diàries sinó que partim de mitjanes mensuals.

A més, si ajustem la corba obtinguda a una **funció polinòmica** (veure gràfica 3) obtenim un ajust visualment força bó; amb un coeficient de correlació també acceptable ($r^2=0,88$).

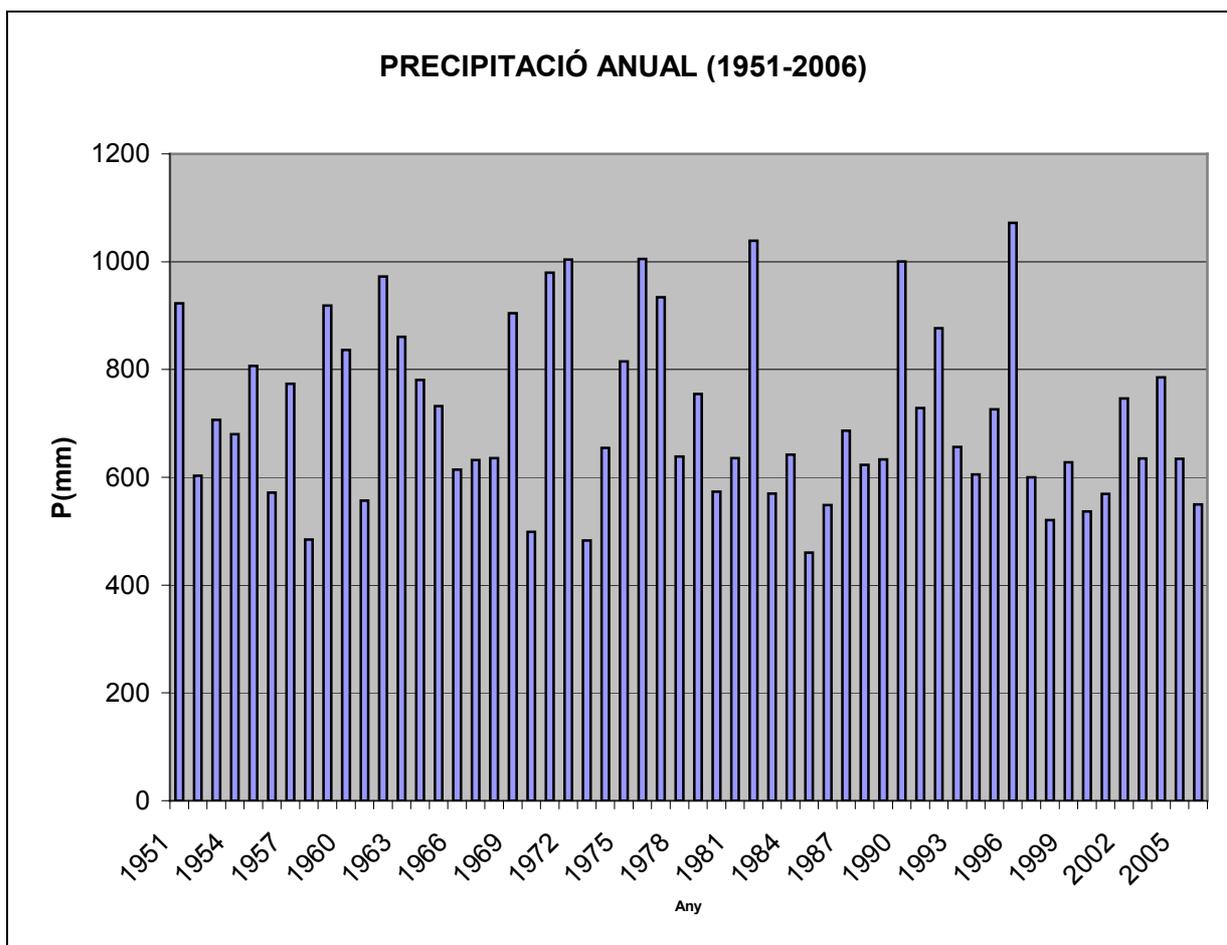
Podem **concloure que**, si bé la sèrie de temperatures de Vic no és homogènia, part de **la falta d'homogeneïtat** podria ser deguda a **causes climàtiques** (escalfament global). Amb tot no podem descartar del tot que hi hagi hagut algun canvi d'emplaçament o d'instrumental a la sèrie, tot i que **possiblement això ja hagi estat corregit en les dades d'origen** pel fet que en realitzar el test de Roberts no hem obtingut punts de trencament clars.

3.- Resum d'estadístics i anàlisi de la variabilitat i longitud de la sèrie.

3.1.- Resum d'estadístics

PRECIPITACIONS

A continuació es representa la precipitació anual del període 1951-2006. S'ha prescindit de les dades de l'any 1950 per ser incompletes ja que la sèrie pluviomètrica es va iniciar el mes de maig d'aquell any.



Gràfica 4. Pluviometria anual de Vic (1951-2006)

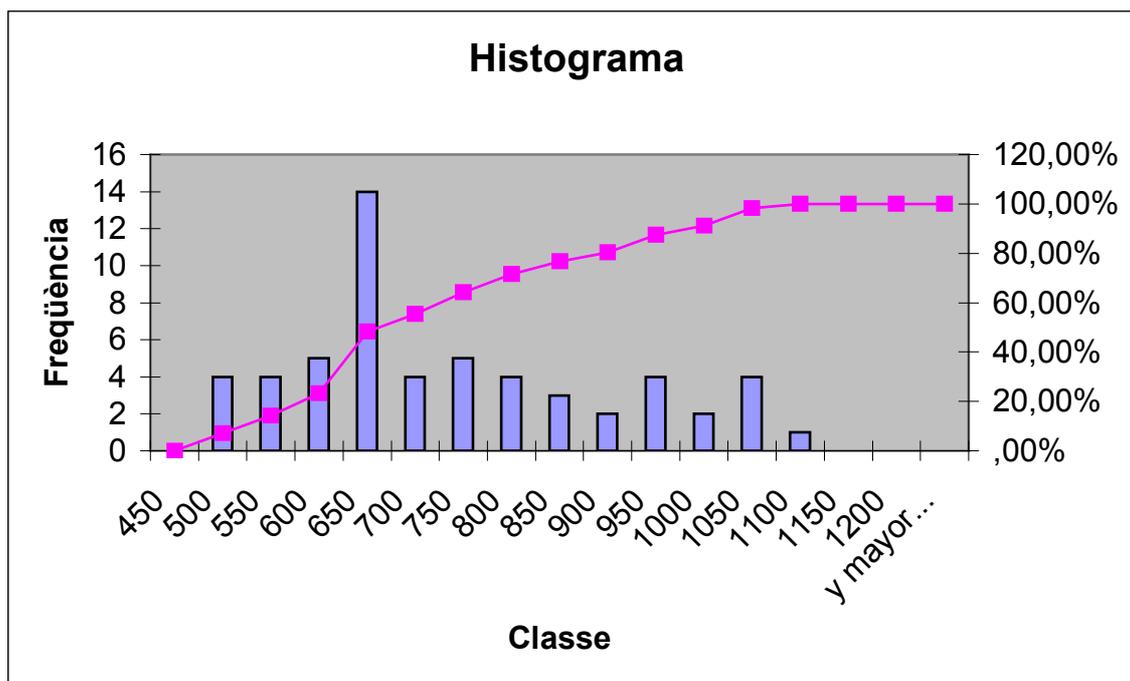
A la taula 3 es presenta l'anàlisi descriptiva de la sèrie pluviomètrica de Vic.

Terme o expressió	Valor	Definició del terme
Mitjana	715,02	És el quocient entre la suma de tots els valors de X_i observats i el nombre total d'observacions, N.
Mediana	655,5	Mesura de tendència central el valor de la qual és igual o superior a la meitat de les dades de partida i inferior a l'altra meitat.
Desviació estàndard o tipus	162,80	També dita desviació estàndard, és l'arrel quadrada positiva de la variància. És una mesura de la dispersió.
Variància de la mostra	26503,16	És la mitjana aritmètica dels quadrats de les desviacions de cada valor (diferència entre cada valor i la mitjana del conjunt). És una mesura de la dispersió.
Rang	611,8	És la mesura de la diferència entre el valor màxim i el mínim.
Mínim	460,3	Valor més baix del conjunt de dades
Màxim	1072,1	Valor més alt del conjunt de dades
Suma	40041,2	Mesura del valor acumulat de les sèries.
Compta	56	Mesura del número de dades

Taula 3. Resum estadístic pluviometria.

La **variabilitat** és una de les característiques essencials del comportament del sistema climàtic. De forma intuïtiva, observant la distribució de les precipitacions en el període observat (veure gràfica 4), ja podem entreveure aquesta variabilitat d'un any a un altre; alternant-se els anys plujosos i els anys secs de forma aleatòria.

Mesures estadístiques de dispersió com és la variància i la desviació estàndard ens permeten analitzar els valors extrems respecte la mitjana pluviomètrica. En la nostra sèrie la **desviació estàndard es de 162 mm**, un valor que evidencia aquesta notable variabilitat interanual. Si a Vic cada any hi plugués el mateix, aleshores la desviació tipus seria zero pel fet que la diferència entre cada valor i la mitjana seria nul.



Gràfica 5. Histograma pluviometria

<i>Classe</i>	<i>Freqüència</i>	<i>% acumulat</i>
450	0	,00%
500	4	7,14%
550	4	14,29%
600	5	23,21%
650	14	48,21%
700	4	55,36%
750	5	64,29%
800	4	71,43%
850	3	76,79%
900	2	80,36%
950	4	87,50%
1000	2	91,07%
1050	4	98,21%
1100	1	100,00%
1150	0	100,00%
1200	0	100,00%
i major...	0	100,00%

Si representem l'histograma de freqüències podrem també estudiar la variabilitat a partir de l'anàlisi de les distribucions de freqüències de les quantitats. Observant el gràfic (gràfica 5) podem veure com les aportacions més importants es donen els anys amb precipitacions entre els 450 i 700 mm aproximadament, tant pel que fa al número d'anys amb aquestes quantitats de precipitació, com per les quantitats aportades.

Analitzant la distribució de quartils també podem veure que els valors de precipitació entre el primer quartil i el segon varien molt poc, fet que corrobora que les aportacions més importants pel que fa a número d'anys venen donats per precipitacions que oscil·len entre els 600 i 700 mm aproximadament.

QUARTILS	
1er quartil	603
2on quartil	656,4
3er quartil	836,4
4art quartil	1072

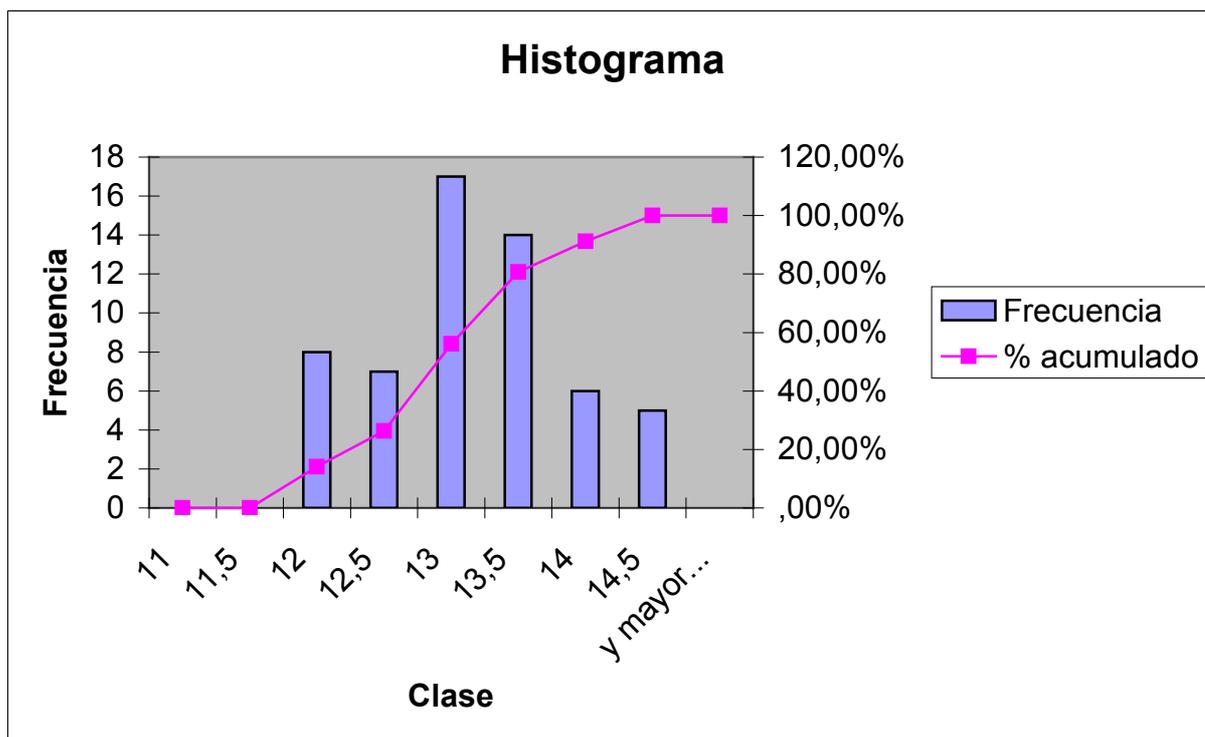
TEMPERATURES

La sèrie de temperatures mensuals de l'observatori de Vic va des de l'any 1950, fins l'any 2006 (57 anys de dades).

A continuació, en la taula 5 es fa un resum estadístic bàsic de la sèrie:

Terme o expressió	Valor	Definició del terme
Mitjana	12,87	És el quocient entre la suma de tots els valors de X_i observats i el nombre total d'observacions, N.
Mediana	12,75	Mesura de tendència central el valor de la qual és igual o superior a la meitat de les dades de partida i inferior a l'altra meitat.
Moda	12,52	Mesura de tendència central el valor de la qual coincideix amb la dada de partida més freqüent o repetida
Desviació estàndard o tipus	0,69	També dita desviació estàndard, és l'arrel quadrada positiva de la variància. És una mesura de la dispersió.
Variança de la mostra	0,48	És la mitjana aritmètica dels quadrats de les desviacions de cada valor (diferència entre cada valor i la mitjana del conjunt). És una mesura de la dispersió.
Rang	2,75	És la mesura de la diferència entre el valor màxim i el mínim.
Mínim	11,58	Valor més baix del conjunt de dades
Màxim	14,33	Valor més alt del conjunt de dades
Suma	733,67	Mesura del valor acumulat de les sèries.
Compta	57	Mesura del número de dades

Taula 4. Resum estadístic de temperatura.



Gràfica 6. Histograma temperatura.

Classe	Freqüència	% acumulat
11	0	,00%
11,5	0	,00%
12	8	14,04%
12,5	7	26,32%
13	17	56,14%
13,5	14	80,70%
14	6	91,23%
14,5	5	100,00%
y major...	0	100,00%

En aquest cas, els anys amb temperatures entre 13 i 13,5°C són els més freqüents, tot i que la mediana sigui inferior 12,72°C.

QUARTILS	
1er quartil	12,48
2on quartil	12,72
3er quartil	13,34
4art quartil	14,33

3.2.- Coeficient de variació

La variància o la desviació tipus són mesures de **dispersió absoluta** ja que tenen en compte la diferència de cada valor respecte de la mitjana de la sèrie analitzada.

En climatologia s'utilitza una mesura de **dispersió relativa** a l'hora de comparar les variabilitats de diferents observatoris. El paràmetre més utilitzat és el coeficient de variació o de variabilitat (CV). Aquest pot definir-se com:

$$CV = (s/\bar{x}) \cdot 100$$

$$CV = (162,80/715,02) \cdot 100 = \mathbf{22,77\%}$$

Així doncs, la variabilitat a l'observatori de Vic és del 22,77%.

S'ha proposat un llindar del **20 %** (*J. Martín Vide, 1994*) per tal de discriminar entre la pluviometria de caràcter Mediterrani i la de caràcter Oceànic. A la Península els valors obtinguts varien des de menys del 20% de punts del Cantàbric fins als valors superiors al 40% de punts del sud-est peninsular. Els valors més elevats, per tant, indiquen una major irregularitat pluviomètrica.

En el nostre cas, un valor del 22,77% indica que Vic té un règim pluviomètric mediterrani però dista poc del valor límit del 20%, doncs el clima de Vic pot qualificar-se de **Submediterrani**, que és aquell que, tot i participar de molts trets bàsics del clima mediterrani, es diferencia d'aquest per la inexistència d'un període d'eixut estival (veure també gràfica 1)

3.3.- Índexs d'irregularitat temporal

El coeficient de variació no té en compte l'ordre cronològic dels paràmetres pluviomètrics. Hi ha diversos índexs per tal d'avaluar aquesta irregularitat. Un d'ells és l'**índex de disparitat consecutiva** (S_1), proposat per J.Martín Vide (1987).

L'índex es defineix com:

$$S_1 = (\sum | \ln (P_{i+1} / P_i) |) / (n-1)$$

On: P_i fa referència a la precipitació d'un any en concret.

Com més elevat és aquest índex major irregularitat pluviomètrica temporal presentarà l'estació.

Calculant aquest índex per a la sèrie pluviomètrica de la ciutat de Vic obtenim un valor $S_1 = 0,26$.

A la Península Ibèrica (Martín Vide et al. 2001) els valors més elevats d'aquest es donen al sector de llevant Peninsular (País Valencià, Múrcia, Andalusia Oriental), amb valors que se situen entorn a 0,40; coincidint amb les zones on el CV també era elevat. En aquestes regions la pluviometria es caracteritza per tant per una elevada **irregularitat temporal**, pròpia del clima Mediterrani.

Contràriament, els valors més baixos s'enregistren en zones del Cantàbric i punts de l'Espanya Atlàntica, amb valors que es mouen entre 0,15 i 0,25.

El valor de Vic, 0,26, posa de manifest novament la influència mediterrània en la pluviometria, tal i com ja expressava el CV, tot i que sense allunyar-se excessivament dels valors típics del clima Atlàntic.

3.4.-Número d'anys necessaris

Per tal de poder analitzar les tendències, variacions del clima i fins i tot canvis climàtics, es necessari disposar del major nombre de dades possibles, per tal d'obtenir valors climàticament significatius.

En aquest sentit, la Organització Meteorològica Mundial (OMM) en la conferència de Varsòvia (1935) va establir de forma genèrica que la longitud recomanable de les sèries havia de ser de **30 anys**, començant cada trentenni per un any acabat en 1 (per exemple 1961-1990 seria el trentenni "actual").

Als Estats Units però, el Servei Meteorològic Americà al final de cada dècada va renovant el trentenni, essent per exemple el trentenni "actual" el de 1971-2000

Abans de continuar realitzant un estudi pluviomètric és necessari assegurar-se que la **sèrie pluviomètrica** és suficientment llarga per tal que sigui significativa.

Mitjançant un procediment estadístic molt senzill es pot obtenir el número de dades necessàries (valor mínim d'anys necessaris) **n**, per tal d'estimar amb un nivell de significació α del 0,05 (o nivell de confiança del 95%) aquests llimars.

$$\text{Núm. anys necessaris } (n) = (1,96 \cdot s / 0,1 \cdot \bar{x})^2$$

On: s = desviació estàndard (tipus) i \bar{x} = mitjana

Si calculéssim aquest valor **n** per tots (o un gran nombre) els observatoris meteorològics mundials aquest resultat s'aproximaria a 30 anys.

Calculant el valor n per a la sèrie de Vic obtenim que el número d'anys necessaris per tal que la sèrie sigui significativa és de **19,92 anys**. El nombre d'anys de dades de la nostra sèrie és realment molt superior a aquest 20 anys, pel que podem considerar que la **sèrie pluviomètrica** de Vic permetrà obtenir resultats significatius.

3.5.- Interval de confiança de les mitjanes

Una sèrie climàtica és una mostra estadística d'una població més àmplia, es a dir, aquella que correspondria al clima real d'un indret determinat.

Així doncs, a partir d'una **mitjana mostral** podem estimar en quin interval o valors estarà inclosa la **mitjana poblacional**, el veritable valor climàtic. La sèrie de Vic, amb un nombre d'anys superior a 30 ($n > 30$) pot considerar-se una sèrie llarga. En aquest cas, per tal estimar l'interval de confiança de les mitjanes aplicant la següent expressió:

$$x \pm 1,96. s/ \sqrt{n}$$

On s= desviació tipus (o estàndard) i n= número de dades de la mostra

L'expressió requereix que la distribució de mostres sigui Gaussiana (distribució Normal o de Campana de Gauss). Obtenim l'interval de confiança amb un nivell de significació $\alpha = 0,05$ (nivell de confiança del 95%).

PRECIPITACIONS

Aplicant l'expressió obtenim que en el nostre cas, la mitjana pluviomètrica poblacional estarà compresa entre els valors **672,38 mm** i **757,66 mm**, amb un nivell de confiança dels 95%.

TEMPERATURES

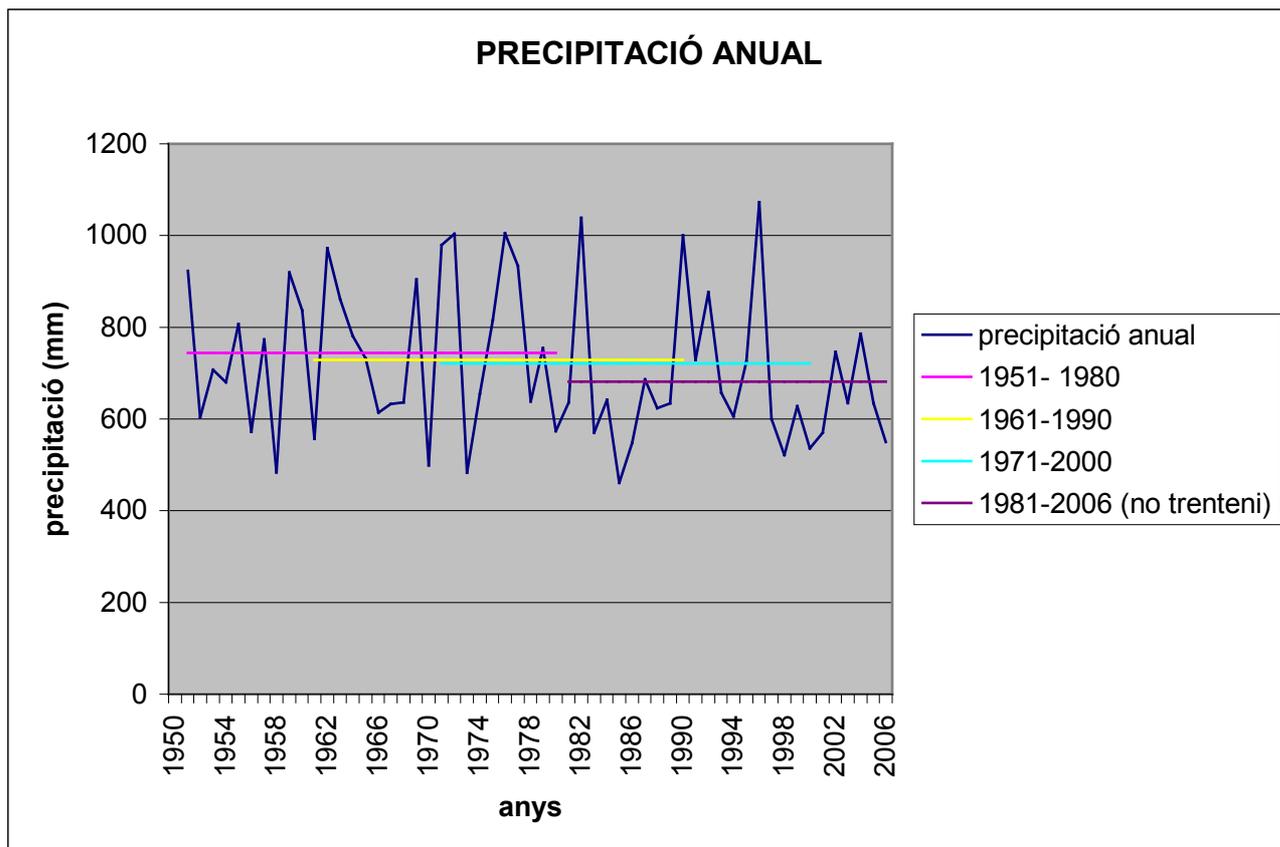
Pel que fa a la temperatura mitjana **poblacional**, aquesta quedarà inclosa entre els **12,69** i els **13,05°C**, amb un nivell de confiança del 95%.

4.- Intervalos climàtics i tendències (precipitacions i temperatures)

4.1.- Intervalos climàtics (representació)

A continuació, en base al criteri del **Servei Meteorològic Americà** es representa la mitjana pluviomètrica i la temperatura mitjana anual en períodes de 30 anys.

PRECIPITACIONS



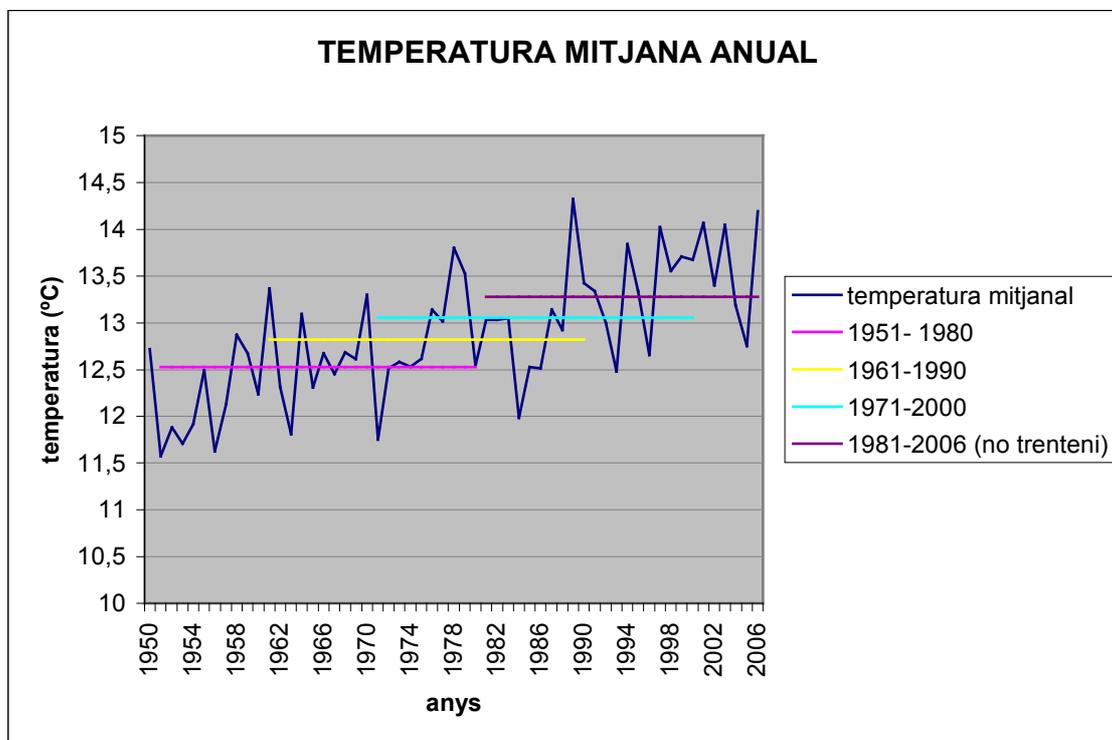
Gràfica 7. Evolució de la precipitació i mitjanes per intervals.

Visualment (gràfica 7) podem veure que la precipitació mitjana **sembla que ha anat disminuint lleugerament en les darreres dècades** del segle XX, doncs els trentennis han anat enregistrant progressivament menys precipitació. El salt més brusc s'ha produït en els darrers anys doncs, tot i que no es disposa encara del trentenni sencer (1981-2010), si que, a manca de 4 anys per tenir-lo, el descens pluviomètric sembla més evident.

Per tal d'esbrinar si les diferències entre les mitjanes i entre les desviacions tipus en els diferents **períodes són significatives**, és important la realització d'algun **test estadístic** per tal de poder acceptar o rebutjar la significació de les diferències esmentades. En aquest sentit s'estudiaran a continuació **les tendències**, comparant d'una banda les variàncies i per l'altra les mitjanes. També s'han representat les mitjanes mòbils amb diferents finestres.

Suposem normalitat de les mostres, fet que podem assumir en la majoria de sèries pluviomètriques anuals.

TEMPERATURES



Gràfica 8. Evolució de la precipitació i mitjanes per intervals.

Visualment, observant la gràfica de temperatura mitjana anual (color blau) és evident que hi ha hagut un escalfament progressiu al llarg dels anys; de forma pràcticament continuada, tret d'algunes irregularitats.

En graficar les mitjanes per trentennis és comprova novament que la temperatura ha anat pujant de forma gradual, assolint-se un valor màxim en els darrers anys (1981-2006); amb un valor mitjà de 13,28°C; clarament superior a la mitjana de tot el període (1950-2006) que és de 12,87°C.

Novament, per tal d'esbrinar si les diferències entre les mitjanes i entre les desviacions tipus en els diferents períodes són significatives, és important la realització d'algun **test estadístic** per tal de poder acceptar o rebutjar la significació de les diferències esmentades. En aquest sentit s'estudiaran a continuació **les tendències**, comparant d'una banda les variancies i per l'altra les mitjanes. També s'han representat les mitjanes mòbils amb diferents finestres.

Suposarem normalitat de les mostres.

4.2.- Comparació de variàncies

VARIÀNCIES

La **variància**, quadrat de la desviació tipus, és aquella mesura de dispersió que s'expressa com la mitjana dels quadrats de les diferències entre cada valor i la mitjana del conjunt.

La distribució estadística utilitzada és la F de Snedcor

Per tal de realitzar el test cal calcular:

- La F observada: que és el quocient entre les variàncies, amb la més gran al numerador i la més petita al denominador.
- El valor de la distribució F de Snedcor: és aquell corresponent a una V_2 igual al nombre de valors de la mostra amb la variància inferior menys 1, i a una V_1 igual al nombre de valors de la mostra amb la variància superior menys 1.

Per tal d'estudiar les tendències mitjançant les variàncies s'han dividit les dades de la sèrie en diferents períodes i s'ha calculat el terme estadístic per a cadascun. S'ha treballat amb períodes de 30 anys, a excepció d'un període de 26 anys, corresponent als anys 1980-2006. Els resultats obtinguts es presenten a continuació, en el següent llistat.

Si la F observada supera el valor trobat a la taula, cal rebutjar la similitud de les variàncies. El nivell de significació utilitzat i indicat a la taula és 0,005 (nivell de confiança complementari del 95%).

PRECIPITACIONS

període	variància	F observada	V1, V2	valor taules
1951-1980	26786,567	1,19202217	V2=29, V1=29	1,9
1961-1990	31930,1819			

període	variància	F observada	V1, V2	valor taules
1961-1990	31930,1819	1,04452587	V2=29, V1=29	1,9
1971-2000	33351,901			

període	variància	F observada	V1, V2	valor taules
1951-1980	26786,567	1,245098	V2=29, V1=29	1,9
1971-2000	33351,901			

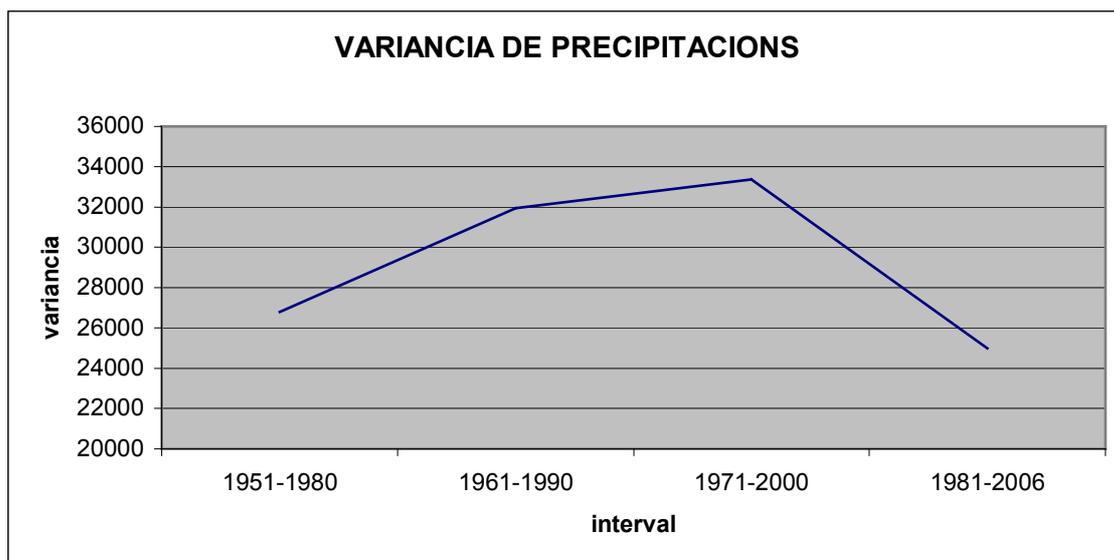
període	variància	F observada	V1, V2	valor taules
1951-1980	26786,567	1,07149747	V2=25 V1=29	1,96
1981-2006	24999,1883			

període	variància	F observada	V1, V2	valor taules
1961-1990	31930,1819	1,27724875	V2=25 V1=29	1,96
1981-2006	24999,1883			

període	variància	F observada	V1, V2	Valor taules
1971-2000	33351,901	1,33411936	V2=25 V1=29	1,96
1981-2006	24999,1883			

En cap dels intervals comparats, el valor de distribució F de Snedecor (F observada) supera el valor de taules (F de Snedecor).

Així doncs podem concloure que les variàncies (i desviacions tipus) dels diferents períodes són estadísticament similars, i que en la pluviometria anual de l'observatori de Vic **no s'ha produït un augment progressiu de la variabilitat**, expressada per la variància, des de mitjans del segle XX fins a principis del present segle XXI (veure gràfica 9).



Gràfica 9

TEMPERATURES

interval	variància	F observada	V1, V2	valor taules
1951-1980	0,33464472	1,0519913	V1=29 V2=29	1,9
1961-1990	0,31810597			

interval	variància	F observada		
1961-1990	0,31810597	1,13696969	V1=29 V2=29	1,9
1971-2000	0,36167685			

interval	variància	F observada		
1951-1980	0,33464472	1,08077861	V1=29 V2=29	1,9
1971-2000	0,36167685			

interval	variància	F observada		
1951-1980	0,33464472	1,0755073	V1=25 V2=29	1,9
1981-2006	0,35991283			

interval	variància	F observada		
1961-1990	0,31810597	1,13142431	V1=25 V2=29	1,9
1981-2006	0,35991283			

interval	variància	F observada		
1971-2000	0,36167685	1,00490124	V1=29	1,96

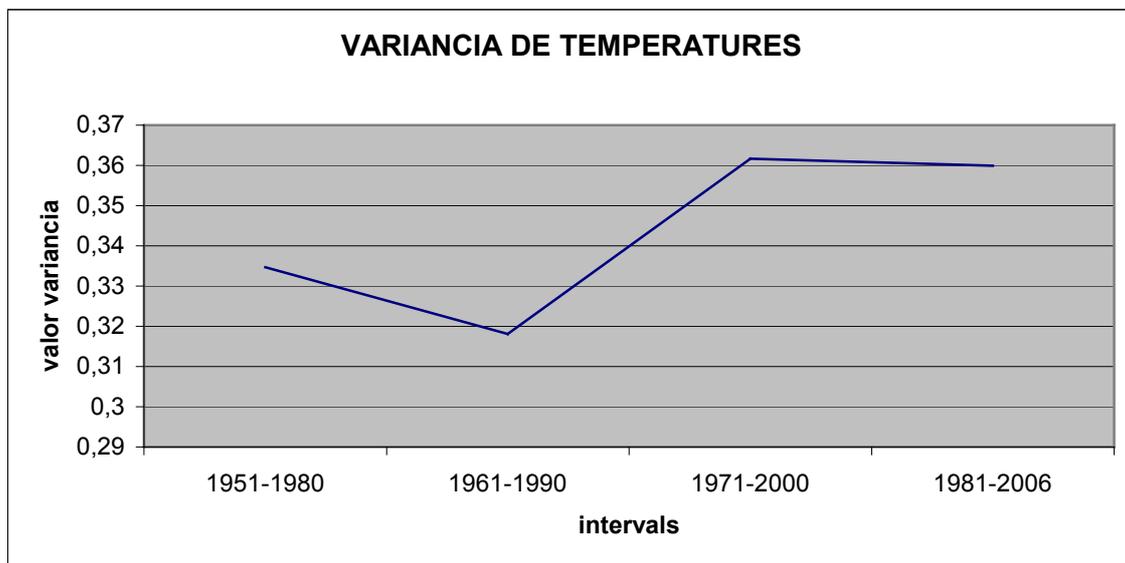
			V2=25	
1981-2006	0,35991283			

Cap dels valors de la F observada supera la F de Snedecor.

Així doncs podem concloure que les variàncies (i desviacions tipus) dels diferents períodes **són estadísticament similars**.

La variabilitat pel que fa a temperatures mitjanes dels diferents trentennis (veure gràfica 6) ha anat canviant amb el pas dels anys, observant-se en els darrers anys (trentennis 1971-2000, i interval 1981-2006) un lleuger augment.

Amb tot, en base a aquest test podem concloure que la **variabilitat pel que fa a temperatures (expressada en la variància) no ha augmentat**; es a dir que **variàncies i desviacions tipus són estadísticament similars**, pel que podrem realitzar la comparació de mitjanes.



Gràfica 10

4.3.- Comparació de mitjanes

MITJANES

Un cop s'ha comprovat la **similitud del es variàncies** cal verificar si les mitjanes dels diferents intervals poden considerar-se estadísticament similars.

Es realitzaran dos tests que utilitzen distribucions normals i la t de Student.

- **Mostres grans (n igual o superior a 30 dades)**

Continuem analitzant els períodes climàtics de 30 anys entre ells. Cal remarcar però que el darrer període analitzat (1981-2006) no correspon a un trentenni pròpiament dit en cap sentit, pel que caldrà realitzar un tractament de “mostra petita”).

En comparar períodes de n=30 dades cadascun s'aplicarà un test que utilitza la **distribució Normal**. El quocient emprat és el següent:

$$|X_1 - X_2| / \sqrt{[(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)]}$$

Si el resultat és inferior a **1,96** (valor estàndard de la distribució normal que agrupa el 95% dels valors), les mitjanes són similars al nivell de significació de 0,05.

- **Mostres petites (n inferior a 30 dades)**

En el cas de comparar el períodes 1981-2006 amb els restants trentennis caldrà aplicar un altre quocient:

$$|X_1 - X_2| / \sqrt{[(S^2/n_1) + (S^2/n_2)]}$$

On:

$$S^2 = [(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2] / (n_1 + n_2 - 2)$$

Si el resultat obtingut és inferior al de les taules de la distribució **t de Student**, per a V (graus de llibertat) = $n_1 + n_2 - 2$, i un nivell de significació estàndard $\alpha = 0,05$, es podrà concloure que les mitjanes comparades no s'allunyen estadísticament.

A continuació es presenten els resultats obtinguts en aplicar aquests tests.

PRECIPITACIONS

període	variància	mitjana	Nº dades	mètode	resultat
1951-1980	26786,567	744,43	30		
1961-1990	31930,1819	728,923333	30	Mostra gran	0,35050812

1961-1990	31930,1819	728,923333	30		
1971-2000	33351,901	721,02	30	Mostra gran	0,16942361

1951-1980	26786,567	744,43	30		
1971-2000	33351,901	721,02	30	Mostra gran	0,52286053

En comparar aquests trentennis entre ells obtenim resultats inferiors a **1,96** en tots els casos pel que podem concloure que les mitjanes són **estadísticament similars**.

Si comparem aquests trentennis amb el darrer període de 1981-2006 obtenim els següents resultats:

període	variància	mitjana	Nº dades	mètode	resultat
1951-1980	26786,567	744,43	30		
1981-2006	24999,1883	681,088462	26	Mostra petita	1,46722687

1961-1990	31930,1819	728,923333	30		
1981-2006	24999,1883	681,088462	26	Mostra petita	1,05340454

1971-2000	33351,901	721,02	30		
1981-2006	24999,1883	681,088462	26	Mostra petita	0,86789956

Buscant el valor de taules de t de Student, amb V=54 graus de llibertat, obtenim que és aproximadament 2,01. Es tracta per tant d'un valor superior als resultats obtinguts. Així doncs es pot concloure novament que es tracta de mitjanes estadísticament similars pel que **es pot concloure que la precipitació no va canviar en passar d'un període al següent**.

TEMPERATURES

període	variància	mitjana	Nº dades	mètode	resultat
1951-1980	0,334644717	12,52463889	30		
1961-1990	0,318105975	12,81958333	30	Mostra gran	1,99952656

1961-1990	0,318105975	12,81958333	30		
1971-2000	0,361676853	13,05313889	30	Mostra gran	1,551549855

1951-1980	0,334644717	12,52463889	30		
1971-2000	0,361676853	13,05313889	30	Mostra gran	3,468971205

En comparar els trentennis obtenim només que en la comparació entre els trentennis 1961-1990 respecte 1971-2000 obtenim un resultat inferior a **1,96**. Pel que únicament es pot concloure que la temperatura no va canviar entre ells.

Per contra, en comparar, per una banda els trentennis 1951-1980 respecte 1961-1990, i els trentennis 1951-1980 respecte 1971-2000, obtenim un resultat superior a 1,96. Pel que es pot concloure que **la temperatura va canviar en passar d'un període a l'altre**.

Si comparem aquests trentennis amb el darrer període de 1981-2006 obtenim els següents resultats:

període	variància	mitjana	Nº dades	mètode	resultat
1951-1980	0,334644717	12,52463889	30		
1981-2006	0,359912834	13,27733974	26	Mostra petita	4,773341875

1961-1990	0,318105975	12,81958333	30		
1981-2006	0,359912834	13,27733974	26	Mostra petita	2,940870673

1971-2000	0,361676853	13,05313889	30		
1981-2006	0,359912834	13,27733974	26	Mostra petita	1,392903637

Buscant el valor de taules de t de Student, amb $V=54$ graus de llibertat, obtenim que és aproximadament 2,01. Si el resultat obtingut és inferior a aquest valor podem admetre que les mitjanes no s'allunyen estadísticament; en cas contrari cal rebutjar aquesta similitud.

En comparar els trentennis 1951-1980 respecte 1981-2006 obtenim un resultat clarament superior a 2,01 pel que podem admetre que les mitjanes no són estadísticament similars; **hi ha hagut un canvi** en la temperatura mitjana.

El mateix passa en comparar els trentennis 1961-1990 respecte 1981-2006.

En canvi, la comparació entre els trentennis 1971-2000 respecte 1981-2006 indica que les mitjanes són estadísticament similars.

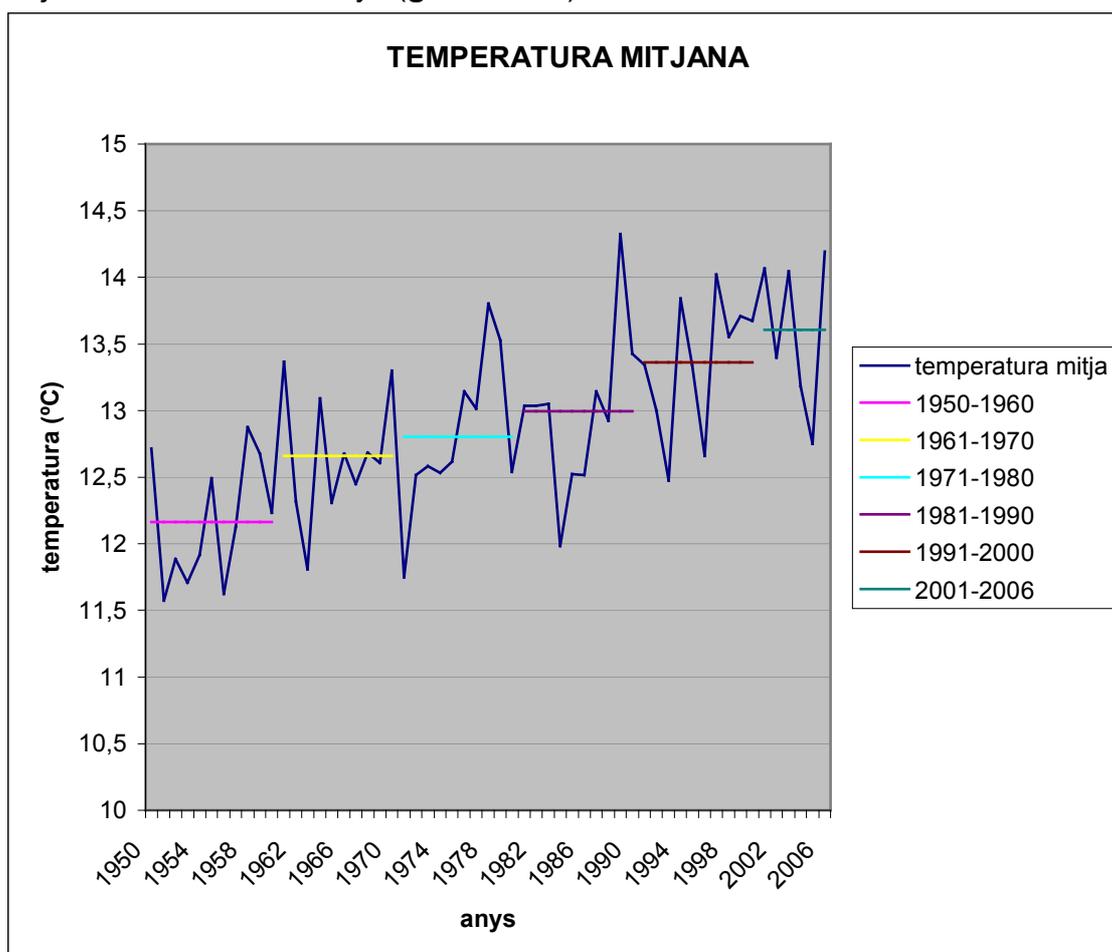
Resumint, per tant:

	1951-1980	1961-1990	1971-2000	1981-2006
1951-1980	X	X	X	X
1961-1990	canvis	X	X	X
1971-2000	canvis	No canvis	X	X
1981-2006	canvis	canvis	No canvis	X

Podem concloure canvis pel que fa a la temperatura mitjana des que es va iniciar la serie de dades de Vic. Tot i el solapament entre trentennis **és evident aquest escalfament progressiu al llarg de la segona meitat del segle XX i principis del present segle XXI.**

Veient per tant que pel que fa a precipitacions mitjanes no s'observen canvis estadísticament significatius, però si pel que fa a les temperatures mitjanes anuals, a continuació es realitza de nou **un estudi de comparació de les mitjanes però en períodes de 10 anys**, per tal de poder concretar i afinar millor entre quins períodes s'han produït els canvis.

Inicialment es representa la variació de temperatures en els diferents intervals, majoritàriament de 10 anys (**gràfica 11**)



Gràfica 11. Intervals de 10 anys

Visualment, novament, podem apreciar un escalfament progressiu al llarg dels anys, pràcticament ininterromput des de l'inici de la sèrie. Cal però verificar novament, mitjançant la comparació de mitjanes, si són canvis estadísticament significatius.

Abans de fer la comparació de mitjanes caldrà comprovar la **similitud de variàncies**, més tenint en compte que comparem, en alguns casos, intervals de diferent longitud.

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1961-1970	0,23441435	1,07987347	V2=10; V1=9	3
1950-1960	0,21707576			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1971-1980	0,34326204	1,58130069	v2=10, v1=9	3
1950-1960	0,21707576			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1971-1980	0,34326204	1,46433886	v2=9, v1=9	3,2
1961-1970	0,23441435			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1981-1990	0,3845458	1,77148202	v2=10, v1=9	3
1950-1960	0,21707576			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1981-1990	0,3845458	1,64045332	v2=9, v1=9	3,2
1961-1970	0,23441435			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1981-1990	0,3845458	1,12026893	v2=9, v1=9	3,2
1971-1980	0,34326204			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1991-2000	0,25833438	1,19006556	v2=10, v1=9	3
1950-1960	0,21707576			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1991-2000	0,25833438		v2=9, v1=9	3,2
1961-1970	0,23441435			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1991-2000	0,25833438	1,3287509	V2=9, v1=9	3,2
1971-1980	0,34326204			

	variància	F observada	V1,V2	valor taules
1991-2000	0,25833438	1,48855835	V2=9, v1=9	3,2
1981-1990	0,3845458			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
2001-2006	0,33949678	1,5639553	v2=10, v1=5	3,33
1950-1960	0,21707576			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
2001-2006	0,33949678	1,44827644	v2=10, v1=5	3,33
1961-1970	0,23441435			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
2001-2006	0,33949678	1,01109072	v2=5, v1=9	4,8
1971-1980	0,34326204			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
2001-2006	0,33949678	1,13269351	v2=5, v1=9	4,8
1981-1990	0,3845458			

interval	variància	F observada	V1,V2	valor taules
2001-2006	0,33949678	1,31417575	v2=9, v1=5	3,48
1991-2000	0,25833438			

En tots els casos es comprova que la F observada no supera el valor trobat a la taula de Snedecor pel que **les variàncies es poden considerar similars** amb un nivell de confiança del 95%. Podem procedir, per tant, a la **comparació de les mitjanes**.

Per a la **comparació de les mitjanes** caldrà dur a terme el tractament per a un nombre de dades inferior a 30 (mostra petita). Els resultats obtinguts en aplicar el quocient i buscar el valor t de Student a les taules són els següents:

interval	variància	mitjana	Nº dades	resultat	t Student
1961-1970	0,23441435	12,6608333	10		
1950-1960	0,21707576	12,1659091	11	2,386468161	2,09

interval	variància	mitjana			
1971-1980	0,34326204	12,80225	10		
1950-1960	0,21707576	12,1659091	11	2,767933678	2,09

interval	variància	mitjana			
1971-1980	0,34326204	12,80225	10		
1961-1970	0,23441435	12,6608333	10	0,588380519	2,10

interval	variància	mitjana			
1981-1990	0,3845458	12,9956667	10		
1950-1960	0,21707576	12,1659091	11	3,488157855	2,09

interval	variància	mitjana			
1981-1990	0,3845458	12,9956667	10		
1961-1970	0,23441435	12,6608333	10	1,345852112	2,10

interval	variància	mitjana			
1981-1990	0,3845458	12,9956667	10		
1971-1980	0,34326204	12,80225	10	0,716944484	2,10

	variància	mitjana			
1991-2000	0,25833438	13,3615	10		
1950-1960	0,21707576	12,1659091	11	5,625280736	2,09

interval	variància	mitjana			
1991-2000	0,25833438	13,3615	10		
1961-1970	0,23441435	12,6608333	10	3,156448429	2,10

interval	variància	mitjana			
1991-2000	0,25833438	13,3615	10		
1971-1980	0,34326204	12,80225	10	2,280097238	2,10

	variància	mitjana			
1991-2000	0,25833438	13,3615	10		
1981-1990	0,3845458	12,9956667	10	1,442840267	2,10

interval	variància	mitjana			
2001-2006	0,339496782	13,60652786	6		
1950-1960	0,21707576	12,1659091	11	5,58965999	2,13

interval	variància	mitjana			
2001-2006	0,33949678	13,60652786			
1961-1970	0,23441435	12,660833310		3,589763489	2,15

interval	variància	mitjana			
2001-2006	0,33949678	13,60652786			
1971-1980	0,34326204	12,80225	10	3,07560479	2,15

interval	variància	mitjana			
2001-2006	0,33949678	13,60652786			
1981-1990	0,3845458	12,995666710		1,948788842	2,15

interval	variància	mitjana			
2001-2006	0,33949678	13,60652786			
1991-2000	0,25833438	13,3615	10	0,885212026	2,15

Si el resultat obtingut és inferior a l'obtingut a les taules de la distribució t de Student per a V (graus de llibertat) = $n_1 + n_2 - 2$ (on $n = N^\circ$ de dades) i un nivell de significació estàndard $\alpha = 0,05$, caldrà admetre que ambdues mitjanes no s'allunyen estadísticament; en cas contrari caldrà rebutjar la similitud de mitjanes (es a dir, hi ha hagut **canvis** estadísticament significatius pel que fa temperatura mitjana).

Resumint, per tant:

	1950-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2006
1950-1960	X	X	X	X	X	X
1961-1970	canvis	X	X	X	X	X
1971-1980	canvis	No canvis	X	X	X	X
1981-1990	canvis	No canvis	No canvis	X	X	X
1991-2000	canvis	canvis	canvis	No canvis	X	X
2001-2006	canvis	canvis	canvis	No canvis	No canvis	X

Analitzant la taula podem observar clarament que en comparar els diferents períodes, que quan comparem les darreres dècades del segle XX i els primers anys del segle XXI respecte les dades de mitjans de segle, en tots els casos s'han produït **canvis estadísticament significatius pel que fa a la temperatura** mitjana de l'observatori de Vic. Podem per tant afirmar que hi ha hagut un **escalfament progressiu** al llarg de la segona meitat del segle XX.

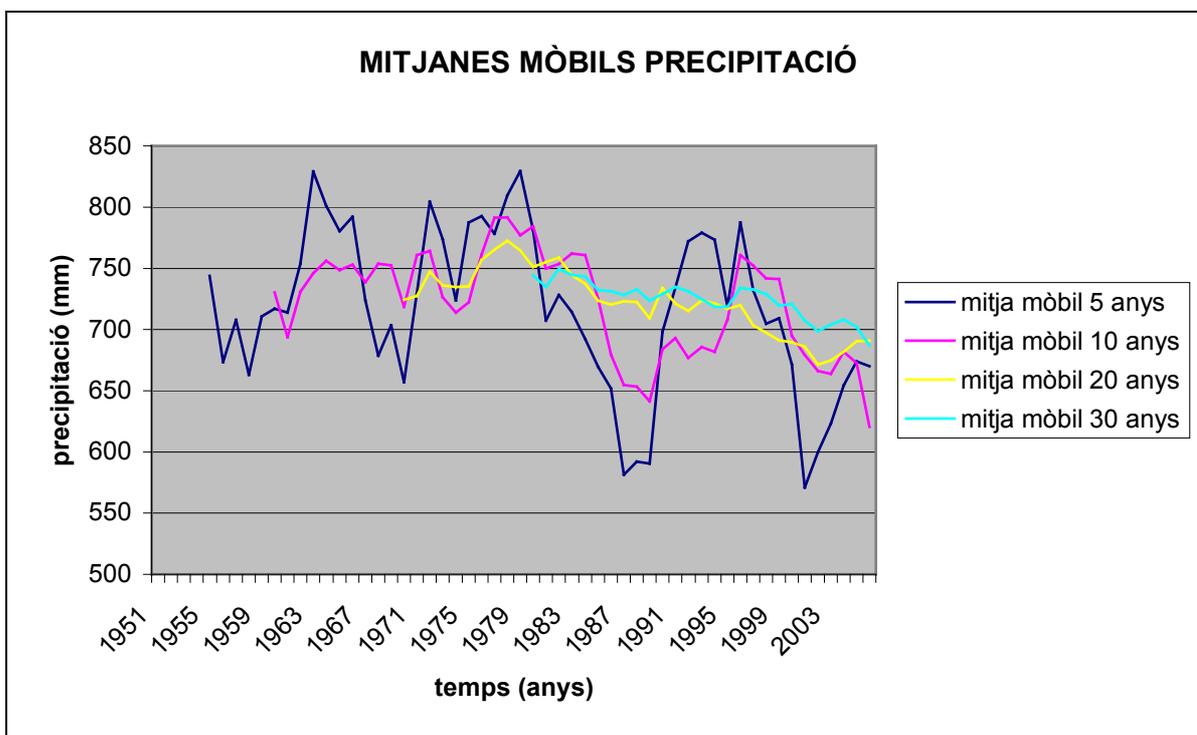
Únicament, en realitzar algunes **comparatius internes**, entre dècades relativament properes podem trobar que **no hi ha hagut canvis** estadísticament significatius pel que fa a la temperatura mitjana (exemple, en comparar 1971-80 respecte 1961-70; 1981-90 respecte 1961-70, etc.).

4.4.- Mitjanes mòbils

PRECIPITACIONS

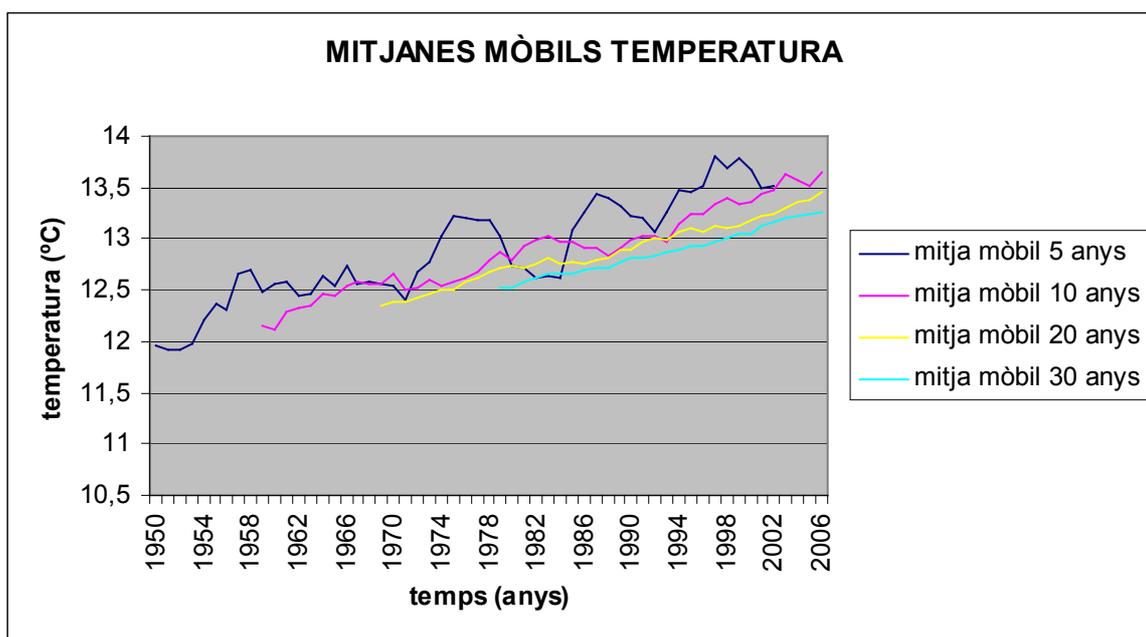
Per tal de continuar estudiant les tendències s'ha representat les **mitjanes mòbils** amb diferents finestres. Fent això s'eliminen les dents de serra de la gràfica de precipitació (gràfica 3). En augmentar la finestra es pot comprovar que s'atenuen progressivament les irregularitats.

Observant la gràfica es pot intuir de nou que la precipitació **sembla ha anat disminuint lleugerament** en les darreres dècades, descens més o menys apreciable amb totes les finestres, tot i que ja s'ha vist en l'apartat anterior que el descens no és significatiu estadísticament.



Gràfica 12. Mitjanes mòbils en diferents finestres

TEMPERATURES

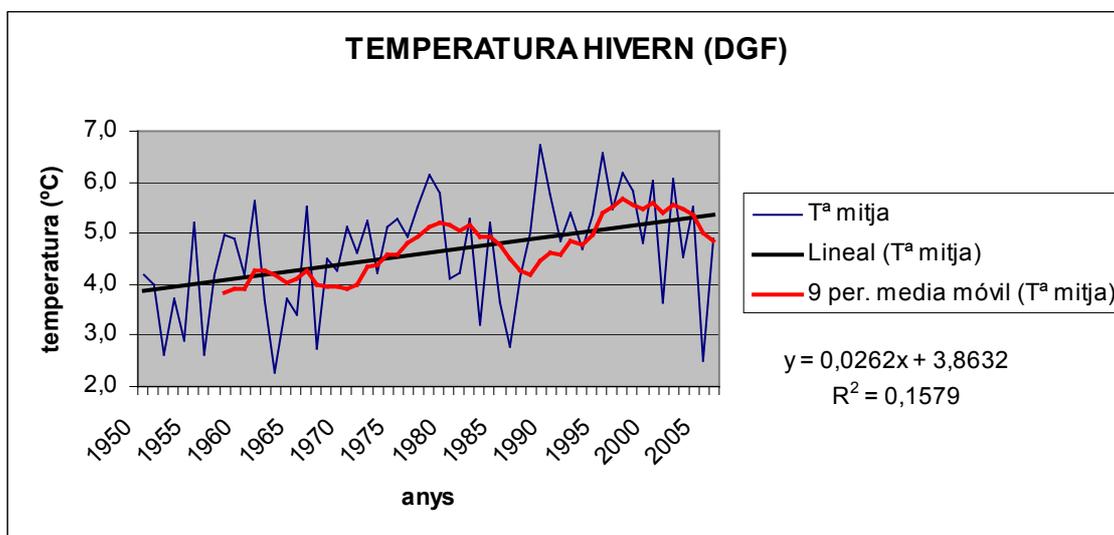


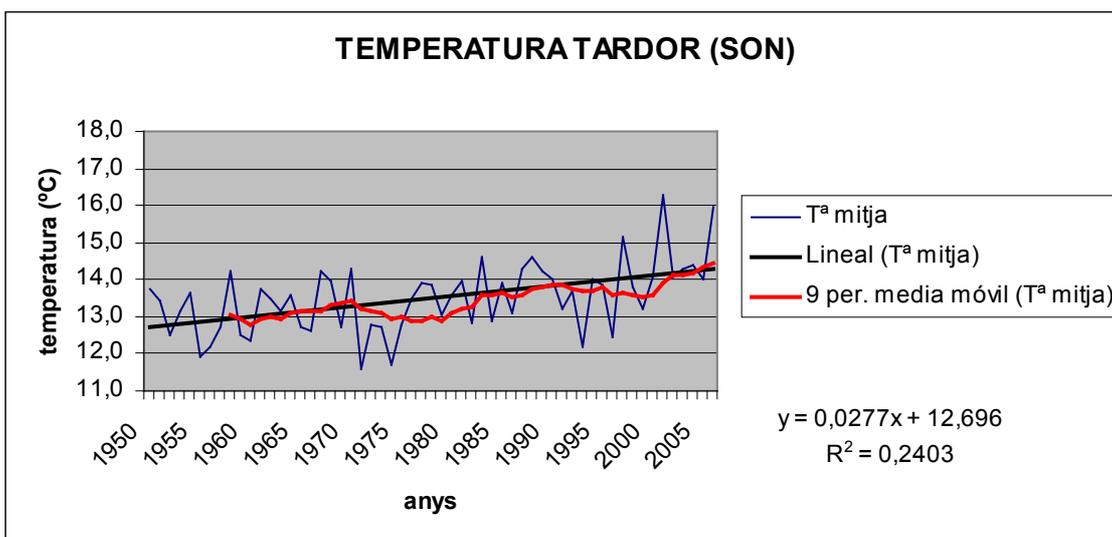
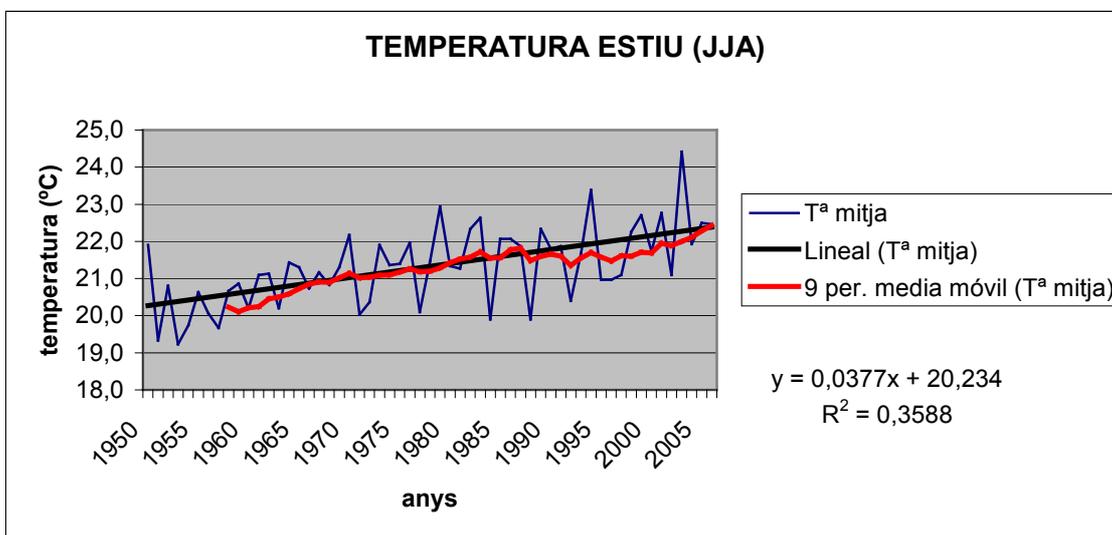
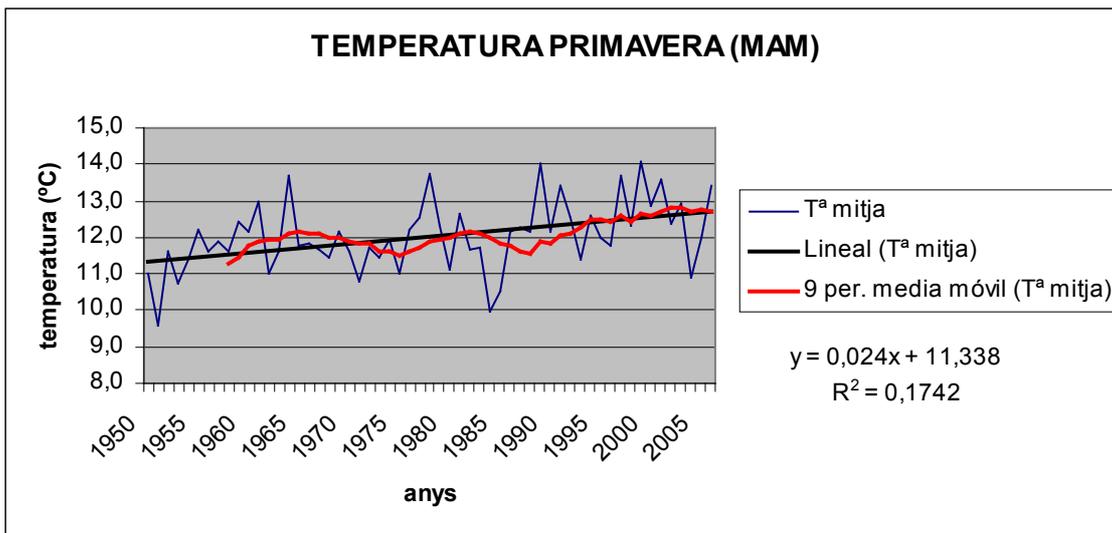
Gràfica 13. Mitjanes mòbils en diferents finestres

En fer la representació de la mitjana mòbil de la temperatura mitjana amb diferents finestres obtenim, novament, **una tendència més que evident a l'alça**. Pel que, després de realitzar la comparació de variàncies i mitjanes, podem afirmar clarament que la temperatura mitjana ha augmentat de forma progressiva des de mitjans del segle XX.

Si realitzem la **representació de la temperatura per estacions de l'any**, obtenim també una clara tendència a l'alça, apreciable a simple vista però també es posa de manifest en realitzar **regressions lineals i mitjanes mòbils**.

Sembla que **l'estiu** ha estat l'estació que ha patit un augment més significatiu, seguit de la primavera i de l'hivern (veure gràfiques).





Gràfiques 14,15, 16 i 17
4.5.- Valors extrems

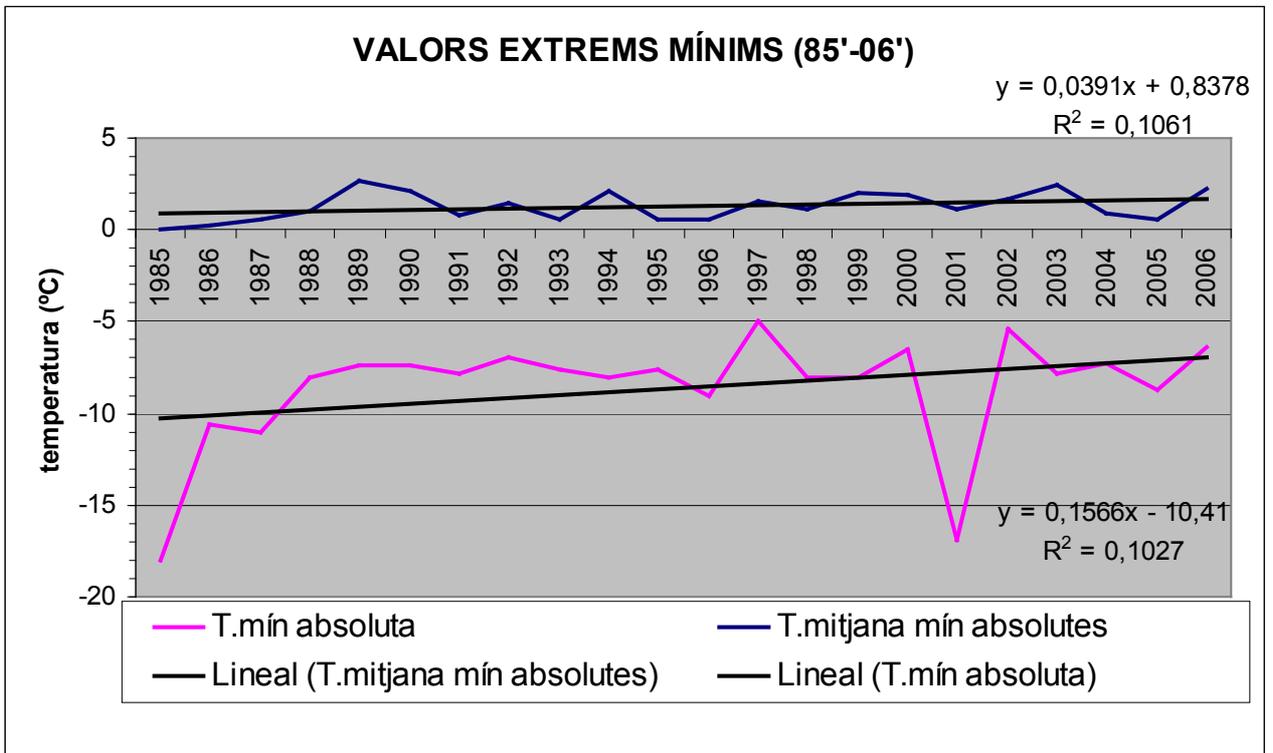
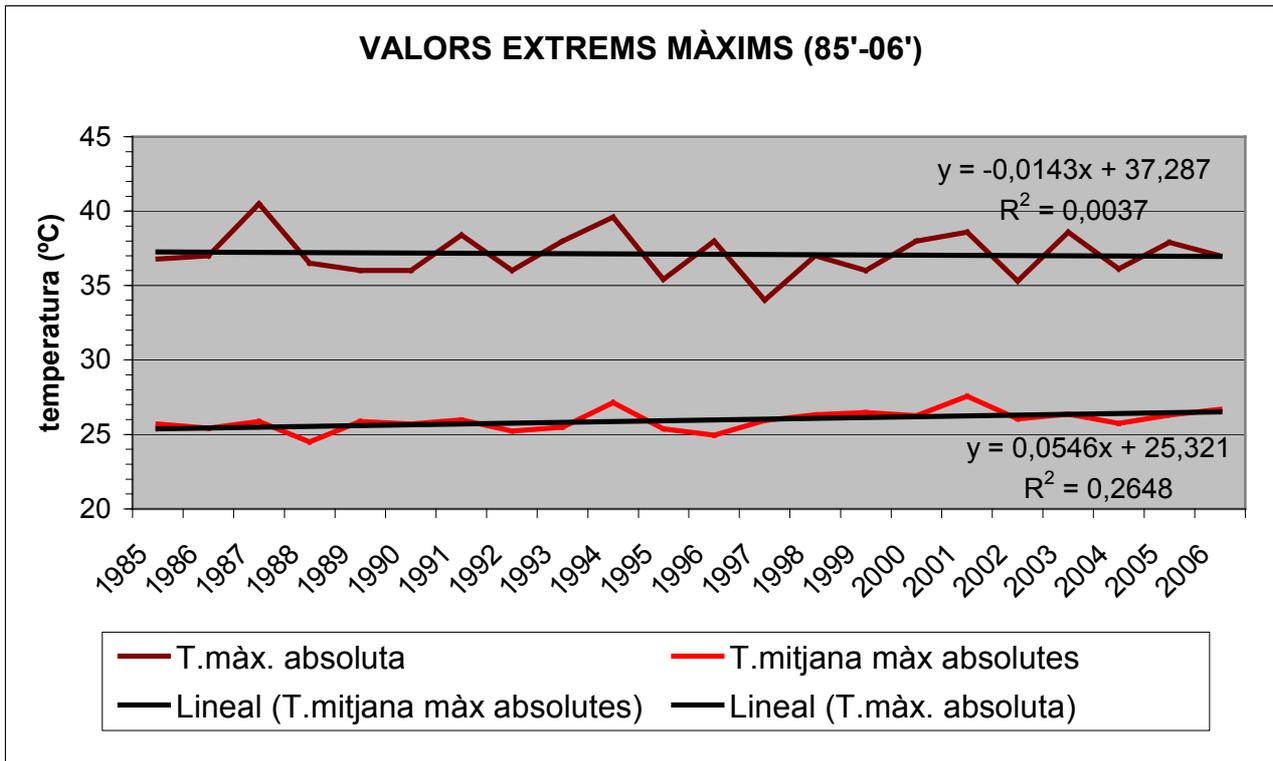
Finalment, pel que fa als valors extrems, s'han representat els valors màxims i mínims absoluts, així com els mitjans anuals dels màxims i mínims absoluts mensuals del període 1985-2006.

Per tal d'analitzar les tendències s'ha realitzat regressions lineals. En base als resultats obtinguts (veure gràfics 18 i 19) sembla que **no hi ha tendències ben definides** pel que fa a un augment o disminució dels valors absoluts; en tots els casos els coeficients de regressió són molt baixos.

Si que sembla entreveure's però un **lleuger augment en els valors mínims absoluts**; es a dir, sembla que en els darrers anys no s'han enregistrat mínimes tan baixes. Amb tot el període analitzat (1985-2006) és massa curt per tal d'extreure'n conclusions. Sembla que patir temperatures molt baixes es dona de forma cíclica i més o menys recurrent a casa nostra. Recordar, en aquest sentit per exemple, l'hivern de 1985 o per exemple el desembre de 2001, amb mínimes extraordinàriament baixes a la plana de Vic i neu persistent durant moltes jornades.

Diferenciar, finalment, que es poden registrar en un any màximes o mínimes extremes de forma puntual en algunes jornades però que l'any en qüestió no vingui marcat ser excessivament fred o càlid; mentre que també podem patir anys amb valors extrems que no siguin exagerats, però si que la dinàmica d'aquell any hagi estat d'onades de calor o de fred freqüents, fet que quedarà reflectit en les mitjanes de l'any.

Així doncs, els valors extrems **són dades d'interès** però no aporten informació determinant alhora de parlar d'un any "fred" o "càlid", i per tant, no podem basar-nos exclusivament en aquests alhora d'analitzar tendències o bé parlar de canvi climàtic.



Gràfiques 18, 19.

5.- Dades i estudis precedents

Abans de poder extreure les conclusions finals, s'ha volgut fer un petit exercici de recerca, per tal de poder comparar els resultats amb alguns valors o estudis precedents centrats en l'entorn més immediat a la ciutat de Vic.

5.1.- Obra dispersa sobre Meteorologia Catalana, d'Eduard Fontseré

En aquest sentit s'ha trobat que en l'estudi d'Eduard Fontseré, *Meteorologia Catalana* (1970), hi ha un apartat dedicat a l'anomalia tèrmica de la Plana de Vic.

L'estudi parla de les peculiaritats climàtiques de la plana, centrant-se d'una banda en el fenomen de la inversió tèrmica, i realitzant d'altra banda una comparativa de dades entre l'observatori Fabra de Barcelona i l'observatori de Sant Julià de Vilatorca ubicat a l'antic Col·legi dels Orfes (actual col·legi Mare de Déu del Roser).

Si bé no tracta directament dades de la ciutat de Vic, si que s'ha cregut interessant fer una petita anàlisi de les dades de Sant Julià, per proximitat a Vic (poc més de 2 Km en línia recta) i característiques climàtiques similars. Esmentar que Vic se situa a 498 m sobre el nivell del mar, mentre que l'estació de St. Julià es troba a 588 m snm.

El treball proporciona dades d'interès per l'antiguitat de les mateixes, de principi dels anys 20', molt anteriors, per tant, a l'inici de la sèrie climàtica de Vic.

Les dades, corresponents al període 1921-1925, donen un valor de temperatura mitjana d' **11,7°C**. Tot i ser un període insuficient per ser representatiu (5 anys) si que és força orientatiu.

Comparar aquest valor de Sant Julià de Vilatorca amb la mitjana climàtica de Vic (1950-2006) no és del tot rigorós, pel fet de comparar dades de diferents localitats, però sí indicatiu en qualsevol cas. La mitjana de Vic (1950-2006) és de **12,87°C**, valor força superior. Si agaféssim la mitjana de Vic dels darrers 10 anys (1997-2006), la diferència seria encara més acusada: 13,67° davant dels 11,7°C.

Aquestes dades aproximades, confirmen novament aquest clar augment de la temperatura mitjana de la Plana de Vic, indicant-nos ara que l'augment no va iniciar-se a partir de 1950 (inici de la nostra sèrie) sinó que possiblement ve ja de molt abans.

5.2.- L'Observatori de Sant Julià de Vilatorça

Per tal d'oferir resultats quelcom més rigorosos, s'ha fet un petit exercici de recerca per tal de complementar les dades que aporta l'estudi d'E. Fontseré. En aquest sentit s'han obtingut dades de l'arxiu de l'observatori del Col·legi del Roser de St Julià de Vilatorça (antic col·legi dels Orfes), facilitades parcialment pel Sr. Lluís Solanas i també a través Internet (www.meteovilatorca.cat). Es tracta de dades molt valuoses de principis del segle XX. Igualment s'han obtingut dades recents de l'arxiu de l'observatori de Sant Julià de Vilatorça. D'aquesta manera s'ha pogut fer una comparativa més rigorosa de les dades d'aquell observatori.



Esmentar que l'emplaçament de l' actual observatori de Sant Julià de Vilatorça ha variat lleugerament respecte a l'emplaçament de l'antic, doncs durant molts anys va situar-se al jardí del Col·legi dels Orfes (actual Col·legi Mare de Déu del Roser). Actualment però, l'emplaçament de l'estació es troba desplaçat a uns 100 metres del mateix. En qualsevol cas, la variació ha estat mínima pel que fa a altitud, exposició i característiques de l'emplaçament, pel que no ha d'haver afectat en cap cas els registres d'una manera apreciable.

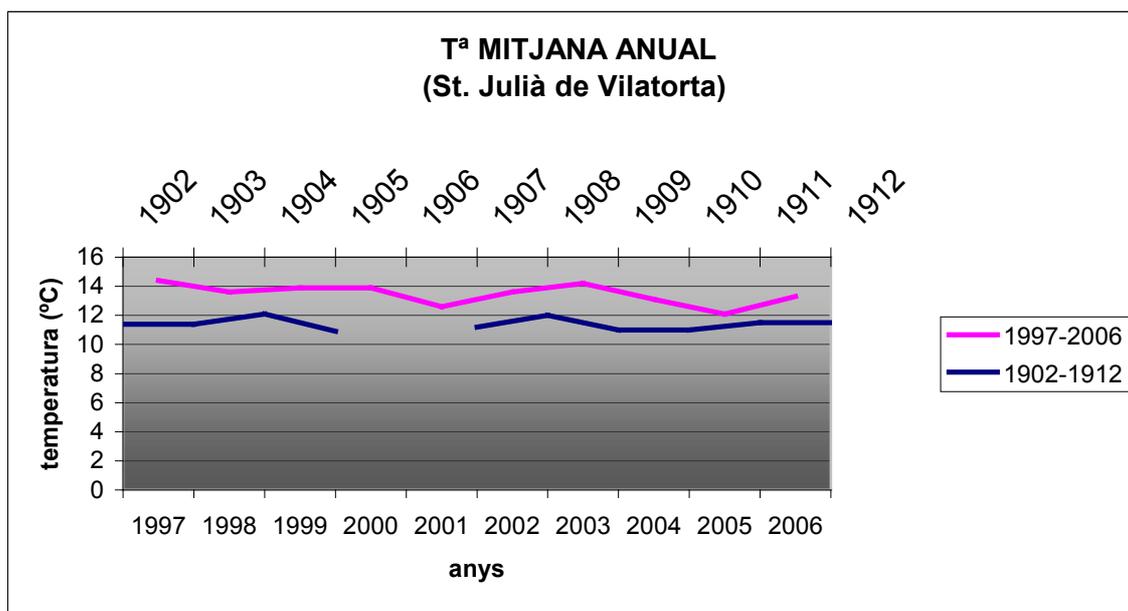
La sèrie de Sant Julià de Vilatorça s'inicià l'any 1902. Estadísticament, per tal d'analitzar temperatures, amb 10 anys sovint és suficient per tal d'obtenir resultats significatius. Es per aquest motiu que s'ha volgut comparar les dades anuals pel que fa a temperatura dels primers anys de la sèrie (1902-1912) respecte els darrers de la mateixa; corresponents a l'interval 1997-2006. Esmentar que no es disposa del valor mitjà de temperatura de l'any 1906. En qualsevol cas es comparen dos intervals de 10 anys complets, que disten cronològicament gairebé 100 anys.

Si comparem inicialment la temperatura mitjana anual dels dos períodes obtenim que aquesta va ser de **11,4°C** en el període 1902-1912 (exceptuant 1906), mentre que va ser de **13,5°C** en el període 1997-2006.

Els resultats, per tant, no posen en dubte que en el darrer segle la temperatura mitjana a la Plana de Vic ha augmentat de forma més que significativa, doncs en comparar els dos intervals s'obté un escalfament de **2,1°C**.

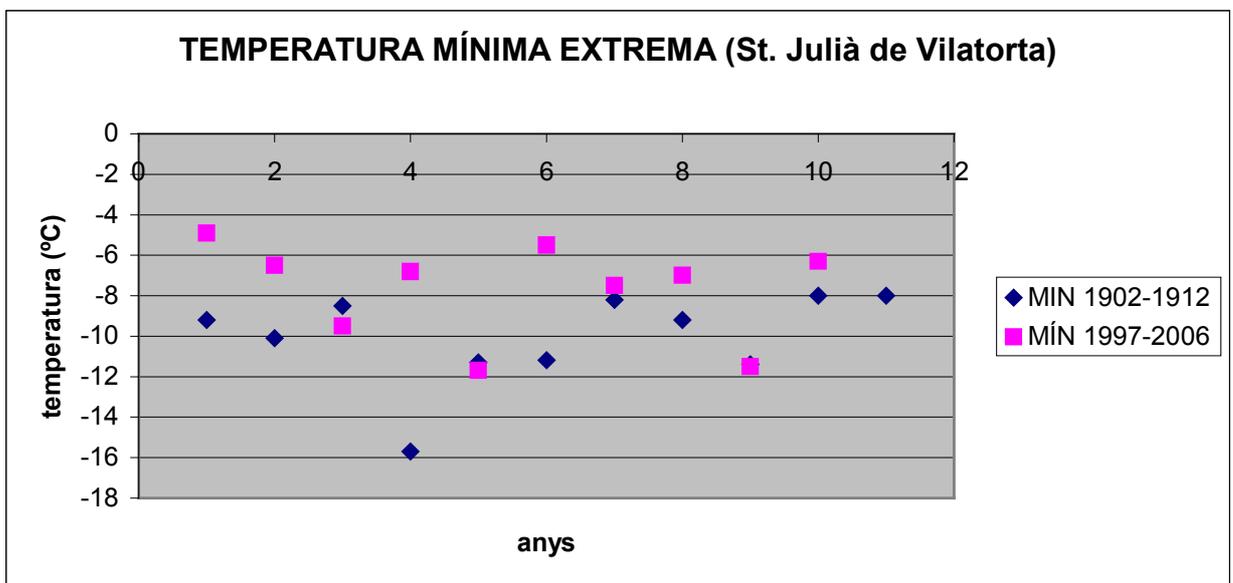
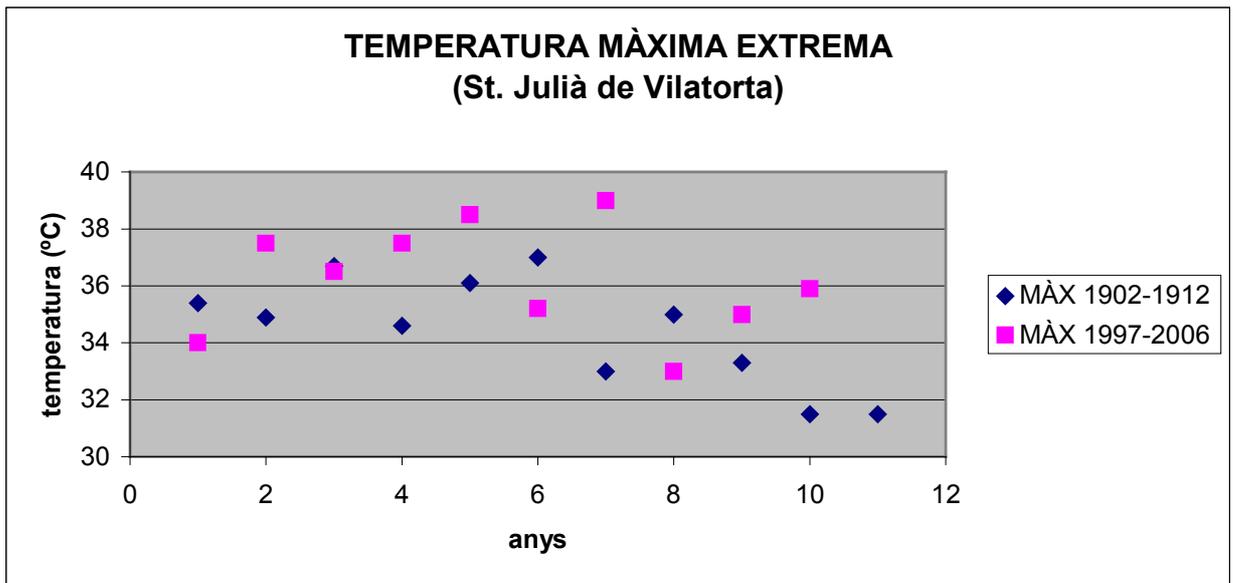
Aquests resultats poden indicar-nos, tot i els dubtes de manca d'homogeneïtat de la sèrie de Vic, que hi ha un factor d'escalfament global (canvi climàtic) molt important.

L'evolució anual mostra clarament, de la mateixa manera, el clar escalfament tèrmic.



Gràfica 20: Comparativa dades actuals i històriques de St. Julià.

Finalment, pel que fa als **valors extrems anuals dels dos intervals**, podem apreciar, tot i que potser de forma menys evident, que també que en els darrers anys els valors extrems pel que fa a temperatures màximes estivals superen els que s'assolien a principis del segle XX, i que, pel que fa a les temperatures mínimes absolutes, passa justament el contrari, es a dir, darrerament no s'assoleixen valors tan extrems pel que fa a fred.



Gràfiques 21, 22. Valors màxims i mínims extrems.

6.- Comparativa dels resultats de Vic amb estudis sobre el canvi climàtic.

6.1.- El 4art IPCC

Segons la contribució del Grup de Treball I al 4art Informe d'avaluació del grup Intergovernamental d'experts sobre el Canvi Climàtic (4art IPCC) de febrer de 2007, la causa principal de l'escalfament del sistema climàtic són les *emissions de gasos d'efecte hivernacle d'origen antropogènic*.

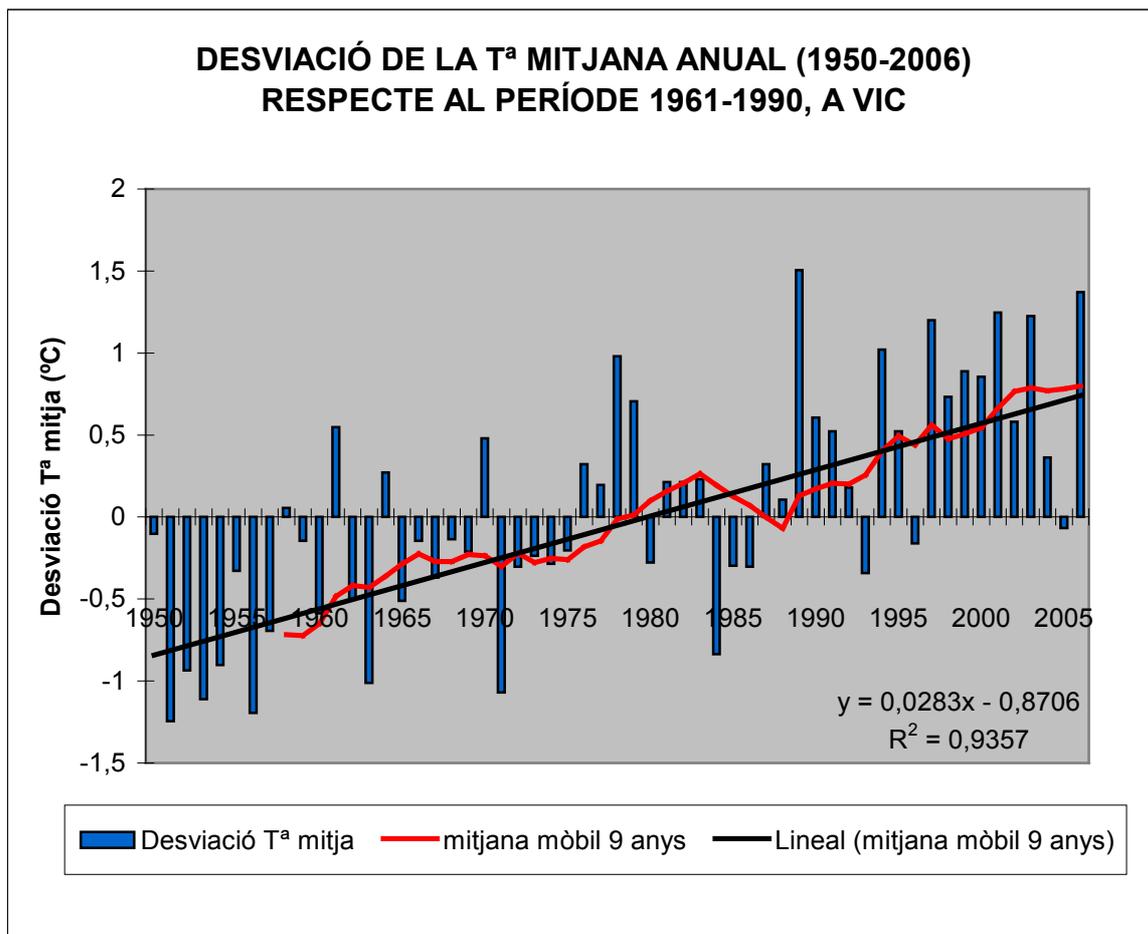
Pel que fa a les **variacions de temperatura observades**, l'informe anuncia que *l'escalfament del sistema climàtic és inequívoc, tal i com evidencien ara les observacions dels increments en les temperatures mitjanes de l'aire i els oceans, la desfeta generalitzada de gel i neu, i l'increment mitjà global del nivell del mar*.

Onze dels darrers dotze anys (1995-2006) es troben en el rànquing dels 12 anys més calorosos en els registres instrumentals de temperatures de superfície (des de 1850). La tendència lineal actualitzada per a un període de 100 anys (1906-2005) és de 0,74°C (0,55 a 0,92), per tant és major que la tendència equivalent estimada per al període 1901-2000 del 3er IPCC, que era de 0,6°C (0,4 a 0,8). La tendència lineal dels darrers 50 anys és de 0,13°C per dècada (0,10 a 0,16), gairebé el doble que per als darrers 100 anys.

Comparant aquests resultats amb les **dades de Vic**, podem comprovar també que els darrers anys de la sèrie han estat especialment càlids; si bé, en els darrers dotze anys (1995-2006) hi trobem 7 dels 12 anys més calorosos de la sèrie, tal i com es comprova en la següent taula extreta de les dades de Vic:

Any	T ^a mitja
1989	14,33
2006	14,19
2001	14,07
2003	14,05
1997	14,02
1994	13,84
1978	13,80
1999	13,71
2000	13,68
1998	13,55
1979	13,53
1990	13,43

Pel que fa als resultats referents a l'increment de temperatura que aporta l'IPCC, s'ha realitzat un gràfic amb la **desviació de la temperatura mitjana anual respecte el valor mitjà del període de referència 1961-1990** a la ciutat de Vic. A continuació s'ha realitzat una mitjana mòbil amb finestra de 9 anys i la regressió lineal de la mateixa, obtenint que la variació de temperatura mitjana anual al llarg de la sèrie respon a l'equació que es presenta a continuació.



Gràfica 23

$Y = 0,0283X - 0,8706$ amb una r^2 (coef. Correlació) del 0,9357.

En base a aquest resultat, s'obté que la temperatura en els darrers 56 anys a Vic ha patit un augment de **1,59°C**, el que és el mateix, un augment per dècada de **0,28°C**. El valor és clarament superior al valor mitjà global que ens dona el 4art IPCC; de 0,13°C per dècada en els darrers 50 anys.

El resultat per tant, evidencia sense cap dubte aquest escalfament progressiu a la Plana de Vic en els darrers 56 anys, tot i que el fet que dobli el valor global del 4art IPCC pot indicar-nos novament que el valor **podria encobrir parcialment els esmentats problemes de falta d'homogeneïtat de la sèrie.**

L'informe anuncia també, *pel que fa a la temperatura, que l'increment total de temperatura des de 1850-1899 fins a 2001-2005 és de 0,76°C (0,57-0,95). L'efecte de calor urbà és real però local, i té una influència despreciable (menys de 0,006°C) per dècada en terra ferma i zero en els oceans) sobre aquests valors.*

Pel que fa a les precipitacions, el 4art informe de l'IPCC esmenta que *en algunes grans regions, s'han analitzat les tendències a llarg plaç en la quantitat de precipitacions des de 1900 a 2005. S'ha observat un augment significatiu de les precipitacions a la part est d'Amèrica del Nord i Sudamèrica, al nord d'Europa i al nord d'Àsia i Àsia central. S'ha observat dessecament al Sàhel, el*

Mediterrani, Àfrica del sud i parts del sud d'Àsia. La precipitació és altament variable, espacial i temporalment, i falten dades en algunes regions. No s'han observat tendències fiables a llarg plaç per a les altres grans regions avaluades.

Aquests resultats per tant, poden estar en la línia dels obtinguts en la sèrie de precipitació de Vic, doncs en base als resultats de l'apartat (1) no hem obtingut resultats estadísticament significatius pel que fa al règim de precipitació.

6.2.- Indicadors de l'Observatori de la Sostenibilitat a Espanya (OSE)

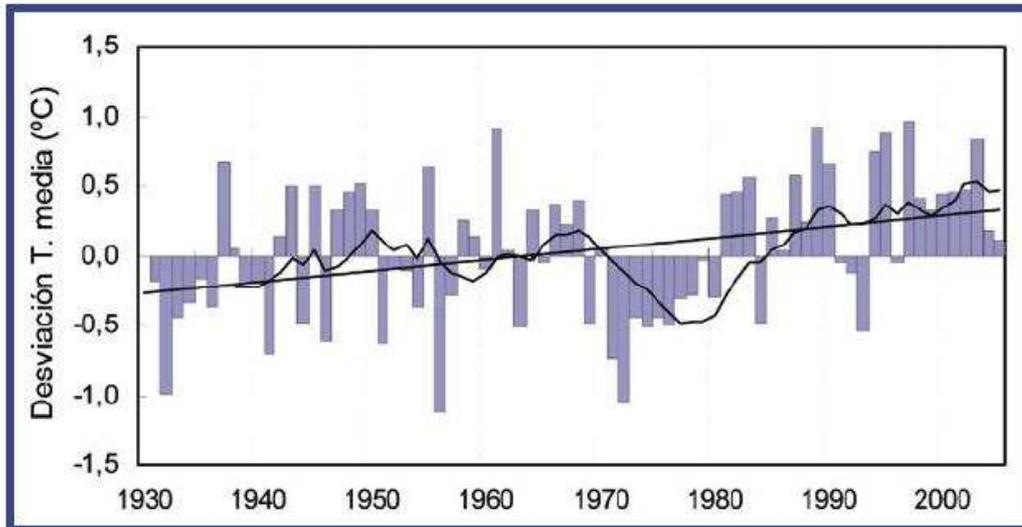
L'Observatori de la Sostenibilitat a Espanya (OSE) és un projecte independent en funcionament des de febrer de 2005, ubicat a la Universitat d'Alcalà (Alcalà d'Henares) i en conveni amb el Ministeri de Medi Ambient, la Fundació Biodiversitat i la Fundació General de la Universitat d'Alcalà.

En base a l'article publicat a la **revista Ambienta**, el maig de 2007, la temperatura a Espanya ha augmentat 0,60°C en els darrers 75 anys, dada que concorda amb l'augment de 0,74°C a nivell global dels darrers 100 anys (veure també apartat 5.1, resultats 4art IPCC). A Vic l'augment ha estat superior (1,59°C /56 anys).

Els anys més càlids s'han enregistrat en els darrers 15, destacant en aquest sentit l'any 1994. La tendència a l'escalfament s'inicià als anys 70', essent especialment marcat en els primers anys de la dècada dels 70' i finals dels 90'.

L'informe incorpora un gràfic sobre la desviació de la temperatura mitjana anual (1931-2005) respecte el període de referència 1961-1990 a la Península i Balears.

DESVIACIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL (1931-2005), CON RESPECTO AL PERIODO DE REFERENCIA 1961-1990, EN LA PENÍNSULA IBÉRICA Y BALEARES.



Fuente: Elaboración OSE. Las desviaciones de temperatura se han calculado a partir de la base de datos reticular (25 x 25 Km) del Servicio de Desarrollos Climatológicos del INM. Ajustes lineal y de medias móviles de grado 9.

El gràfic, elaborat per OSE, inclou també l'ajust lineal i la mitjana mòbil amb finestra de 9 anys.

El gràfic equivalent per a les dades de temperatura de la sèrie climàtica de Vic (1950-2006) mostra resultats semblants (veure gràfic a l'apartat 6.1).

- En el cas de Vic però, l'augment de temperatura és força superior al llarg de la sèrie. L'augment mitjà, en base a la regressió lineal de la mitjana mòbil és de 1,59°C. Aquest augment en part és degut a l'escalfament global però possiblement part del mateix també podria ser degut a la manca d'homogeneïtat de la sèrie de temperatures, **tot i que cal tenir molt en compte també que estem comparant** mitjanes a nivell mundial amb valors mitjans d'un indret puntual, amb unes característiques climàtiques molt peculiars, pel que és raonable que hi hagi diferències.

L'any 1994 a Vic també fou un any força càlid (+1,02°C respecte la mitjana 1961-1990), tot i que el més càlid fou se'ns dubte l'any 1989, amb un increment de +1,505°C respecte la mitjana de l'esmentat trentenni.

6.3.- L'estudi d'avaluació preliminar sobre els impactes a Espanya per efecte del canvi climàtic.

L'estudi d'avaluació preliminar sobre els impactes a Espanya per efecte del Canvi Climàtic ha estat promogut des de l'Oficina Espanyola del Canvi Climàtic (OECC), amb la participació de més de 400 experts en la matèria i seguint els procediments marcats per l'IPCC.

L'informe final fou publicat l'any 2005 i ha suposat una aproximació integrada i una base per a desenvolupar iniciatives d'adaptació al canvi climàtic.

L'estudi analitza els següents sectors socioeconòmics i sistemes ecològics d'Espanya: ecosistemes terrestres, aquàtics continentals, marins, biodiversitat vegetal, biodiversitat animal, sector forestal, riscos naturals d'origen climàtic, recursos hídrics, edàfics, sector energètic, turístic, assegurances, salut humana, sector agrari i zones costeres.

Respecte a dades climàtiques dels darrers anys, l'estudi aporta que *durant el segle XX, i particularment des de la dècada dels 70 d'aquest segle, les temperatures a Espanya han augmentat de forma general, amb una magnitud lleugerament superior a la mitjana global del Planeta. Aquest augment ha estat particularment acusat a l'hivern. Les precipitacions, durant aquest període, han tendit a la baixa, sobretot en la part meridional i a Canàries, encara que la seva alta variabilitat impedeix fer-ne un judici més taxatiu. Aquesta tendència correspon, en part, amb un augment de l'índex de la NAO.*

A continuació es presenten les figures que aporta l'estudi, la primera, referent a la variació de les temperatures, i la segona pel que fa a la precipitació.

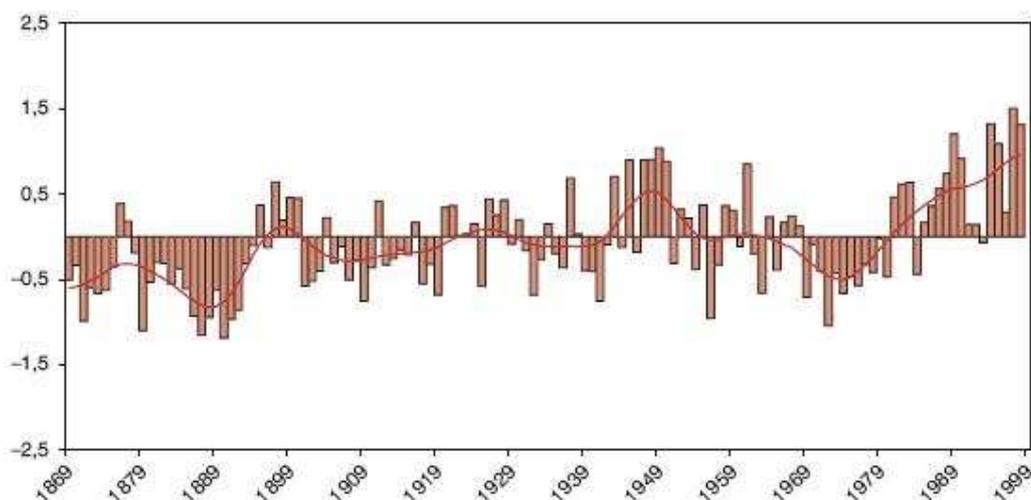


Fig. 1. Anomalías absolutas de la temperatura media anual con respecto a la media del período 1961-1990 en el NE de España (°C) (1869-1998) —suavizado con un filtro gaussiano de 13 términos—. Modificada a partir de BRUNET et al. (2001b): *Detecting and modelling regional climate change*. Springer.

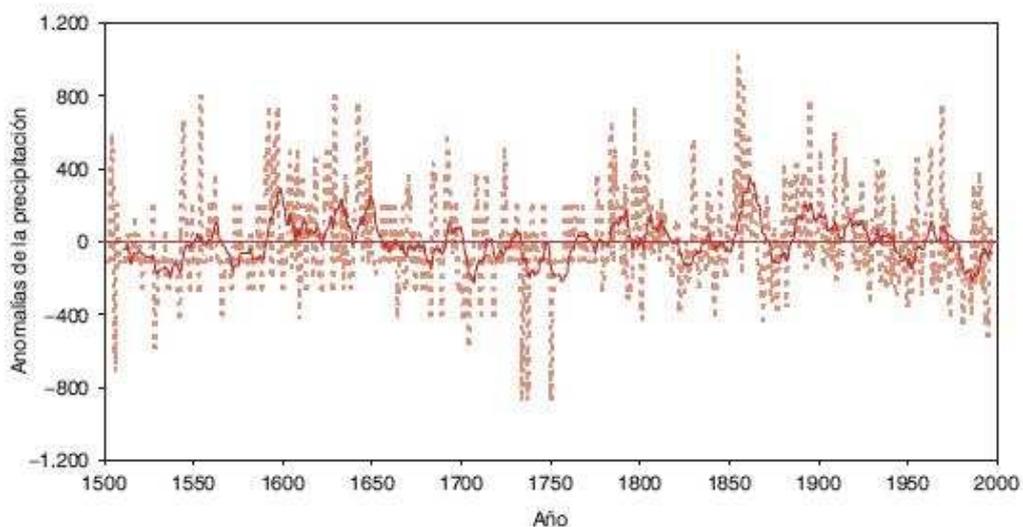


Fig. 2. Anomalías absolutas de la precipitación anual en Andalucía (mm) (1500-2000) —suavizado con medias móviles de 10 años—. RODRIGO et al. (1999, 2000): *Int. J. Climatol.* 19: 1233-1253 y 20: 721-732.

Pel que fa a temperatures (veure gràfic apartat 6.1), la sèrie de Vic hauria seguit una tendència semblant en els darrers anys, coincidint amb el fet que també, tal i com s'ha vist en l'apartat 6.1, ho ha fet per sobre de la mitjana global Planetària.

Pel que fa a la precipitació, el gràfic correspon a la precipitació a Andalusia, però tal i com aporta l'estudi, també coincidiria el fet que no es poden fer afirmacions taxatives pel que fa a la tendència pluviomètrica. Així doncs, està d'acord amb els nostres resultats, que no ens donen tendències pel que fa a la precipitació de Vic.

L'estudi aporta, pel que fa al futur del clima d'Espanya que:

- *Els canvis previstos indiquen una tendència progressiva a l'augment de temperatura*
- *Augments de temperatura significativament superiors a l'estiu que a l'hivern, amb escalfament a l'estiu superior a l'interior que a la costa.*
- *Major freqüència de dies amb temperatures extremes, especialment a l'estiu.*
- *Menor precipitació acumulada anual. Major disminució de precipitació a la primavera.*

També conclou que:

- *Es produirà la "mediterranyització" de la Península Ibèrica.*
- *Es produirà aridificació d'importants àrees geogràfiques espanyoles.*
- *Disminuiran els recursos hídrics.*
- *Hi haurà pèrdues severes de biodiversitat.*
- *S'incrementaran els incendis forestals.*
- *Es reduirà la superfície de conreus.*

- *S'incrementarà la demanda energètica a l'estiu.*
- *Es reduirà el potencial hidroelèctric.*
- *Hi haurà un augment de pèrdues d'estuaris i deltes.*
- *Augmentarà la salinitat i eutrofització de les aigües costeres.*

7.- Conclusions finals

Agrupant els principals resultats obtinguts al llarg del treball podem concloure finalment que:

- La sèrie de Vic és suficientment llarga per tal de poder obtenir resultats estadísticament significatius.
- El clima de Vic és submediterrani, amb un paper de continentalitat destacable.
- Hi ha dubtes pel que fa a la manca d'homogeneïtat, sobretot pel que fa a temperatures. Causes possibles:
 - ESCALFAMENT GLOBAL (canvi climàtic). Test de Roberts sembla indicar-ho.
 - CANVI D'EMPLAÇAMENT DE L'OBSERVATORI.

A posteriori, un cop realitzat el treball s'ha sabut, a través de "Metadades" que l'observatori realment va canviar varis cops d'emplaçament fa uns anys; en total 3 ubicacions diferents anteriors a l'actual, vigent des de fa 6-7 anys. Tots els emplaçaments es troben molt pròxims i amb diferències mínimes pel que fa a l'altitud (veure apartat fotografies). S'ha sabut, a més, que per tal d'atenuar les possibles diferències, es va aplicar un factor de correcció a les temperatures obtingudes. Les correccions poden haver estat acceptables en alguns casos però no en d'altres (molt dependent de la situació meteorològica diària).

En comparar les dades amb les de l'observatori de St. Julià de Vilatorrada es confirma el paper destacable de l'escalfament global, pel que podrien ser mínims els efectes dels canvis d'emplaçament esmentats.

- No s'observen tendències pel que fa a mitjanes pluviomètriques en comparar diferents intervals.
- Si que s'observen tendències pel que fa a temperatures en comparar diferents intervals: la temperatura ha canviat en els darrers anys, patint un augment.
- Dades de Vic estan en línia amb els resultats del 4rt IPCC, tot i que l'augment de temperatures ha estat superior. També estan d'acord amb d'altres resultats d'estudis a nivell d'Espanya.

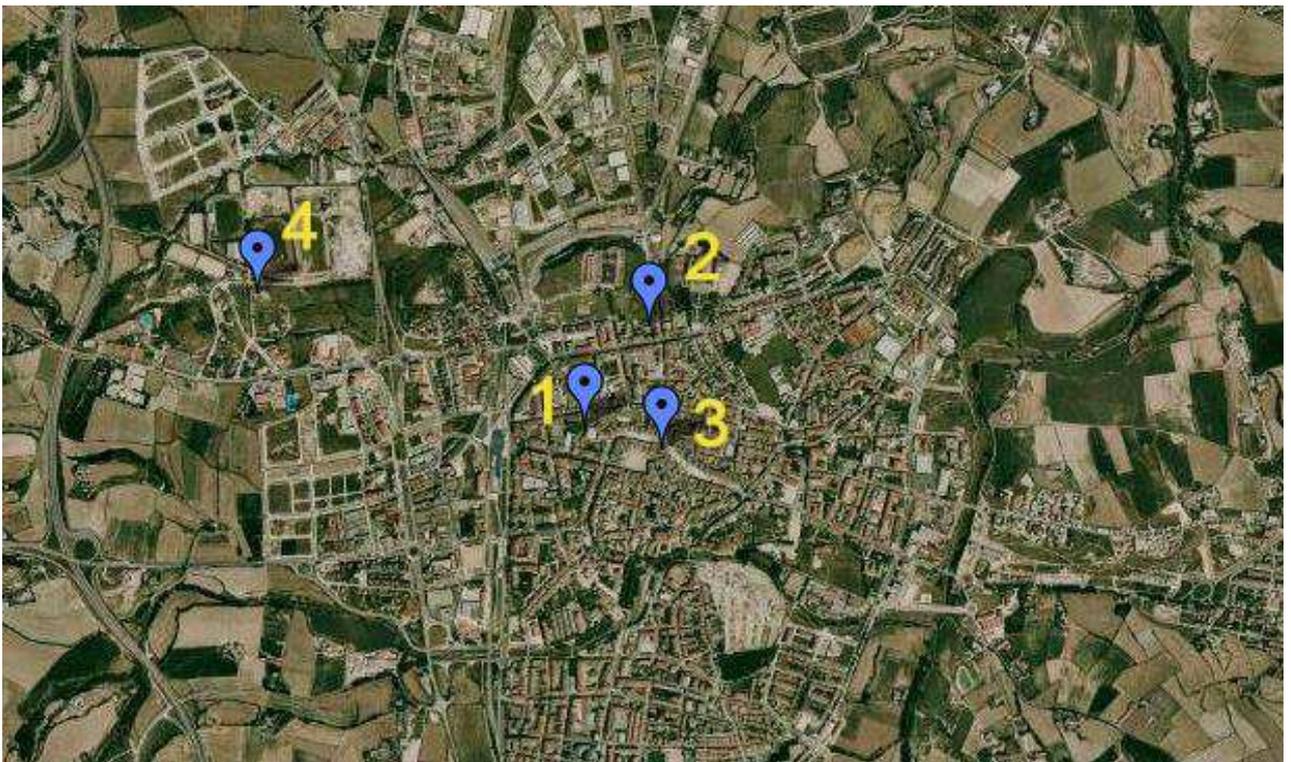
BIBLIOGRAFIA

- *Ambienta*, revista del MMA. ISN 1577-9491. N°66, maig 2007. Pàg 78-79. (article de l'observatori sobre la sostenibilitat a Espanya)
- *Análisi de series temporales en climatología*. Modelización y Homogeneidad. Roberto Rodriguez, Carmen Llasat i Javier Martín Vide. UB, 1999. Edicions de la Universitat de Barcelona.
- *El temps i el clima*. Javier Martín Vide. Editorial Rubes. Barcelona, 2002
- Obra dispersa sobre Meteorologia Catalana". Memórias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. 1970. - Fontserè, Eduard
- Observatori Meteorològic de Sant Julià de Vilatorça. www.meteovilatorca.cat
- Xarxa Meteorològica d'Osona, inclosa dins el Portal de Meteorologia d'Infomet. www.infomet.fcr.es/clima/osona
- Web Ministerio de Medio Ambiente (MMA). www.mma.es (Resum 4art informe de l' IPCC).

FOTOGRAFIES



L'observatori actual (2007); vigent des d'inicis del nou mil·leni. Fotos: **Bernat Codina**



Emplaçaments històrics de l'observatori (Font mapa: google map)

- 1.- Germans Maristes
- 2.- La Conxa
- 3.- Carrer Estret. Dalt d'un terrat, a uns 12 m del terra, on vivia Mn Serinanell
- 4.- Emplaçament actual (2007)