

ANÀLISI DE LES DADES METEOROLÒGIQUES DE VALÈNCIA

OBJECTIUS

En aquest treball analitzem l'evolució del clima valencià amb la sèrie de dades més llarga que hem trobat. En resum, els objectius foren:

- Veure l'evolució de les principals variables climàtiques de València.
- Comprovar si realment les temperatures van pujant tal i com s'afirma insistentment.
- Veure què passa amb les precipitacions.
- Raonar sobre les causes, conseqüències i solucions adients.
- Aprendre a utilitzar el programa estadístic GeoGebra, recomanat pel company de Mats.

DADES METEOROLÒGIQUES

Anys	Temperatures			Pluja
	Maxima	Minima	Mitjana	
1940	21.5	11.8	16.65	294.5
1941	20.8	11.7	16.25	401.6
1942	21.5	12	16.75	342.1
1943	21.8	12	16.9	373.6
1944	21.8	10.6	16.2	382.5
1945	22.8	11.5	17.15	188.2
1946	22.2	11.3	16.75	524.4
1947	22.9	11.8	17.35	383.8
1948	23.3	11.8	17.55	512.2
1949	21.9	12.4	17.15	474
1950	22.1	12.2	17.15	523.8
1951	21.4	12.2	16.8	495.8
1952	22.3	12.6	17.45	238.8
1953	21.5	12.3	16.9	321.9
1954	22	12.1	17.05	251.7
1955	22.4	13	17.7	625.5
1956	21.2	10.7	15.95	763.8
1957	21.1	11.5	16.3	673.1
1958	21.8	12.3	17.05	572.9
1959	21.6	12.7	17.15	567.2
1960	21.9	12.9	17.4	445.2
1961	22.3	13.2	17.75	360.6
1962	21.5	12.9	17.2	563.9
1963	21.1	12.8	16.95	459.7
1964	22	13.2	17.6	244.9
1965	21.7	12.6	17.15	526.8
1966	22.5	13.3	17.9	355.3
1967	22	12.8	17.4	362.9
1968	22.3	13.2	17.75	469.9
1969	21.3	12.7	17	702.5
1970	22.1	12.7	17.4	281.5
1971	21.2	12.6	16.9	924.8
1972	20.6	12.6	16.6	545.3

1973	21.7	12.5	17.1	334.6
1974	22.1	12.5	17.3	416.9
1975	21.6	12.8	17.2	631.9
1976	21.6	12.7	17.15	428.8
1977	21.6	13.2	17.4	549
1978	21.8	13.3	17.55	183.3
1979	22.1	13.7	17.9	286.6
1980	21.9	13	17.45	455.6
1981	22.4	13.3	17.85	257
1982	22.2	13.8	18	711
1983	22.4	13.3	17.85	320.3
1984	21.4	12.6	17	405.9
1985	22.1	13.4	17.75	276.4
1986	22.3	13.4	17.85	582.3
1987	22.5	13.8	18.15	502.3
1988	22.6	13.7	18.15	391.2
1989	22.4	14.4	18.4	976.6
1990	22.7	14	18.35	427.8
1991	21.9	13	17.45	698.4
1992	22.2	13.1	17.65	450.9
1993	21.9	12.8	17.35	400.1
1994	23.4	14.2	18.8	350.9
1995	23.4	14.2	18.8	260.7
1996	22.8	13.7	18.25	386.8
1997	23.5	14.4	18.95	367.3
1998	23.5	14	18.75	398.9
1999	23.3	13.8	18.55	241.9
2000	23.7	13.6	18.65	454.9
2001	23.9	14.5	19.2	499.3
2002	23.5	14.2	18.85	584.4
2003	23.5	14.7	19.1	367.7
2004	23	14.4	18.7	640.3
2005	22.4	13.5	17.95	345.2
2006	23	14.8	18.9	385.9
2007	22.9	14.2	18.55	841.3
2008	22.6	14	18.3	637.2
2009	23.1	14.3	18.7	647.7
2010	22.1	13.6	17.85	436.6
2011	23	14.4	18.7	444.5
2012	23.9	14.9	19.4	192.4
2013			18.7	325.8
2014			19.5	288.8
2015			19.2 ?	
2016			19.1	544.6
2017			18.8	335.6
2018			19.0	794.5
2019			19.0	357.6
2020			19.1	600,8

Aquestes dades procedixen de les webs següents:

<https://javiersevillano.es/f-Clima-DatosAnuales.php> (1940 a 2012)

<https://pegv.gva.es/va/temas/territorioymedioambiente/climatologia> (2013 a 2020)

(Les 6 últimes T s'han afegit posteriorment, després de fer l'estudi i no estan incloses en l'anàlisi següent, per tant poden servir per avaluar les previsions que férem...)

ANÀLISI DE LES TEMPERATURES MITJANES ANUALS

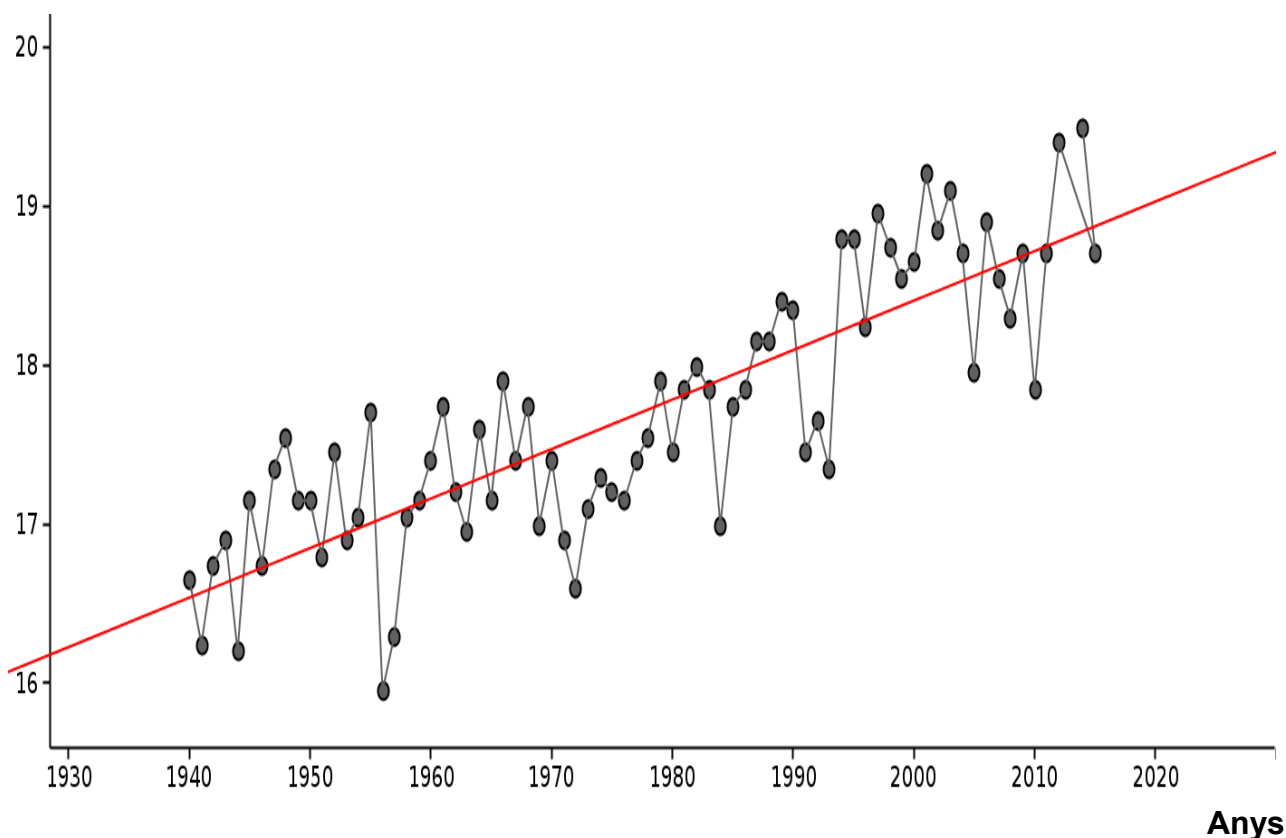
Per elaborar les següents gràfiques hem emprat el GeoGebra, un programari matemàtic interactiu lliure per a l'educació en col·legis i universitats, que el nostre professor de Matemàtiques ens va donar a conèixer. És bàsicament un processador geomètric i un processador algebraic, és a dir, un compendi de matemàtica amb programari interactiu que reuneix geometria, àlgebra i càlcul, pel que pot ser usat també en física, projeccions comercials, estimacions de decisió estratègica i altres disciplines.

En el nostre cas, l'hem utilitzat per realitzar l'ajust d'una recta per mínims quadrats amb l'objectiu de visualitzar l'evolució de les dades del clima i facilitar les extrapolacions, per poder conèixer una possible tendència en el futur, amb unes condicions similars a les actuals.

Cal afegir que, per a fer aquest anàlisi també es pot utilitzar l'Open Office, l'Excel o el de qualsevol fulla de càlcul.

Veiem la gràfica corresponent a les temperatures mitjanes anuals:

Temperatures mitjanes (°C)



$$T_m = 0'0311 \cdot t - 43'9$$

$$r = 0'835$$

$$S_y = 0'815$$

Any	1940	1970	2000	2030	2060	2100
°C	16'5	17'5	18'4	19'3	20'3	21'5
Increment	0	1'0	1'9	2'8	3'8	5'0

Quant a les temperatures, podem observar gràcies a la pendent un increment notable en les temperatures mitjanes de l'observatori de València des de 1940 fins al 2015, d'aproximament 2'3°C. Gràcies a la recta de regressió podem observar que si es mantenen les mateixes condicions que avui, al 2100 l'increment de la temperatura serà de 5°C respecte l'any 1940.

Com a cosa curiosa podem afegir que la recta corresponent a les temperatures màximes mitjanes és $T=0'0216t-20'4$ amb $r=0'60$ i la de les temperatures mínimes mitjanes $T=0'0396t-65'2$ amb $r=0'87$, de manera que pareixen indicar que les màximes pugen més lentament que les les mínimes.

Podem validar la recta ajustada perquè el coeficient de regressió¹ o Pearson ens dona el valor de 0'835, relativament alt, per tant. Per tant existeix una correlació entre la recta i els punts positiva. La S_y ens dona la dispersió mitjana dels punts respecte a la recta i també es molt baixa per tant la dispersió és menuda i la recta vàlida.

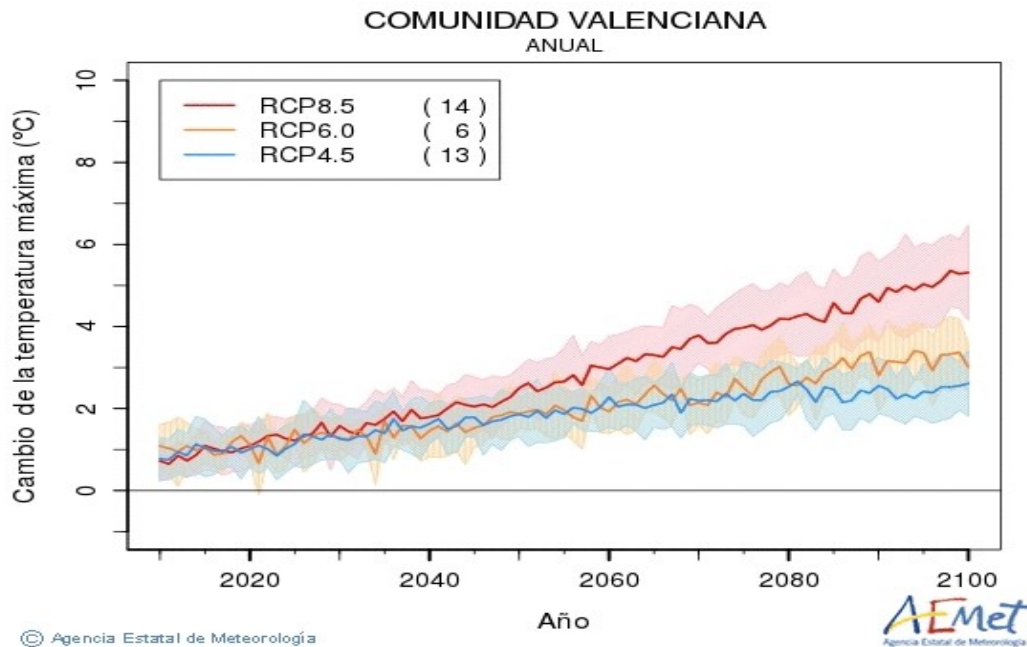
Així i tot, les dades han de ser contrastades amb altres observatoris com el de l'aeroport de Manises que donen una recta d'ajust: $T = 0'0342t - 50'6$, amb $r = 0'68$, molt semblant a la de València. La pendent lleugerament major i la r més xicoteta serà perquè la sèrie d'anys és més recent, concretament va des de 1973 fins al 2014, de manera que l'augment de temperatura probablement va accelerant, de fet si ajustem les dades de València amb corba polinòmica ix un tros de paràbola que va *in crescendo* durant les últimes dècades.

Les dades també són coherents amb les previsions generals de l'IPCC (Panell Intergovernamental del Canvi Climàtic) i l'Aemet (Agència Estatal de Meteorologia), que ja ha detectat l'augment global d'1°C de les temperatures mitjanes. Si ací ja hem pujat més de 2 °C això pot de ser degut a la intensa activitat humana que tenim en les nostres terres. La qual cosa torna a demostrar que l'escalfament global i local està originat per causes antròpiques.

Fins i tot podem veure que les previsions per a les properes dècades que fa l'IPCC, en el pitjor dels escenaris, que equivaldria a seguir actuant com ara, la qual cosa correspon a la nostra projecció, també preveu un increment d'uns 5°C en les temperatures mitjanes.

Per tant, el coeficient r elevat, la coherència amb les dades de Manises, més les previsions de l'IPCC tant globals com locals, ens confirmen que l'ajust a la recta es vàlid. Per tant les projeccions futures també resulten vàlides, tant més quant menys lluny les fem, i probablement les nostres temperatures evolucionaran a l'alça durant les properes dècades. Si no canviem.

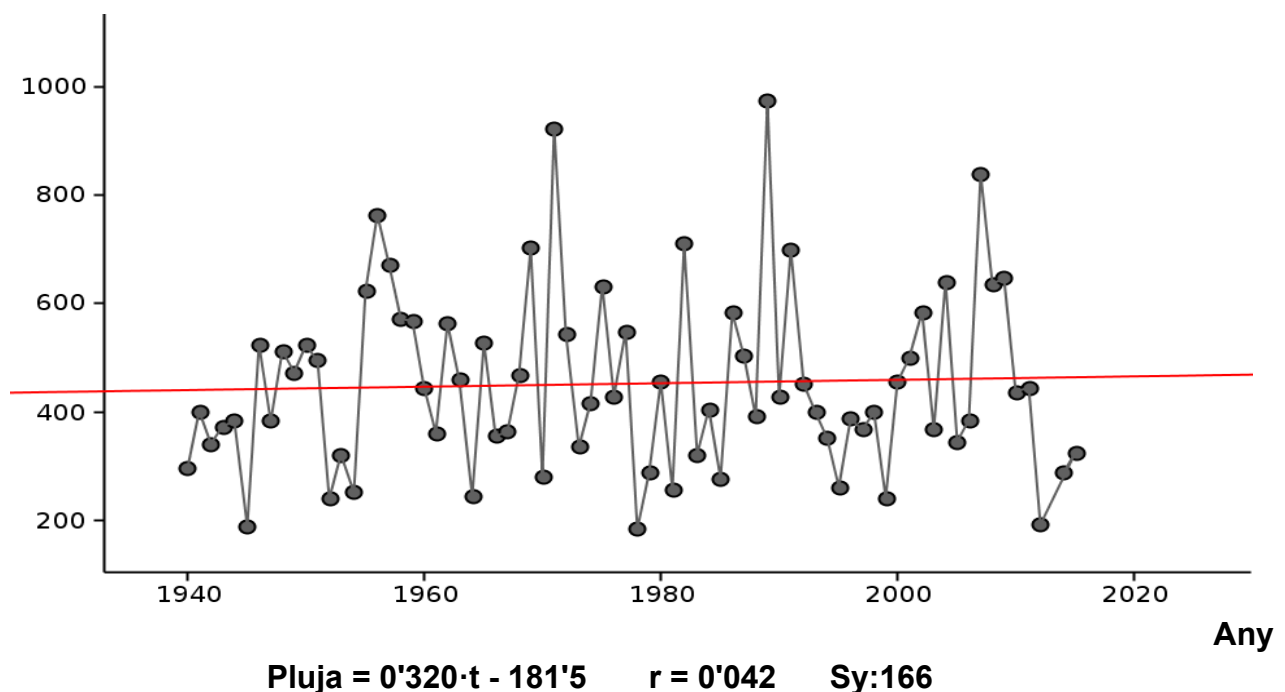
1. El coeficient r indica la correlació existent entre la recta ajustada i la sèrie de valors reals inicials, sent el seu màxim 1 i el seu mínim 0. Quan més s'acoste a 1 més exacte i vàlid serà l'ajust, per contra quant més s'acoste a 0 tant més inexacte i no vàlid serà l'ajust. Si $r=1$ l'ajust lineal serà perfecte, si és 0 invalida l'ajust.



Segons diu l'AEMET, el progrés de la temperatura també va augmentant, i ens presenta tres tipus de escenaris, depenent de la acció humana que es prenga (com per exemple apostar per energies renovables). Si seguim amb la inèrcia que s'està duent actualment a terme i no actuem per a canviar-ho, les temperatures poden augmentar fins 5 graus. Des de l'any 2020 fins 2100 les temperatures augmentaran 5 graus, però tenim que tindre en compte que són temperatures màximes, i que traient la mitja amb les mínimes que ens dóna l'AEMET, obtenim una mitjana molt pareguda a la que ens a donat a nosaltres (4-5). Els possibles errors o dispersió, són inapreciables, ja que la diferencia es ínfima.

ANÀLISI DE LES PRECIPITACIONS TOTALS ANUALS

Precipitacions (mm)

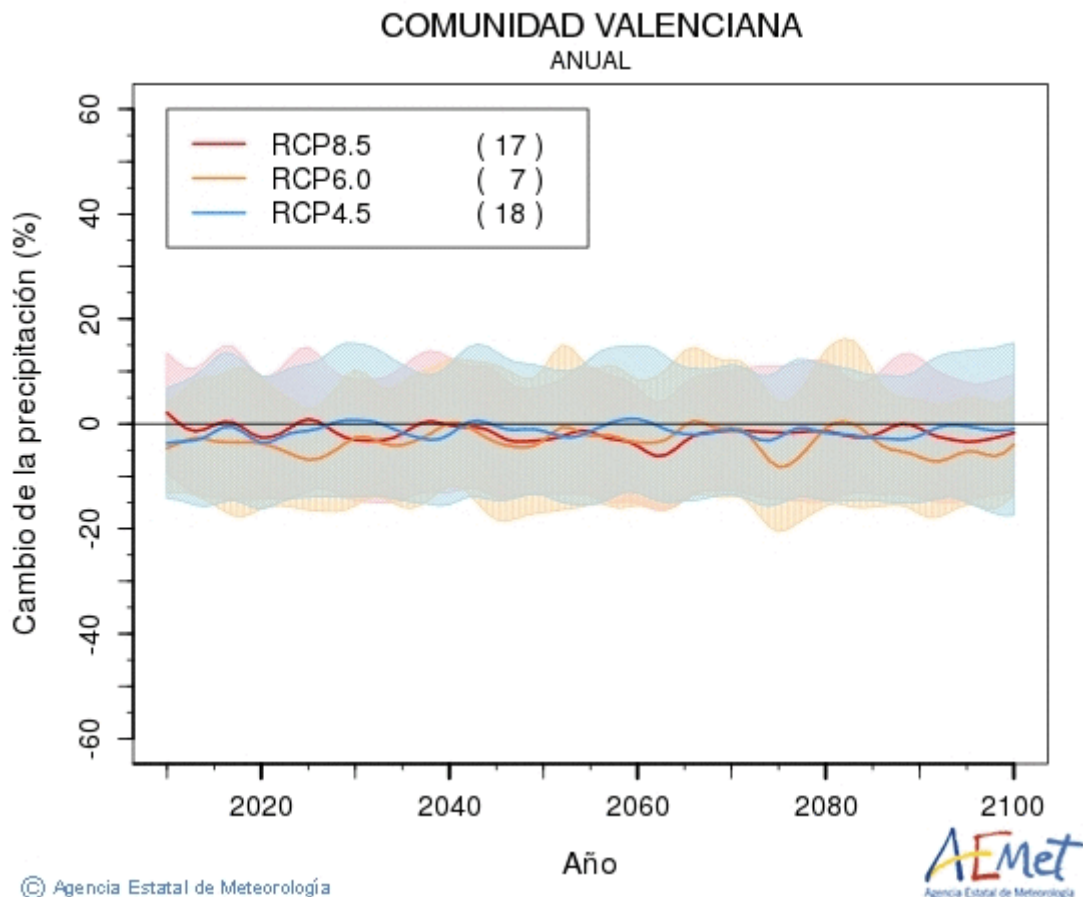


Any	1940	1970	2000	2030	2060	2100
mm	441	450	460	470	479	492
increment	0	9	19	29	38	51

Pel que fa a les precipitacions, podem observar a la gràfica un increment lleuger. Però no podem validar aquest ajust ja que el coeficient de regressió és 0,042, massa baix, i per tant resulta poc fiable. Deduïm que els valors no s'ajusten bé a la recta de regressió i les dades que obtenim són molt dispersos entre ells.

Si comparem aquest resultat amb el de l'aeroport de Manises veiem que resulta fins i tot contradictori ja que en l'aeroport la recta és $P=-1'60t+3634$ amb $r=-0'12$, la qual cosa vol dir que allí disminueixen lleugerament les pluges. Pot ser el microclima local o simplement que tampoc l'ajust és concloent perquè el coeficient r és molt baix.

Per la seua banda l'IPCC i l'Amet preveuen per a la CV que les pluges a penes varien o que minven lleugeríssimament.



Per últim, entre les dades de Manises tenim també la velocitat mitjana anual dels vents, amb una recta de regressió $V=-0'014t+39$ amb $r=-0'22$, dades que pareixen indicar que també els vents van reduint-se, encara que el coeficient r és massa xicotet per a donar com a bo l'ajust.

Respecte a les pluges, encara que es mantinguen les actuals, la previsió és que hi haurà escassetat d'aigua perquè en augmentar les temperatures els ecosistemes, els camps i les urbs necessitaran cada volta més aigua

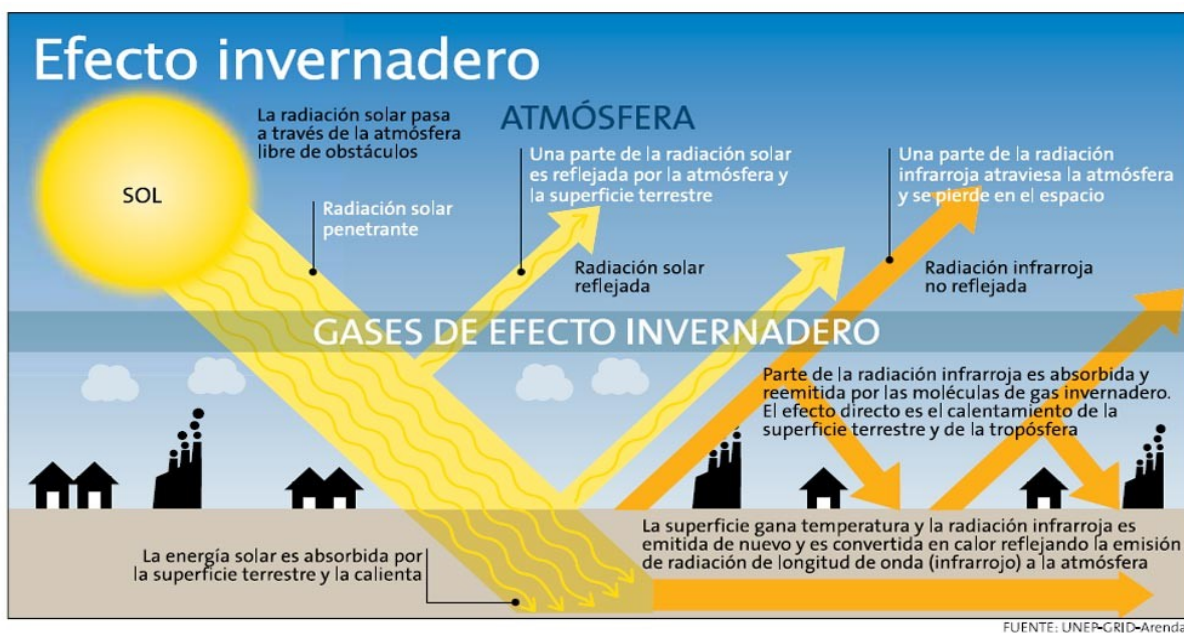
CAUSES I EFECTES

L'escalfament global i canvi climàtic es refereix a l'augment observat en els últims segles de la temperatura mitjana del sistema climàtic de la Terra i els seus efectes relacionats. Múltiples línies de proves científiques demostren que el sistema climàtic s'està escalfant. Per a poder solucionar un problema com aquest i proposar solucions al mateix, és necessari conèixer les causes i els efectes als que dóna lloc.

Podem establir les següents **causes**:

- Gasos que provoquen l'efecte hivernacle²:

El principal dels GEH (Gasos de l'Efecte Hivernacle) emesos a l'atmosfera per l'ésser humà és el diòxid de carboni (CO₂) que resulta com a conseqüència de la crema de combustibles fòssils (carbó, petroli i gas) utilitzats per a la producció d'energia i el transport. Altres GEH són el metà (CH₄), l'òxid nitrós (N₂O), clorofluorocarburs (CFC) i compostos perfluorats. Cal destacar que aquesta causa és per l'activitat humana.



- Moviment dels continents: Pot semblar aliè al clima, però el moviment dels continents també influeix en el clima del planeta en què vivim. Quan canvia l'aspecte de la terra, la seva posició, la seva forma, canvia la part exposada al sol i el vent, la pluja, els corrents oceànics canvien també.

- Activitat volcànica: Una erupció volcànica emet milions de tones de diòxid de sulfur, vapor d'aigua i cendra a l'atmosfera. Tots aquests materials volcànics no desapareixen per art de màgia, sinó que poden canviar els patrons climàtics durant anys. Els gasos i cendra volcànica poden bloquejar parcialment els raigs del sol reduint la temperatura en els nivells més baixos de l'atmosfera i canviant els patrons de circulació atmosfèrica. vols

² **Efecte hivernacle:** L'efecte hivernacle és un procés en el qual la radiació tèrmica emesa per la superfície planetària és absorbida pels gasos d'efecte hivernacle (GEI) atmosfèrics i és reirradiada en totes les direccions. Ja que part d'aquesta reirradiació és retornada cap a la superfície i l'atmosfera inferior, resulta en un increment de la temperatura superficial mitjana respecte al que hi hauria en absència dels GEI.

- Els corrents oceànics: Els oceans componen una gran part del sistema climàtic. Cobreixen gairebé un 71% de la Terra i absorbeixen al voltant del doble de la radiació del sol. Els corrents oceànics mouen grans quantitats de calor pel planeta a través de canals. Algunes zones del món es troben més influenciades pels corrents oceànics que d'altres.

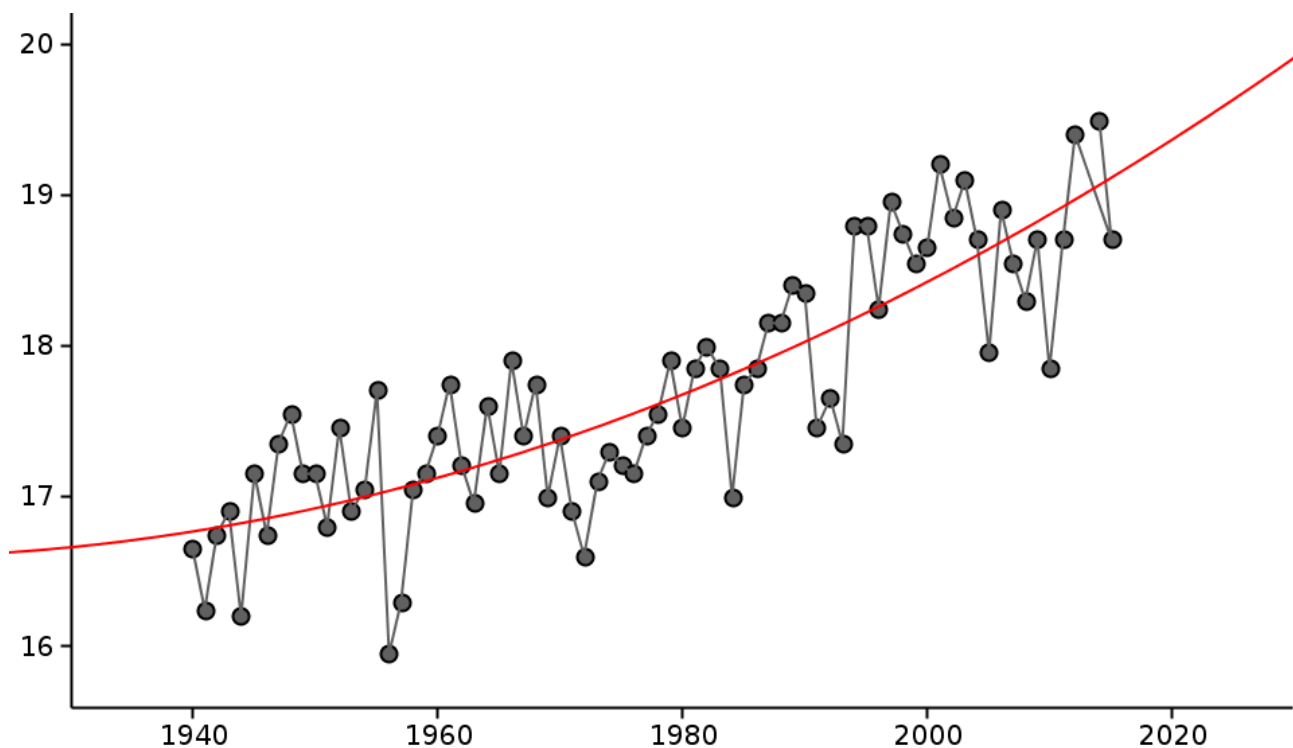
- Activitat solar: Com que el sol és la major font d'energia de la terra, qualsevol variació en la freqüència solar influeix en el nostre clima. Els científics han observat que el nombre de taques solars sobre la superfície del sol, determinen les erupcions solars i quantes més taques solars, més gran és l'energia solar que emeten. Tot i que encara no s'ha establert una relació directa entre els canvis en l'activitat solar i el canvi en el nostre clima, hi ha moltes dades que semblen corroborar aquesta teoria.

Quant als **efectes**, en l'actualitat podem trobar:

- L'aigua s'expandeix quan s'escalfa i els oceans absorbeixen més calor que la terra, el nivell del mar pujarà.
- El nivell del mar augmenta també a causa de la fusió de les glaceres i del gel marí.
- Les ciutats de les costa patixen inundacions.
- Llocs en els que normalment plou o neva molt poden escalfar-se i assecar-se.
- Llacs i rius poden assecar-se.
- Hi ha més sequeres pel que es faria més difícil conrear blat de moro.
- Menys aigua disponible per l'agricultura, la producció de menjar, beure o dutxar-se.
- Moltes plantes i animals s'extingiran.
- Huracans i tempestes produïts per canvis de temperatura i evaporació d'aigua es produiran amb més freqüència.

Si seguim així, en el futur aquestos efectes s'intensificaran.

Fins i tot potser que l'augment de temperatura s'accelere, és a dir que la seua progressió no siga lineal sinó parabòlica, o tal vegada exponencial, amb la qual cosa els problemes es dispararan. En la gràfica següent pot veure's què passa si les temperatures mitjanes anuals de València les ajustem a un polinomi de segon grau, que s'acosta un poc més a la distribució de punts:



$$T = 0'0002 \cdot t^2 - 0'9382 \cdot t + 914'3$$

Amb la paràbola, la temperatura mitjana augmenta ràpidament conforme passa el temps, de manera que per al 2100 la temperatura mitjana pot arribar fins als 25'1°C, amb un increment respecte a 1940 de 8'6°C...

SOLUCIONS

El sector que més gasos hivernacle emet és el transport, després la generació elèctrica, la indústria, la producció d'aliments, etc.

I les solucions passen per conscienciar a la gent sobre les causes, conseqüències, problemes i solucions:

- fomentar el transport públic, la bicicleta i caminar,
- consumir productes locals, viatjar menys, ..
- estalviar energia i materials, millorar l'eficiència
- aprofitar les energies renovables, especialment la solar, que en tenim de sobra en el Mediterrani (uns 1700 kwh/m² anuals)
- aplicar l'estratègia de les 3R (reduir, reciclar i reutilitzar),
- ... ³

3 [Vore el Decàleg pel Clima.](#)

Per què no s'apliquen?

Tècnicament és viable crear una societat no dependent dels combustibles fòssils, encara que és un procés que necessita temps. El problema principal són els forts interessos econòmics en contra, concretament els de les grans companyies dels combustibles i derivats, que han guanyat bilions de \$ amb aquests negocis i que no volen canviar cap a un món lliure de gasos perjudicials, a pesar que aquests estan destruint el nostre habitat, la nostra salut i el nostre futur...

BIBLIOGRAFIA

<https://javiersevillano.es/f-Clima-DatosAnuales.php>

<https://pegv.gva.es/va/temas/territorioymedioambiente/climatologia>

<https://www.tutiempo.net/clima/ws-82840.html>

https://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global

<http://climate.nasa.gov/scientific-consensus/#.Vo4ztFc3Be8.facebook>

Aquest treball ha sigut realitzat pels alumnes de Tècniques de Laboratori de l'IES Públic n°4 d'Alzira, amb el professor P. Domínguez. Curs 2015-16.