

L'ATMOSFERA



Fotografia de la Terra feta des d'un satèl·lit de la NASA

L'atmosfera (del grec ἀτμός -atmos-, *vapor, aire*, i σφαῖρα -sfera- *esfera*) és la capa de gas que embolcalla la Terra. Conjuntament amb la hidrosfera constitueixen les capes fluides terrestres que estan estretament relacionades entre elles. L'atmosfera terrestre consisteix en una barreja de diversos gasos que envolten la Terra fins a una alçada d'uns 10.000 Km, distància comparable a la del diàmetre terrestre. L'aire net forma una capa d'aproximadament 500.000 milions de tones que envolta la Terra. A la fotografia inferior es pot veure una [aurora boreal](#).



Composició de l'atmosfera

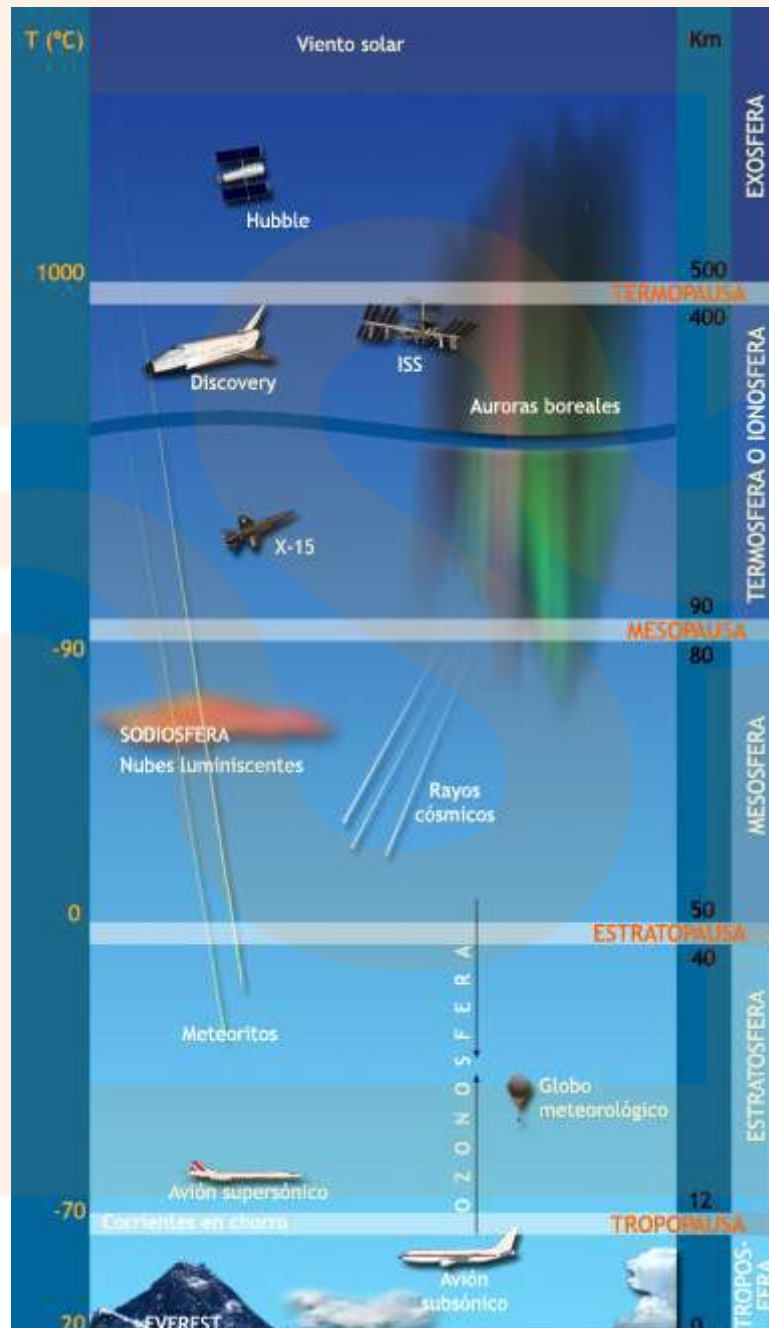
Amb el nom d'**aire** designem la barreja de gasos que formen l'atmosfera terrestre. L'aire manté la proporció dels seus diferents components quasi invariable fins als 80 km, encara que cada cop és menys dens a mida que anem ascendint. A partir dels 80 km la seva composició es fa més variable. Els dos principals components de l'atmosfera són el **nitrogen**, amb un 78% del total i l'**oxigen** amb un 21%. Com s'observa en la Taula inferior, la resta de gasos tenen concentracions menors però importants. L'atmosfera no té una composició uniforme en allunyar-nos de la superfície terrestre. A 5.5 km d'alçada trobem la meitat del total de la massa de l'atmosfera i s'arriba al 90% al voltant dels 30 km.

Gasos que es troben en quantitats fixes a l'aire		
nom	per volum (%)	per massa(%)
Nitrogen	78,084	75,52
Oxigen	20,946	23,14
Argó	0,934	1,30
Neó	0,00182	0,00127
Heli	0,00052	0,00007
Criptó	0,00011	0,00032
Hidrogen	0,00005	0,000003
Òxid nítrós	0,00003	0,000046
Xenó	0,000009	0,000041
Gasos que es troben en quantitats variables a l'aire		
nom	per volum (%)	per massa(%)
Vapor d'aigua	0 - 7	0 - 4,35
Diòxid de carboni	0,035	0,053
Metà	0,00015	0,000083
Monòxid de carboni	0,00001	0,000010
Ozó	0,000002	0,0000033
Amoníac	0,000001	0,0000006
Diòxid de nitrogen	0,0000001	0,00000016

En la composició de l'aire és destacable el seu contingut en substàncies que no es troben en fase gasosa, especialment l'aigua i en menor proporció compostos orgànics (per exemple, pol·len, espores) i partícules sòlides molt petites, com grans de pols, etc.

Capes de atmosfera

L'atmosfera està unida a la Terra per l'atracció gravitatòria. Arriba a la màxima densitat al nivell del mar i disminueix ràpidament a mida que ens enlairem en vertical cap el cel. El 97% de l'atmosfera es concentra en els 29 primers quilometres a partir del nivell del mar. Es pot distribuir l'atmosfera en capas segons diferents criteris. El més habitual és basar-se en les variacions de temperatura que s'experimenten a mida que augmenta l'alçada respecte el nivell del mar. A la figura inferior s'observa la distribució de la temperatura així com les cinc grans zones a diferenciar:

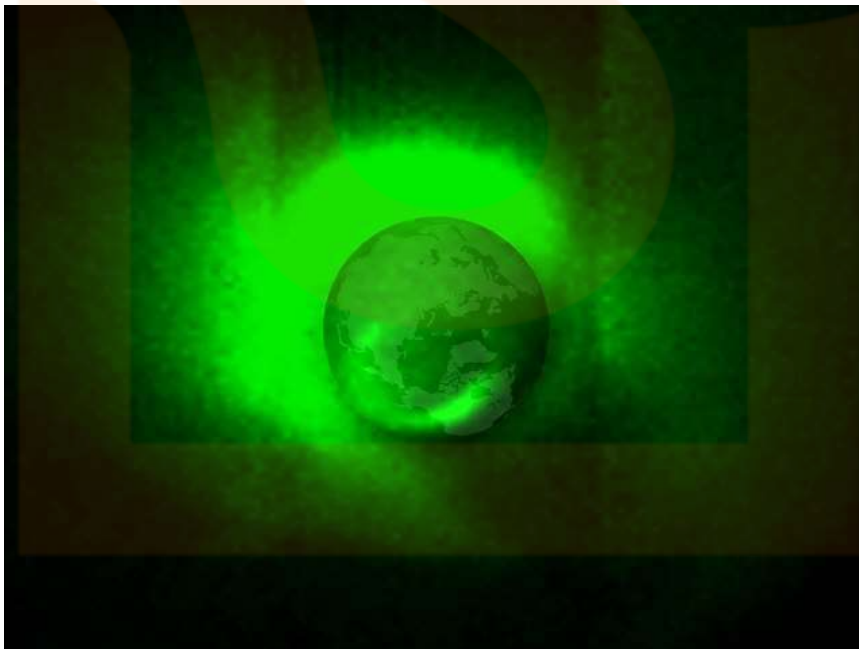


Capas de l'atmosfera

Les principals característiques de cadascuna d'aquestes capas són les següents:

- **Troposfera:** Arriba a una alçada mitja de 12 km (8 km en els pols i 18 km a l'equador) i hi trobem, juntament amb l'aire, pols, fum i vapor d'aigua, entre d'altres components.
- **Estratosfera:** Zona bastant freda que s'estén des dels 12 km fins als 60 km d'alçada. A la seva capa superior (entre els 30 km i els 50 km) conté gran quantitat d'**ozó**, gas d'enorme importància per a la vida a la terra ja que absorbeix la major part dels raigs ultraviolats del Sol.
- **Mesosfera:** Zona situada des dels 60 km fins als 100 km d'alçada, la seva temperatura mitja és de 10°C , els meteorits adquireixen altes temperatures quan travessen aquesta capa i la gran majoria es volatilitzen.
- **Ionosfera** o **Termosfera:** Comença després dels 100 km i va desapareixent gradualment fins als 600 km d'alçada. A aquesta regió, constituïda per oxigen, la temperatura augmenta fins als 1000°C . Els raigs X i ultraviolats del Sol ionitzen l'aire enrarit, produint molècules ionitzades, que poden originar unes lluminositats de colors molt variat, anomenades **aurora boreal** (si té lloc al pol Nord) o **austral** (si té lloc al pol Sud); vegeu la fotografia de la pàgina 1.
- **Exosfera:** És la última capa de l'atmosfera, que s'estén fins als 10.000 km. L'exosfera està formada per heli i hidrogen, en concentracions molt baixes.

Des del punt de vista de la seva composició química, les capes anteriors es poden agrupar en dues grans zones: **Homosfera** (des del nivell del mar fins a 100 km) amb una composició química molt uniforme pel que fa a la proporció de gasos que la constitueixen i **Heterosfera** (des de 100 km fins a uns 10.000 km). Després de l'exosfera es troba una enorme banda de radiacions (coneguda com **magnetosfera**) que s'estén fins a uns 55.000 km d'alçada, encara que no constitueix un estrat atmosfèric pròpiament dit i està originada pel camp magnètic de la Terra.



Fotografia de la magnetosfera o camp magnètic de la Terra

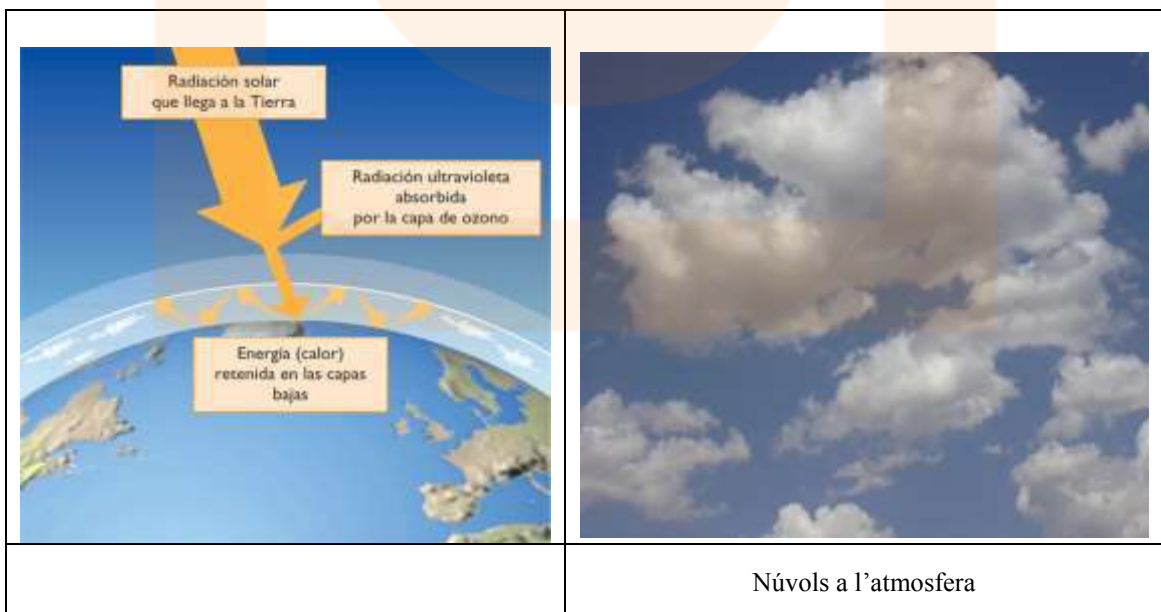
El camp magnètic de la Terra regula el comportament de les partícules carregades a l'espai prop de la Terra i protegeix el nostre planeta del **vent solar**. Les explosions del Sol poden carregar la magnetosfera amb energia, generant tempestes magnètiques que

afecten els satèl·lits, les comunicacions i els sistemes de transmissió d'electricitat. La magnetosfera de la Terra atrapa gas electrificat, anomenat **plasma**.

La **primera atmosfera** de la Terra va ser molt diferent a l'actual. Si bé, actualment el nitrogen i l'oxigen ocupen un lloc significatiu, mentre que la major part de l'aigua està en forma líquida o sòlida i el diòxid de carboni només apareix en un percentatge del 0,03%. L'**atmosfera primitiva** no va poder contenir oxigen en quantitats apreciables, ja que l'únic mecanisme inorgànic capaç de generar-lo és l'acció dels rajos ultraviolats sobre l'aigua en l'alta atmosfera. Per altra banda, una atmosfera primitiva amb un Sol molt més feble, hauria provocat temperatures molt per sota del punt de congelació de l'aigua, però les roques de fa 3.800 milions d'anys demostren l'existència d'aigua líquida sobre la Terra. Per aquest motiu s'accepta que l'atmosfera va ser molt distinta en el passat i que la seva composició actual és conseqüència de l'evolució.

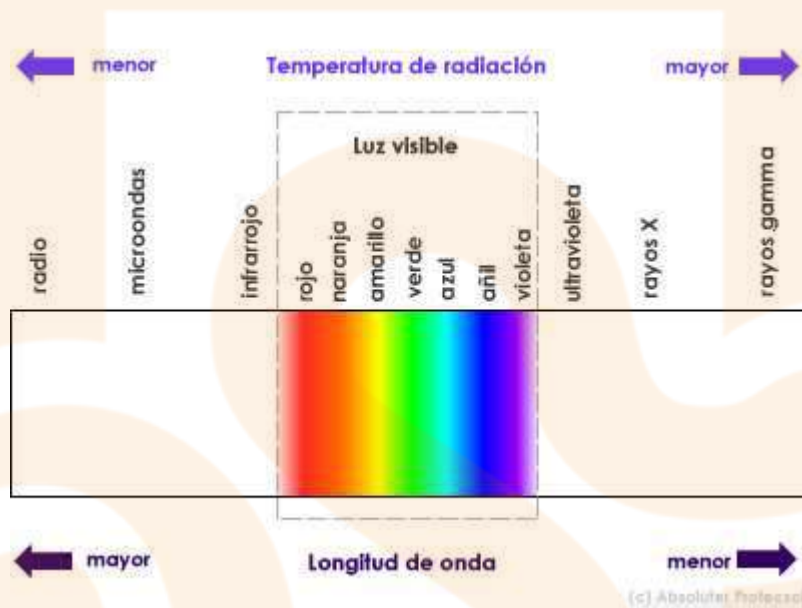
Sembla evident que la primitiva atmosfera era de nitrogen, diòxid de carboni i vapor d'aigua. Quina ha estat l'evolució fins l'atmosfera actual? El nitrogen és estable i bastant pesat com per a romandre en l'atmosfera de forma indefinida a temperatures moderades. El diòxid de carboni és molt diferent i gairebé ha desaparegut de la nostra atmosfera. Es pensa que la seva quantitat era molt elevada, ja que amb un Sol primitiu era precisa una gran quantitat d'aquest gas per a produir un efecte hivernacle i elevar la temperatura del planeta per sobre del punt de congelació de l'aigua. Posteriorment, gran quantitat de diòxid de carboni va passar a formar part dels carbonats, que són una de les roques sedimentàries més abundants. Una dada molt important a tenir en compte és la pressió atmosfèrica en aquelles condicions, equivalent a la qual es registra a 300 o 400 metres per sota del nivell del mar, i aquesta pressió permetia que l'aigua estigués en estat líquid a temperatures per sobre dels 100° C.

Funcions de l'atmosfera: l'atmosfera té un paper molt important per les funcions que fa per al planeta i que permeten la vida. Entre les més rellevants podem esmentar: proporciona l'aire que necessitem per respirar, filtra els raigs ultraviolats i altres radiacions solars perjudicials, regula el clima de la Terra i permet la formació de núvols que porten aigua als continents



Balanç energètic de l'atmosfera

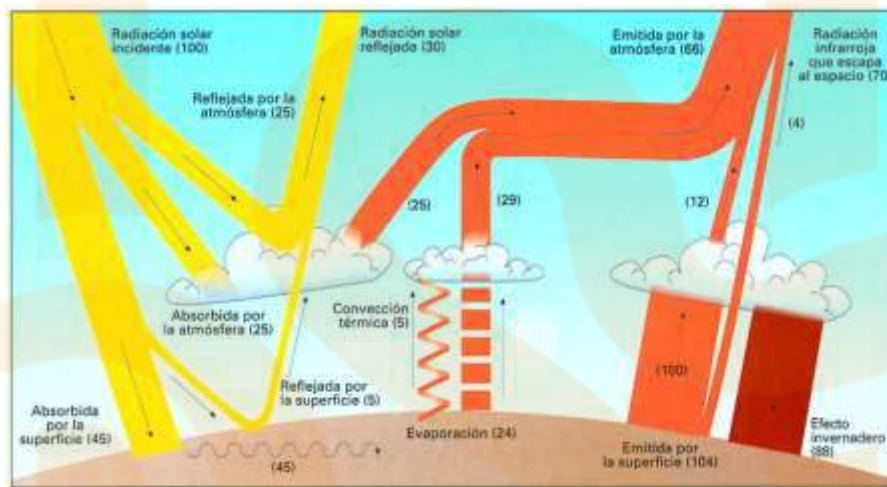
S'anomena balanç energètic de l'atmosfera a la comparació entre l'energia que entra a la part alta de l'atmosfera procedent del Sol amb la que surt de la Terra cap l'espai, després de realitzar diferents funcions. La major part de l'energia que arriba al nostre planeta prové del Sol. L'energia que arriba a l'exterior de l'atmosfera és una quantitat fixa, anomenada constant solar. L'energia solar s'ha de considerar com un conjunt de radiacions electromagnètiques format per ones amb un espectre d'una ampla gamma de longituds d'ona. La Terra intercepta solament una petita part de l'energia emesa pel Sol. A aquest conjunt de radiacions que provenen del Sol se li anomena radiació solar. L'espectre solar es pot dividir en:



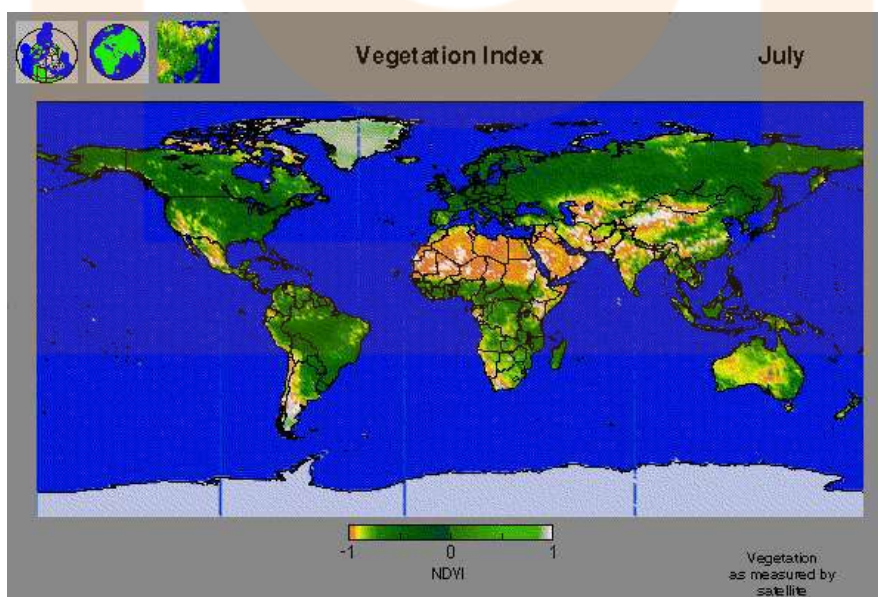
- **Radiació ultraviolada:** la radiació ultraviolada porta molta energia i interfereix amb els enllaços moleculars provocant canvis a les molècules, especialment a les de menys de 300 nanòmetres (nm), això podria alterar molècules molt importants per a la vida com l'ADN, i es provocarien danys irreparables si no fos perquè són absorbides per la part alta de l'atmosfera, especialment per la capa d'ozó. L'**ozó**, **O₃**, absorbeix amb gran eficàcia una part de les radiacions. Així es comprèn l'alarma produïda quan es va comprovar que aquest ozó, situat a les capes altes de l'atmosfera, estava disminuint la seva concentració per efecte d'alguns contaminants.
- **Llum visible:** la radiació corresponent a la zona visible és la que veiem amb la nostra vista i per l'energia que porta, té gran influència en els éssers vius. La llum visible travessa amb força eficàcia l'atmosfera neta, però quan hi ha núvols o masses de pols part d'ella és absorbida o reflectida.
- **Radiació infraroja:** la radiació infraroja és la que correspon a longituds d'ona més llargues i porta poca energia associada. No aconsegueix interferir amb els enllaços de les molècules i el seu efecte és accelerar les reaccions o augmentar l'agitació de les molècules, és a dir és el que anomenem calor i produeix augment de temperatura. El CO₂, el vapor d'aigua i les petites gotes d'aigua que formen els núvols absorbeixen amb molta intensitat les radiacions infraroges.

La Terra manté una temperatura més o menys constant. Això vol dir que tanta energia entra com energia surt, ja que d'una altra manera, s'escalfaria o es refredaria. El balanç entre l'energia rebuda i l'energia radiada a l'exterior ha romàs equilibrat al llarg de la història de la Terra, amb algunes fluctuacions transitòries que s'han traduït en canvis climàtics. L'energia que arriba a la superfície de la Terra pot ser absorbida per l'atmosfera o per la vegetació:

- **Energia absorbida per l'atmosfera:** en unes condicions òptimes, en un dia perfectament clar i amb els raigs del sol que cauen gairebé perpendiculars, com a molt les tres quartes parts de l'energia que arriba de l'exterior arriba a la superfície. Quasi tota la radiació ultraviolada i gran part de la infraroja són absorbides per l'atmosfera. L'energia que arriba al nivell del mar sol ser radiació infraroja un 49%, llum visible un 42% i radiació ultraviolada un 9%. En un dia ennuvolat s'absorbeix un percentatge molt més alt d'energia, especialment a la zona de l'infraroig.

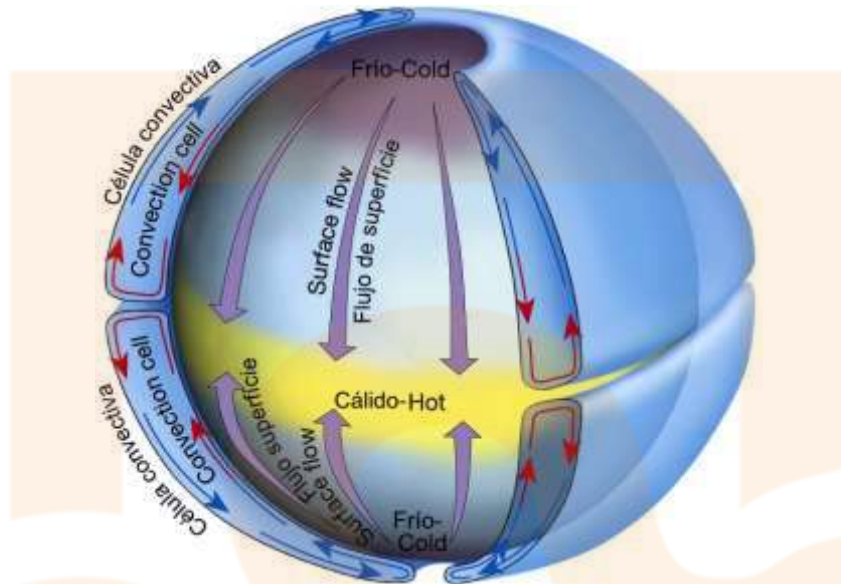


- **Energia absorbida per la vegetació:** la vegetació absorbeix en tot l'espectre, però especialment a la zona del visible, aprofitant aquesta energia per a la [fotosíntesi](#). En el mapa inferior es representa aquest fet:



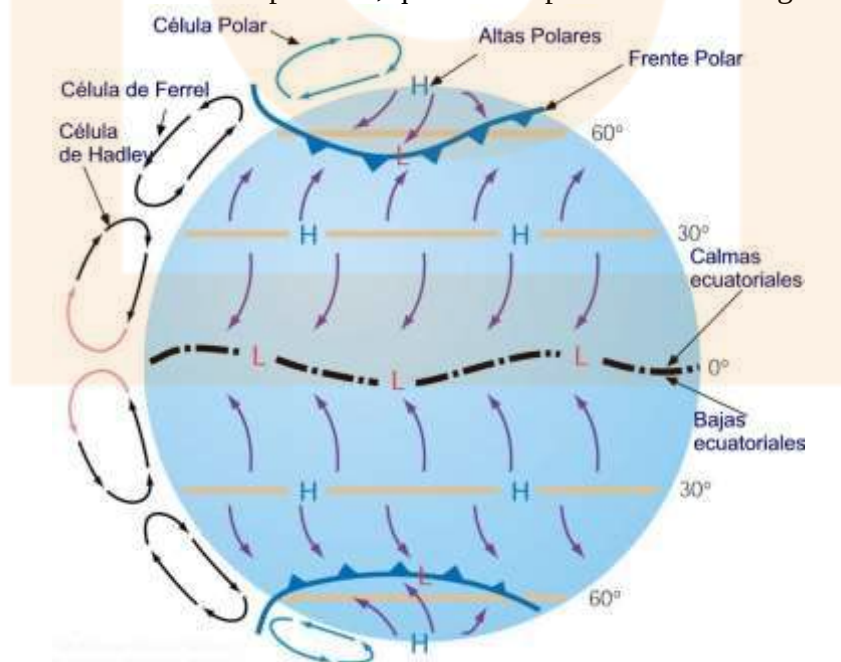
Circulació atmosfèrica general

S'entén com circulació atmosfèrica general els moviments de l'aire a escala de tot el planeta Terra. Aquests moviments que responen a les distribucions i variacions sobre la superfície terrestre de grans masses d'aire de temperatures i humitats diferents, estan representats en el següent esquema:



Esquema de la circulació atmosfèrica planetària

Podem dir que la circulació atmosfèrica general està formada majoritàriament per amplis fluxos d'aïres en moviment, d'estructura uniforme i que són bastant permanents en el temps, anomenats **cèl·lules convectives de Hardley**. A escales inferiors tenim superposada una circulació secundària, formada per sistemes meteorològics en constant evolució, els **anticiclons** i les **depressions** o **borrasques** de durada més curta responsables dels canvis de temps diaris, que estan representats en el següent esquema:



H vol dir altes pressions, anticiclons, i **L** vol dir baixes pressions, depressions o borrasques.

En [aquesta animació](#) podem veure la circulació atmosfèrica planetària. Com que està en anglès posem la traducció de les paraules més rellevants de l'animació:

- Trade winds = Alisis.
- Westerlies = Vents occidentals.
- Polar easterlies = llevant polars.
- Jet stream = Corrent en jet.
- ITCZ = ZCIT (Zona de convergència intertropical).
- Polar front = Front polar.

Aquesta [altra animació](#) relaciona la circulació general de l'atmosfera amb els moviments de la Terra al voltant del Sol a l'espai. Recordem que l'energia del Sol és el "motor" de tots els moviments de l'atmosfera. Pateix atenció que l'animació es força duradora i heu d'anar clicant de tant en tant per veure tota la informació que conté.

L'estructura horitzontal de la capa atmosfèrica propera a la superfície, la troposfera, que d'alguna manera és la que més ens interessa al tenir lloc en ella tots els processos meteorològics, està formada per diferents masses d'aire. Una **massa d'aire** és un cos d'aire de gran base i poca altura, i pren les seves característiques (es defineix) com a conseqüència del seu contacte sobre una determinada regió. D'aquesta forma adquireix les propietats higromètriques (mesura de la quantitat d'aigua que conté) de la superfície sobre la que estava. Senzillament, si una massa d'aire està situada damunt del mar, és probable que agafi gran quantitat d'humitat. Contràriament, l'aire situat damunt d'un desert com el Sàhara no podrà recollir humitat fàcilment. Les àrees on les masses d'aire poden anar adquirint les seves característiques es coneixen com a **regió font**, i poden ser les següents:

				T: tropical
	molt fredes	fredes	càlides	P: polar
humides	Am	Pm	Tm	A: àrtica
seques	Ac	Pc	Tc	m: marítima
				c: continental

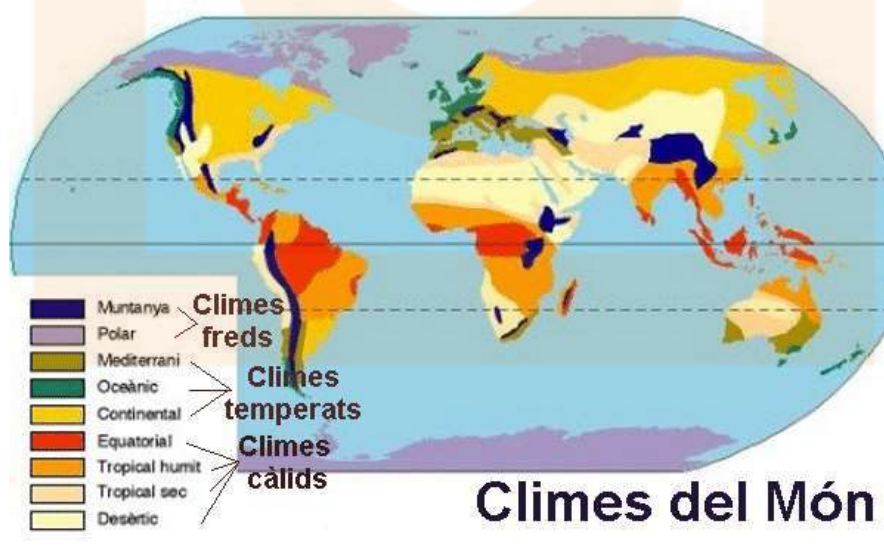
A aquestes masses podem afegir la massa **mediterrània**. Aquesta massa representa una barreja de la massa tropical marítima (Tm) i la massa tropical continental (Tc).



El clima

El sistema que genera el clima mundial és molt complex. Aquest sistema inclou, a més de l'atmosfera, els oceans, la **criosfera** (àrees cobertes de gel), la superfície terrestre, l'aigua dolça, la vegetació i l'energia procedent del Sol. Els **factores del clima** són característiques pròpies de la superfície terrestre que condicionen el clima d'una determinada zona. Entre aquestes destaquen la latitud, l'altitud i la continentalitat. D'acord amb aquestes definicions, direm per exemple que el clima de les illes Balears és de tipus mediterrani amb hiverns suaus, encara que hi hagi dies molts freds i altres molt calorosos.

El diferent escalfament solar de la superfície terrestre produeix aire càlid a les zones tropicals i aire fred a les polars. Les diferències de temperatura provoquen diferències de pressió que fan moure l'aire, és a dir, que produeixen vents, els quals conformen l'anomenada circulació general a l'atmosfera que, en definitiva com s'ha dit abans, consisteix a repartir l'excés d'energia de les regions tropicals, portant calor a les zones polars. La circulació general a l'atmosfera resulta, no obstant això, molt complexa a causa del moviment de rotació de la Terra i de les diverses menes de superfície (terra, mar, muntanyes,...) del nostre planeta. Des d'antic, se sap que la latitud és el principal factor de control de la temperatura i s'ha dividit el món en **zones càlides, temperades i fredes**.



Aquesta classificació s'ha mantingut essencialment en l'actualitat, tot considerant com a zona càlida la compresa entre els dos tròpics, com a zones temperades les situades entre

els tròpics i els cercles polars, i com a zones fredes, les localitzades per damunt dels cercles polars. Els principals corrents de convecció atmosfèrica (al·lisis, vents polars) exerceixen també la seva influència, aportant pluges o provocant àrees d'aridesa permanent en els límits assenyalats pels tròpics i els cercles polars, la qual cosa justifica que es mantingui aquesta classificació. Existeixen diversos factors diferents de la latitud que poden modificar el clima de cada territori. Els principals són la proximitat al mar, l'existència de barreres muntanyoses i l'altitud. Per això, la classificació dels climes és bastant més complexa. A continuació, veurem els principals tipus de clima del món.

Climes càlids

Amb el nom de climes tropicals es parla d'una extensa varietat de situacions, des del clima desèrtic fins al monsonic. El cinturó dels vents al·lisis, propi de la zona entre els tròpics, determina el règim climàtic de tota aquesta àrea, establint-se les diferències segons les precipitacions.

Clima tropical humit: caracteritzat per estar sotmès a una zona de permanents baixes pressions, la convergència intertropical. Es tracta d'una banda on l'aire calent ascendeix



i es deriva cap al sud i cap al nord, originant sengles cèl·lules de convecció que s'estenen fins als dos tròpics. En el seu ascens, l'aire, carregat d'humitat, disminueix la temperatura i provoca una pluja per condensació. El resultat és un règim de precipitacions intens i gairebé constant, reflectit en l'existència de grans masses boscoses (la selva humida equatorial) que, al seu torn,

retornen l'aigua de pluja a l'atmosfera mitjançant el procés d'evapotranspiració. Aquest puja i baixa típic de les precipitacions tropicals només es trenca en el cas de la desaparició de la selva. Per això la desforestació dels tròpics és un factor que comporta el risc de grans alteracions climàtiques en el futur.

Clima tropical sec o estacional: Es produeix al nord i al sud de la zona de convergència intertropical, i presenta com a principal característica l'existència d'una estació de pluges i una estació seca. Durant l'estació seca es poden arribar a produir situacions d'extremada aridesa, mentre que durant l'estació humida les pluges poden ser torrencials i inundar extenses àrees durant mesos. Els dominis de vegetació característics són el bosc tropical sec o



[esclerofil·le](#) (per referència a les adaptacions de les fulles contra la pèrdua d'aigua per evapotranspiració) i

la sabana. La sabana és, a l'Àfrica, el territori dels grans herbívors, que migren durant els canvis estacionals.



sequeres. Aquest clima, que el podem situar al sud-est d'Àsia (l'Índia, la península d'Indoxina i la Xina), és apropiat per al cultiu de l'arròs, que requereix molta aigua durant molt poc temps.

Clima monsonic: És un tipus especial de clima tropical, caracteritzat per l'existència, durant l'estació humida, de vents que porten núvols des del mar al continent i provoquen intenses precipitacions. Això s'esdevé a l'estiu, quan la superfície del continent està molt més calenta que la dels oceans. En canvi, a l'hivern la situació s'inverteix: els vents circulen del continent al mar i es produeixen grans



Clima desèrtic: el **clima àrid o desèrtic** es dona en àrees seques, com el centre de l'Àfrica, o a la península d'Aràbia. Aquest clima comprèn temperatures extremes amb màximes molt altes. La humitat és casi inexistent, i les precipitacions són escasses o pràcticament nul·les. Convencionalment es classifiquen com a desèrtics els indrets amb precipitacions menors de 250 litres (unes 10 polzades). Així les pluges en

els climes desèrtics rarament cobreixen l'evapotranspiració, l'evaporació combinada de les plantes i el sol. A causa d'això, el paisatge és pobre, amb una clara absència de vegetació. Un exemple clar de clima àrid seria el desert del Sàhara i els grans deserts australians o el desert de Namíbia, a la fotografia superior.

Climes temperats

El terme temperat s'aplica a tots els climes de latituds mitjanes. Les masses d'aire portadores de núvols s'aproximen a les costes occidentals a l'hemisferi nord, però la combinació amb els efectes dels corrents marins, la continentalitat i l'altitud produeix una ampla varietat de climes temperats. Per exemple, les costes occidentals europees, gràcies al corrents marins càlids procedents de l'Atlàntic Sud, gaudeixen d'un clima benigne, mentre que les costes orientals dels Estats Units, tot rebent quantitats similars de precipitacions, han d'afrontar hiverns molt més freds, causats per la influència dels corrents marins procedents de l'Atlàntic Nord.

Clima continental: El clima continental es caracteritza per presentar estacionalment



temperatures extremes i una relativa aridesa. Es el típic de l'interior dels continents, ja que, per l'elevada conductivitat tèrmica de les roques, aquests s'escalfen i es refreden amb més

facilitat que els oceans. La distància a l'oceà determina la nebulositat i, per tant, la quantitat de precipitació –en el cas extrem pot formar-se un desert-, que acostuma a concentrar-se estacionalment als finals d'estiu i tardor. El domini vegetal propi d'aquest clima és l'estepa, tot i que en les zones amb més precipitació s'hi troben boscos caducifolis.

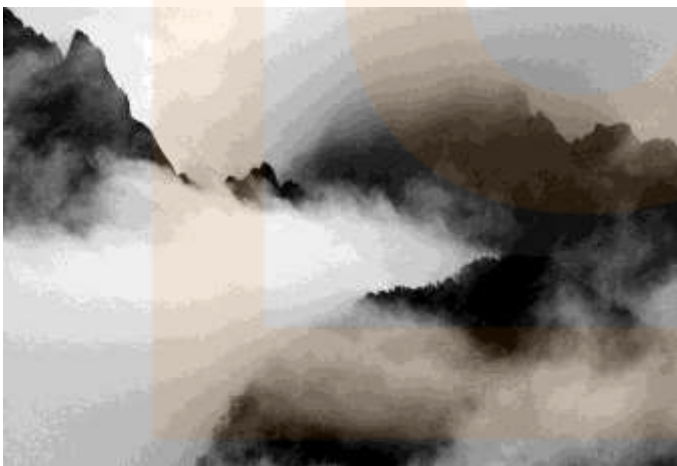


Clima marítim: Propi de les zones situades a prop del mar a latituds altes i mitjanes de les zones temperades (Europa Occidental i Illes Britàniques, nord-oest dels Estats Units, Sud de Xile, sud-est d'Austràlia, Nova Zelanda, etc.). Temperatures moderades a l'estiu i a l'hivern i precipitacions ben distribuïdes al llarg de l'any, generalment amb les màximes a l'hivern. Quan hi ha una barrera muntanyosa pròxima (els

Andes, les muntanyes Rocalloses, etc.), a més de rebre grans quantitats de precipitació en forma de neu, aquesta protegeix les zones baixes de la influència continental. La vegetació pròpia d'aquest clima és el bosc caducifoli (faig, bedoll, roure, avellaner, etc...). A la fotografia es pot veure el riu Minho a Tui. el riu Minho a Tui

Climes freds

Els climes freds estan confinats a altes latituds i es caracteritzen per l'absència d'un veritable estiu.



El clima de muntanya: A les muntanyes situades a les zones temperades, a mida que ascendim trobem característiques climàtiques pròpies de latituds més altes, que poden variar molt en funció de la continentalitat i de l'exposició a la llum solar i als vents. En general, la temperatura disminueix amb l'altitud, de manera que a les zones més enlairades trobem característiques climàtiques

pròpies de latituds polars (hiverns extremadament freds, cobertes permanents de gel i neu, estius curts i benignes). L'aire que s'aproxima a les muntanyes disminueix de temperatura a mesura que va ascendint, de manera que s'hi produeixen més pluges que a les zones baixes circumdants (d'aquest tipus de precipitació, en diem precipitació orogràfica). La imatge per la qual els que vivim en zones àrides associem la verdor a l'alta muntanya es deu a aquest fet. En efecte, la vegetació dominant és la pròpia de països humits de latituds més elevades, segons una distribució en pisos o estatges que es

repeteix arreu: boscos caducifolis (faig, roure, etc...) i de pi roig a l'estatge montà, boscos d'avets i pi negre a l'estatge subalpí i prats a l'estatge alpí.

Clima subàrtic: S'estén des de l'oest d'Alaska, a través del Canadà, fins a [la península de Kamchatka](#), a la Sibèria Oriental, passant pel Canadà i el nord d'Escandinàvia. Hiverns molt freds, amb temperatures que arriben fàcilment a -40°C (a [Verkhoyansk](#), Sibèria, s'assolí la temperatura de -70°C) i estius frescos. Precipitacions elevades, al llarg de tot l'any, en forma de neu de començaments de tardor fins a la primavera. Aquestes precipitacions permeten l'existència de grans masses boscoses de coníferes anomenades [taigà](#).



Clima subàrtic



Clima polar: En general, el seu límit coincideix amb la isoterma dels 10°C el mes més càlid, corresponent també amb el front àrtic, on xoquen les masses d'aire polar amb les d'aire temperat. A l'hivern el sol es troba sempre sota l'horitzó i a l'estiu és visible a tota hora, però la reflectivitat de les superfícies nevades o gelades fa que no es retengui molta energia. És més, a les zones on es produeix la fusió dels gels, encara baixa més la temperatura, perquè aquest procés requereix absorció de calor.

La incapacitat de l'aire fred per aixecar-se fa que les precipitacions siguin molt baixes, tot i que a l'estiu els ciclons àrtics poden portar aigua i neu.

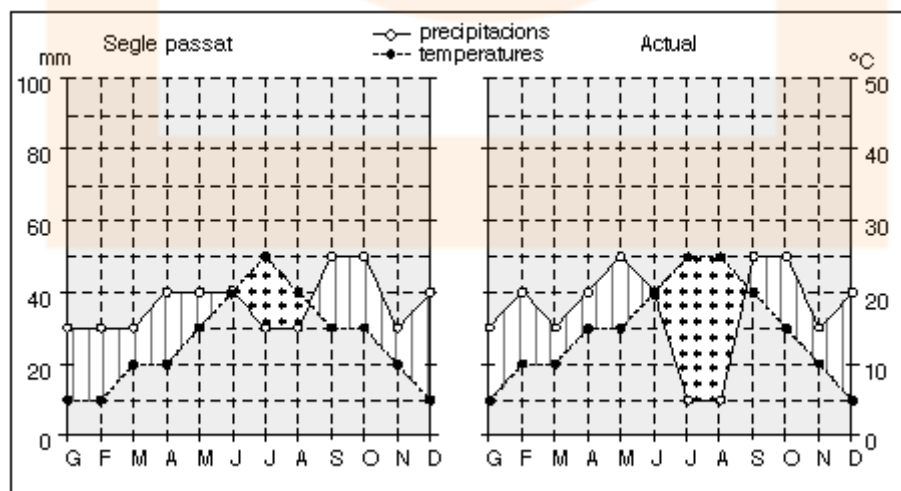
A les zones àrtiques que romanen lliures de neu durant una part de l'any es desenvolupa una vegetació molt empobrida (**tundra**), formada per molses, líquens i bacteris, que viu sobre un substrat permanentment gelat anomenat **permafrost**. A l'Antàrtida, la situació és diferent, a causa de l'elevació del continent sobre el nivell del mar. Les alteracions climàtiques s'esdevenen només a les costes, però l'interior roman lliure d'aquestes variacions, esdevenint un desert permanentment gelat.

El clima mediterrani

La conca mediterrània es caracteritza per un clima amb temperatures moderades i pluges pocs abundants que es concentren a la tardor i a la primavera. Els estius són càlids i secs i els hiverns no gaire freds ni humits. Un tret típic del clima mediterrani és la seva irregularitat, sobretot pel que fa a pluja que és poc previsible. Són freqüents els períodes llargs de sequera i les precipitacions molt intenses que són fins i tot més freqüents que a les zones de clima més humit. A la Mediterrània es pot passar d'una sequera a una inundació. A sota hi ha una taula amb els valors de temperatura i precipitacions d'una localitat mediterrània. Les temperatures estan expressades en graus centígrads (°C) i les precipitacions en litres per metre quadrat:

	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura	5'0	6'2	7'3	9'3	14'5	16'7	21'6	21'6	17'6	14'0	8'1	6'1
Precipitacions	47'8	46'6	50'4	56'8	45'3	26'3	12'4	13'5	40'6	70'6	63'6	54'5

Amb les temperatures mitjanes i els valors de la pluja mensuals podem fer un **diagrama climàtic**, com el que podem veure a sota. Es representen les temperatures en °C i les precipitacions mensuals en mm. Si en un mes la gràfica de les precipitacions supera la de la temperatura es considera un mes humit. Al contrari, si la gràfica de la temperatura supera la de les precipitacions es considera un mes sec. Observa els canvis que es produeixen entre el diagrama del segle passat i el d'aquest segle.



El diagrama d'una típica estació meteorològica mediterrània consisteix a una zona central seca que es troba entre dues zones humides. Aquest tipus de clima es troba també a Califòrnia, Xile, al Sud d'Àfrica,. Els diagrames climàtics d'aquestes zones presenten el mateix patró que acabem d'exposar. Dins el clima mediterrani hom pot trobar des de les transicions cap a climes humits fins a aquelles que es donen en les fronteres que separen els climes desèrtics. El clima mediterrani pot anar de subhumit a subàrid. El clima mediterrani pot anar de subhumit a subàrid. En aquest [web](#) trobaràs el diagrama climàtic de milers de llocs del món.

El clima de Catalunya

El país presenta una diversitat geogràfica molt marcada en un territori relativament reduït, d'uns 32.000 km² amb una franja marítima d'uns 580 km. Les grans unitats de relleu són els Pirineus-Prepirineus, la Depressió Central o de l'Ebre i el Sistema Mediterrani Català, a més de les planes litorals i la Serralada Transversal.



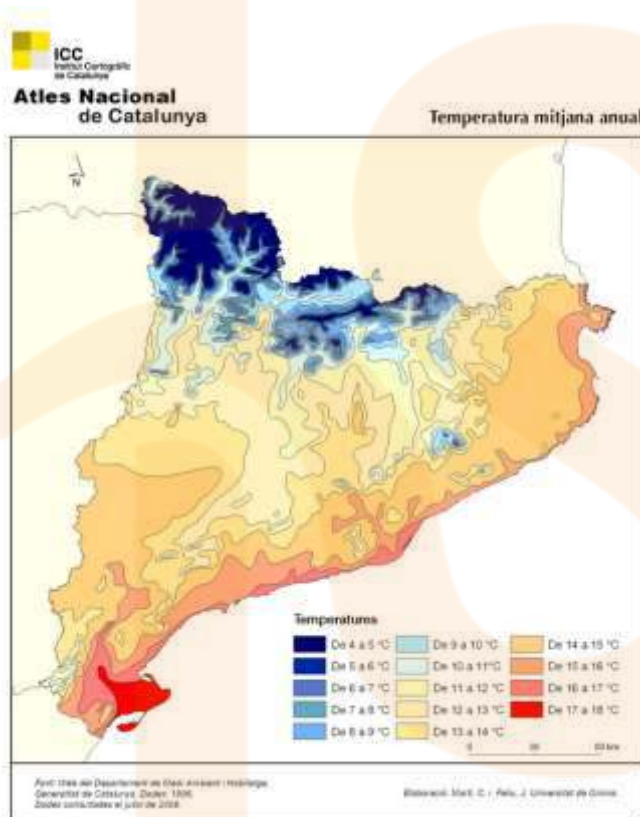
Mapa amb les grans unitats de relleu de Catalunya

El **clima de Catalunya** és en general **mediterrani** encara que, durant l'hivern, hi ha una diferència notable de temperatures entre el litoral costaner (clima pròpiament mediterrani), amb temperatures mitjanes al voltant dels 10 °C i l'interior (per sota dels 1.000 m d'altitud) amb temperatures mitjanes hivernals entre 3 i 7 °C. Les temperatures d'estiu són més homogènies al voltant dels 25 °C a la costa i entre 21 i 25 a l'interior.



Costa catalana

Llac de Estany Gento, als Pirineus



El clima de muntanya es caracteritza per una disminució de la temperatura i un increment de les precipitacions tot això d'acord amb l'augment de l'altitud. A partir dels 1.500 metres es considera que comença el clima d'alta muntanya. La temperatura mitjana anual oscil·la entre els 17 °C del delta de l'Ebre fins els 0 °C, o inferior, a partir dels 3.000 m d'altitud. Les temperatures extremes han estat de **43°C** a Lleida i Igualada el juliol de 1982, a Montblanc el juliol de 1994 i fins **-32°C** de l'Estany Gento (a la cota de 2.030 m) el febrer de 1956. Les precipitacions mitjanes anuals oscil·len entre els 350 litres del Segrià i els 1.200 de l'alta

Garrotxa.

La humitat relativa mitjana anual es troba en general a tot el territori entre el 70 i el 75%. Al litoral aquesta xifra és força homogènia al llarg de tots els mesos de l'any, a l'interior es presenta un mínim a l'estiu i un màxim a l'hivern, especialment acusat aquest en els llocs on acostuma a haver boira.

El vent dominant a Catalunya, com en general a la resta d'Europa, és el de ponent (de l'oest). Tanmateix tant al nord com al sud del país hi dominen vents de component nord: la **tramuntana** (que bufa del nord) especialment a l'Alt Empordà i el **mestral** (del nord-oest) al sud de Catalunya. S'ha de tenir en compte vents més irregulars o estacionals com són el vent de marinada i les brises de muntanya o el **fogony**. Les velocitats

mitjanes anuals del vent (mesurades a 10 m del terra) es troben entre 1 m/s a Viella (protegida per les muntanyes que l'envolten) i 10 m/s de Portbou (observatori dalt d'una muntanya)

La insolació està estretament lligada a la nuvolositat, sigui de núvols alts o de núvols baixos (boira) i no tan directament lligada a la pluviometria. Catalunya se situa entre les 2.000 hores i les 2.600 hores anuals. L'**evapotranspiració (ETP)** és la mesura de la quantitat d'aigua evaporada conjuntament pel sol i les plantes durant l'any si no hi hagués dèficit hídric en cap moment, és, per tant evapotranspiració potencial o màxima. El coneixement de les dades d'evapotranspiració és d'utilitat per l'estudi del cicle hidrològic i de les necessitats de reg. En [aquest enllaç](#) pots trobat tota la informació sobre el clima de Catalunya. D'aquest web és la imatge superior on es representa la temperatura mitjana anual de Catalunya.

El temps atmosfèric

El **temps atmosfèric** és l'estat de l'atmosfera en un moment i en un lloc determinat. La ciència que estudia els fenòmens que es produeixen a l'atmosfera, especialment a la capa anomenada troposfera s'anomena **meteorologia**. No s'ha de confondre amb la **climatologia**, la qual és la ciència que estudia les condicions meteorològiques mitjanes per a llargs períodes de temps (més de trenta anys) en les diferents regions geogràfiques del planeta. Per això són incorrectes expressions com ara "El clima d'ahir va ser..." o "El partit d'ahir fou suspès per les males condicions climatològiques". El que cal dir és "El temps d'ahir va ser..." o "El partit d'ahir fou suspès per les males condicions atmosfèriques".



Gran nevada al Nord de Catalunya l'any 2009

El temps varia contínuament, a vegades en poques hores, sovint d'un dia per un altre o al cap de pocs dies. També varia segons les èpoques de l'any i ja sabeu que acostuma a ser molt variable d'un lloc a un altre, d'una regió a una altra i d'un país a un altre. En general, els canvis d'un dia per l'altre són graduals i progressius, però com hem dit a voltes els canvis són sobtats i violents, alterant la normalitat de ciutats i països i en ocasions poden provocar danys materials incalculables i importants pèrdues de vides

humanes. Segurament has sentit a parlar de sequera, d'onades de calor, de huracans, tornados, fredorades. També has vist ploure amb molta força, o has vist llamps, tempestes, etc. Perquè canvia el temps? De què depèn?



Llamps sobre una ciutat

La meteorologia

La **meteorologia** s'ocupa de l'observació, registre i interpretació dels diferents paràmetres o valors del temps atmosfèric. Els principals paràmetres són la temperatura, la humitat, la pressió atmosfèrica, el vent i la pluviositat.

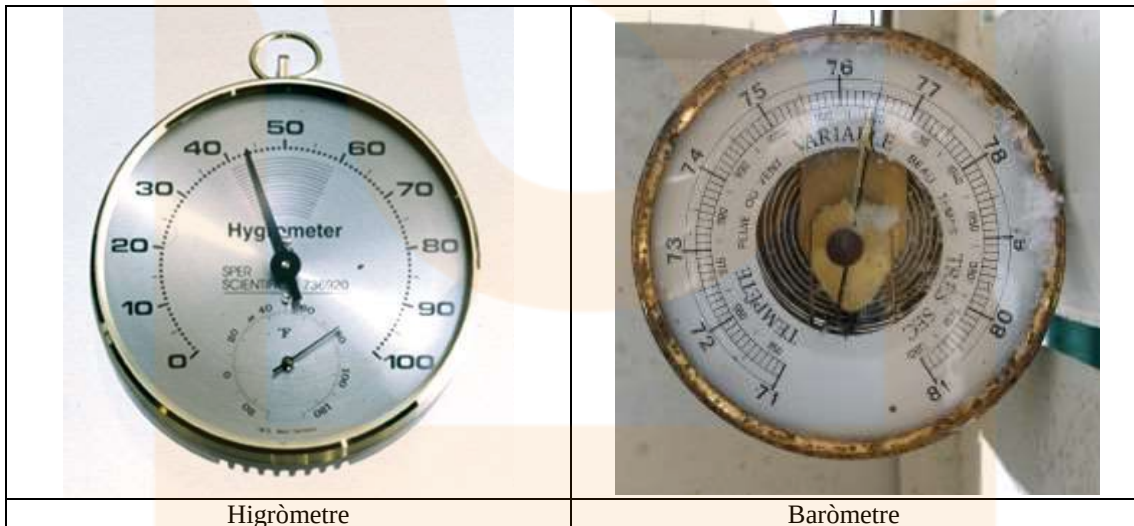
Temperatura: La temperatura és una mesura del grau d'agitació de les molècules d'un cos. En el cas de l'aire, aquesta agitació augmenta quan l'aire rep energia en forma de baixa freqüència, com ara la radiació infraroja. L'aire no s'escalfa directament per la radiació solar, que arriba majoritàriament en forma de llum (radiació ultraviolada), sinó per la irradiació o radiació infraroja; és a dir, la radiació reflectida des dels continents i els oceans, un cop la radiació primària ha estat absorbida per aquests. A la conversió de la radiació infraroja en calor (radiació tèrmica) contribueix la presència de gasos hivernacle: vapor d'aigua, diòxid de carboni, metà, òxid nitrós i CFC.

La temperatura varia amb els següents factors: perpendicularitat de la radiació solar (que, al seu torn, depèn de l'hora del dia i de l'estació de l'any), nebulositat, altitud, latitud, orientació i proximitat al mar. La temperatura també varia a les zones urbanes o molt industrialitzades a causa de les nombrosos fonts de calor (fàbriques, calefaccions, motors, llums, màquines,...) i l'abundància de materials que capten amb facilitat la radiació solar (asfalt, formigó, etc.). Per aquest motiu, a les grans ciutats, la temperatura sempre és més alta que als pobles situats al seu voltant. La temperatura es mesura amb el **termòmetre** i s'expressa en graus centígrades o Celsius.



Termòmetres

Humitat: és la mesura del contingut en vapor d'aigua de l'atmosfera. Com que la capacitat de saturació depèn de la temperatura, mesurar la humitat absoluta no té interès. Normalment, els butlletins meteorològics fan referència a la **humitat relativa**, que és el percentatge de vapor d'aigua que conté l'aire respecte al nivell màxim de saturació. Es mesura amb l'**higròmetre**. Situacions com la pluja o la boira donen valors d'humitat del 100%.





Pressió atmosfèrica: és la mesura del pes de l'aire per unitat de superfície. La pressió normal al nivell de mar és igual al pes d'una columna de mercuri de 760 mm de longitud i 1 cm² de secció (baròmetre de Torricelli). La pressió es mesura amb el **baròmetre** i s'expressa en diverses unitats, que s'indiquen a continuació amb les seves equivalències:

$$1 \text{ atmosfera} = 760 \text{ mm Hg} = 101.325 \text{ pascals} = 1.013 \text{ mil·libars} = 1,033 \text{ kg/cm}^2$$

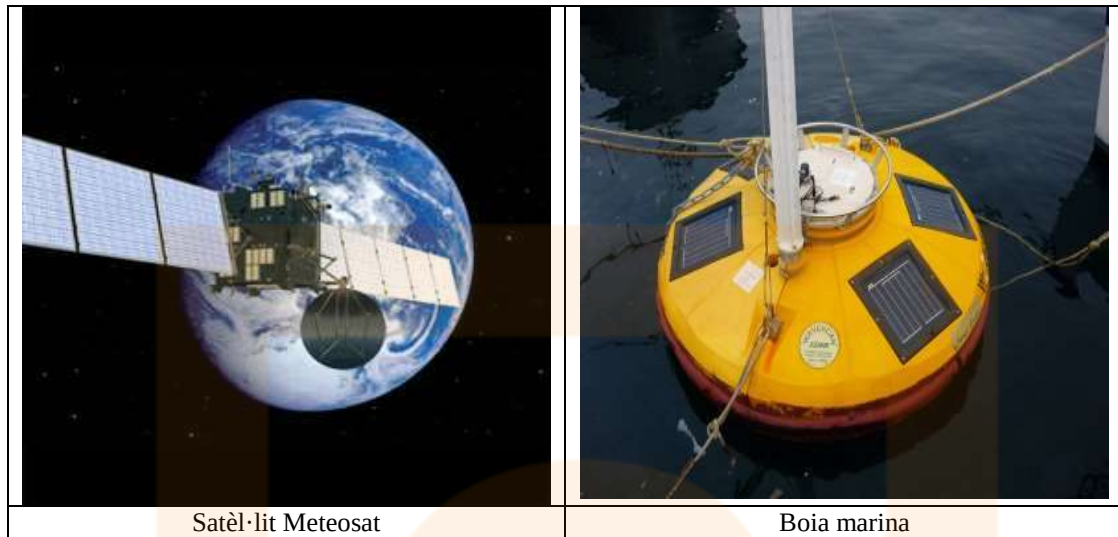
Vent: és un moviment d'aire entre dues zones amb diferent pressió atmosfèrica. Els vents s'originen també per diferències de temperatura entre masses d'aire. Així, quan la temperatura augmenta, l'aire es torna més lleuger i s'enlaira, en canvi, quan la temperatura baixa, l'aire es refreda i descendeix. El vent es mesura amb l'**anemòmetre** i s'expressa en metres per segon (m/s) o en kilòmetres per hora (k/h).

Pluviositat o precipitació: és la quantitat d'aigua caiguda en forma de pluja o neu en un determinat temps. La pluja es produeix quan una massa d'aire disminueix la temperatura fins que la concentració de vapor d'aigua és més gran que el nivell de saturació. Aquesta situació s'esdevé quan l'aire ascendeix a les zones de baixa pressió. El propi ascens de l'aire provoca un augment del seu volum, cosa que provoca el descens de la temperatura. També es produeix pluja quan un corrent d'aire fred travessa un núvol (els núvols estan formats per micro-gotes d'aigua, que s'agreguen entre elles i poden formar gotes amb suficient pes per precipitar). Si la temperatura inicial del núvol és molt baixa es formen flocs de neu. En el cas de grans contrastos de temperatura entre el núvol i el corrent fred, es poden formar fragments de gel de mida més o menys gran, que cauen en forma de calabruix o pedregada. La pluviositat es mesura amb el **pluviòmetre** i s'expressa en mil·límetres que són equivalents a litres per metre quadrat.

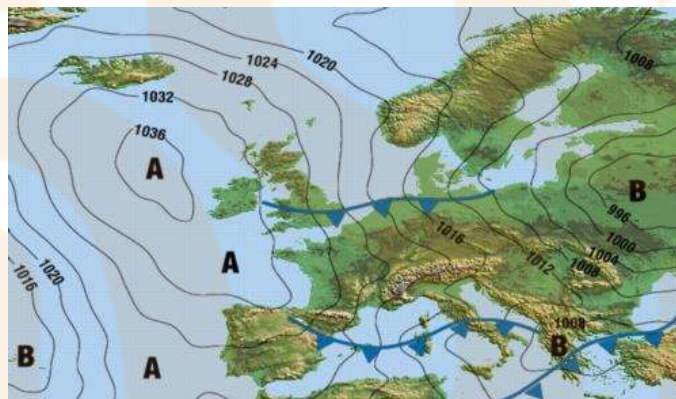
Mapes del temps

A la informació que s'obté dels aparells que hem vist i d'altres, s'afegeix la informació que proporcionen satèl·lits des de l'espai, avions, globus i d'altres aparells que es troben distribuïts a l'atmosfera per tot el món i una gran xarxa de boies marines que ens informen de les variacions atmosfèriques a alta mar i dels canvis de temperatura i d'altres de la mateixa aigua del mar. Podeu veure imatges visibles i infraroges de

qualsevol part del món en aquest [web](#). Com a exemple podem veure les [fotografies en moviment](#) de l'evolució dels núvols al Sud d'Europa en aquests mateixos moments.



Amb tota la informació obtinguda els científics elaboren els anomenats mapes del temps, com aquest:



Mapa del temps del Sud d'Europa (A=Anticicló; B=Borrasca)

En aquest mapa s'hi poden veure les **isòbares** que són línies contínues que uneixen els punts amb la mateixa pressió, la distribució de borrasques, anticlons i fronts que estudiarem a continuació.

L'aire de l'atmosfera pesa i, per tant, exerceix una pressió sobre la superfície del planeta. S'anomena **pressió atmosfèrica** al pes per unitat de superfície que exerceix l'atmosfera. **Les zones amb aire calent són zones de pressió atmosfèrica baixa** ja que al ser l'aire calent poc dens (conté poques molècules per unitat de volum) exerceix poca pressió. En canvi, **les zones amb aire fred són zones de pressió atmosfèrica alta** ja que, al ser l'aire fred més dens (conté moltes molècules per unitat de volum) exerceix més pressió. Les zones de baixa pressió s'anomenen **baixes pressions o borrasques** i son zones de **temps inestable**. Les zones d'alta pressió s'anomenen **anticlons** i son zones de **temps estable**.

En els anticlons, la pressió oscil·la entre els 1.013 i els 1.040 mil·libars (mb). És més alta en el centre i disminueix cap enfora. Dins l'anticicló, el vent es mou en la direcció

de les agulles del rellotge a l'hemisferi nord. Les borrasques registren uns valors que van des de 1.013 fins a 940 mb. En elles, la pressió és baixa en el centre i va augmentant cap enfora. Dins la borrasca, el vent es mou en direcció contrària a les agulles del rellotge a l'hemisferi nord. Les borrasques que més afecten amb pluja a Catalunya són les que es formen a la conca occidental del Mediterrani en topar una massa d'aire fred que arriba del nord amb la massa d'aire molt més calenta que hi ha al damunt del mar Mediterrani. En aquest [web](#) hi ha una representació en 3 dimensions dels anticiclons i depressions

També afecten a Catalunya els ciclons tropicals que han perdut força en arribar a les zones temperades i les borrasques que es formen en els fronts polars i baixen fins a les nostres latituds. Les borrasques i els fronts porten associades les perturbacions atmosfèriques (tempestes i pluges). Quan entren en contacte, dues zones que estan a diferent pressió, l'aire es mou des de la zona on hi ha més pressió (anticiclons) cap a on hi ha menys pressió (borrasques). Això és el que origina els **vents** i els **fronts**.

Els **fronts** són línies que marquen una discontinuïtat en l'aire, o sigui, separen masses d'aire amb característiques diferents. Això vol dir que, d'una banda, l'aire pot ser més calent i, de l'altra, més fred, i a la vegada més humit o més sec.

Front càlid: porta masses d'aire més càlides amb relació a les que ens envolten. Quan s'acosta el front, s'observen núvols de tipus horitzontal (estrats), que són molt alts. Quan està sobre nosaltres, la pressió del baròmetre baixa i els núvols canvien d'aspecte i es fan més espessos i opacs. Estan a menys altura i donen precipitacions. Quan ha passat el front, el baròmetre s'estabilitza i s'obren alguns clars. La temperatura puja una mica.

Front fred: darrera del front càlid, sol venir el front fred, que porta masses d'aire a una temperatura sensiblement inferior. Quan s'acosta el front, es veuen núvols verticals (cúmul i cumulonimbus) de gran desenvolupament. Són molt brillants per dalt i grisos per sota. Porten fortes pluges i tempestes. Un cop han passat, s'observa una millora del temps i un canvi en la direcció del vent. La temperatura baixa.

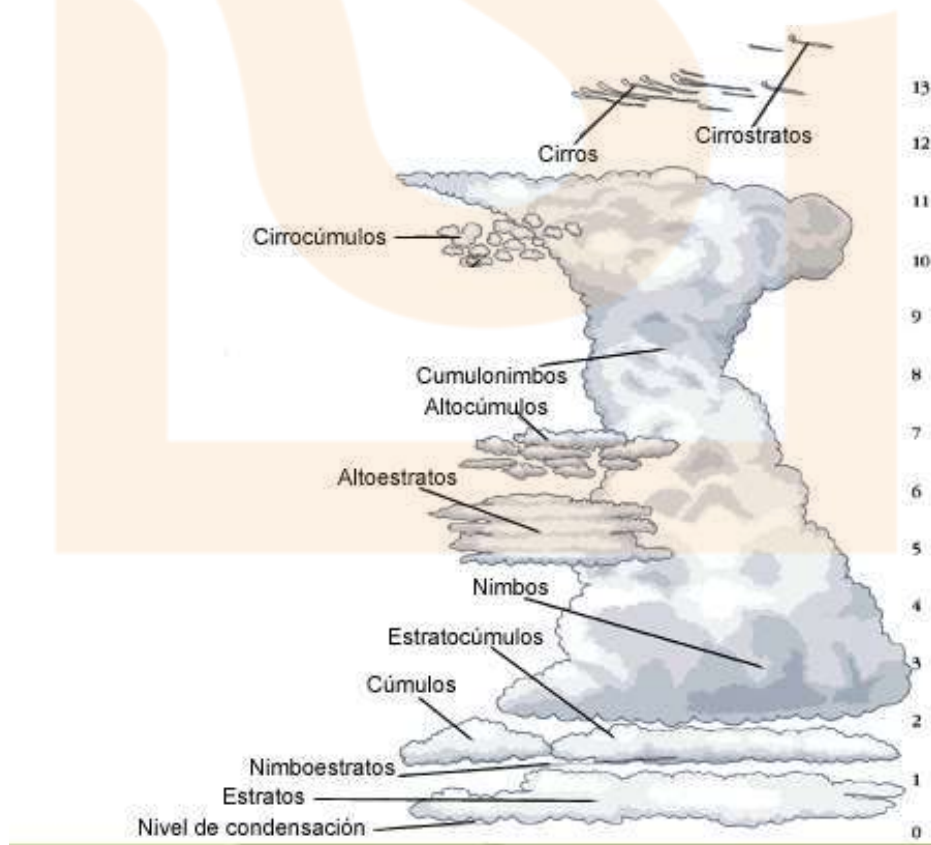
Front oclús: Les masses d'aire fred viatgen més ràpidament que les calentes i arriba un moment en què es troben amb el front calent i s'uneixen formant un front oclús.

En aquesta [animació](#) podràs veure el moviment dels fronts freds, càlids i oclusos.

Els núvols



Un **núvol** és una regió de l'atmosfera lliure on té lloc la condensació del vapor d'aigua contingut en l'aire. Es distingeix de la boira en què no toca a terra. Cada gota del núvol té un diàmetre d'una centèsima part de mil·límetre, i cada metre cúbic d'aire conté 100 milions de gotes. Com que les gotes són tan petites, es poden mantenir en estat líquid a temperatures de fins $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Els núvols en nivells més alts i extremadament freds de l'atmosfera estan formats de cristalls de gel, que poden ser d'una mida d'una desena part del mil·límetre. En [aquesta taula](#) tens una classificació de tots els tipus de núvols.



Classificació dels núvols segons l'alçada

Riscos meteorològics

Com acabem de veure, el clima mediterrani presenta períodes més o menys llargs de falta de pluja anomenats **sequeres** i d'altres períodes de **precipitacions intenses i torrencials**. Aquest fet fins i tot ha inspirat poesies i cançons com una intitulada "Al meu país la pluja" de la que reproduïm una estrofa:

Al meu país la pluja no sap ploure:

o plou poc o plou massa;
si plou poc és la sequera,
si plou massa és la catàstrofe.
Qui portarà la pluja a escola?
Qui li dirà com s'ha de ploure?
Al meu país la pluja no sap ploure.



Inundació a Sueca



Terra seca per manca d'aigua

Apart de la sequera i les inundacions, hi ha d'altres riscos relacionats amb les precipitacions com les nevades i les pedregades i d'altres riscos meteorològics. A continuació, estudiarem tots aquests riscos.

Inundacions

Aiguats: Un aiguat és una pluja forta o molt forta que produeix inundacions. Existeixen moltes zones del món on les pluges es distribueixen de manera molt irregular i quan les pluges són fortes durant períodes molt seguits es produeixen els desbordaments dels rius o dels pantans. Encara que les inundacions han estat comunes al llarg de la història, alguns científics asseguren que recentment s'han incrementat, en primer lloc, per la modificació del discurs normal de rius i torrents, per les activitats urbanístiques humanes (ciutats i carreteres), i, en segon lloc, pel canvi climàtic. Paradoxalment, les zones amb inundacions freqüents són aquelles que són més fèrtils per a l'agricultura, ja que les inundacions fan estendre els fangs rics en minerals i matèries orgàniques, com a conseqüència de la força de l'aigua. La principal causa de les inundacions fluvials solen ser les pluges intenses que, depenent de la regió, es produiran en funció de diversos factors meteorològics.



En l'àrea mediterrània acostuma a produir-se quan un embossament d'aire a molt baixa temperatura en les capes mitjanes i altes de l'atmosfera situat sobre el Sud de la Península Ibèrica produeix vents forts de llevant a la costa mediterrània en xocar amb l'aire càlid i humit, fenomen popularment i incorrectament anomenat gota freda. Les inundacions però poden produir-se a molts llocs del planeta sempre que la precipitació sigui molt intensa, com podem veure

en la fotografia d'una ciutat d'Holanda a principis del segle XX.

Una **inundació** és la acumulació d'aigua en zones de terreny pla i com a resultat d'una **riuada** o **avinguda**, és a dir la crescuda sobtada del cabal d'un curs d'aigua com a conseqüència de fortes pluges. De fet, aquest és el risc meteorològic més general i sovint el que més dany causa a tot el planeta. Des del començament del neolític, quan va començar el sedentarisme i, per tant, ocupació de zones planes costaneres o en les valls fluvials, l'home s'ha trobat amb el repte de fer front a les inundacions. Les obres hidràuliques es van desenvolupar ja a Grècia i Roma, tant per obtenir aigua per al consum com per evitar els riscos que comportaven els assentaments en entorns vulnerables. A Xina la construcció de grans motes als rius ja es feia al segle XII de manera que s'intentava fer front a les avingudes provocades pel monsó. També a Espanya destaquen des de la Edat Mitjana la construcció de motes i embassaments que regulen els rius.

Actualment les defenses contra les inundacions estan molt desenvolupades en els països més rics. Els sistemes de prevenció es basen en dics, motes, barreres metàl·liques, embassaments reguladors i millora de la capacitat de desguàs de les lleres fluvials. També els sistemes d'alerta davant de situacions perilloses estan molt desenvolupats per

mitjà de la predicció meteorològica, l'observació dels aforaments fluvials que determinen una alerta hidrològica i els sistemes de detecció de tsunamis. La defensa contra les inundacions marines provocades per les marees està molt desenvolupada en els Països Baixos on una xarxa de [dics](#) regulen les aigües tant interiors com exteriors. També Venècia i Londres compten amb defenses similars. Els embassaments reguladors són molt nombrosos a les regions de clima mediterrani com Califòrnia i el sud de Europa i serveixen per emmagatzemar aigua en temps de sequera i contenir les avingudes fluvials. En els països en desenvolupament dels sistemes tant de prevenció, com d'alerta i posterior actuació estan menys desenvolupats, com s'ha pogut veure en els successius tifons que han assolat Bangladesh o en el tsunami que ha arrasat diverses costes del sud-est asiàtic. Tot i així la cooperació internacional està afavorint actuacions que comportin una major seguretat per a la població en aquestes zones de risc. De qualsevol manera, les inundacions seguiran afectant-nos. Galícia és una terra acostumada a la pluja, però quan aquesta cau en excés pateix inundacions com qualsevol altre part del món. Vegeu en aquest [vídeo](#) unes impressionants inundacions a la població gallega d'Oia l'any 2008. A la fotografia podem veure una inundació a Florència l'any 1966.

Sequeres

Una **sequera** és un període prolongat de manca de precipitacions. En el clima mediterrani aquest fenomen es pot presentar en qualsevol moment de l'any i és perllongar durant mesos. A voltes, fins i tot s'acumulen diversos anys seguits amb pluges molt inferiors a les mitjanes. Al nostre país, el règim pluviomètric es caracteritza per una gran irregularitat general i per una variabilitat interanual elevada, fruit del nostre clima mediterrani, la qual cosa ens fa especialment vulnerables a patir aquest tipus d'episodis.

De fet, Catalunya ha patit al llarg de la història recent diversos episodis de sequeres entre moderades i rigoroses. Un dels més importants és el que va afectar el nostre país i el conjunt de la península Ibèrica entre 1944 i 1950, que va motivar restriccions en el subministrament a diverses poblacions i durant diferents períodes. El 1953 només va ploure la meitat del que era normal i les restriccions en el servei van arribar a Barcelona, on a mitjan maig es van iniciar talls en el subministrament d'aigua als habitatges durant un 30% de les hores del dia.



Pantà de Sau el febrer del 2008

Pantà de Sau el febrer del 2004

Els anys 1973, 1985 i 1988 Catalunya va patir diversos episodis de sequera rigorosa que van provocar restriccions importants en el subministrament i els talls van estar a punt d'afectar la capital fins que, per sort, va ploure. Per això, al llarg dels anys s'han anat multiplicant les infraestructures d'abastament per donar resposta als dèficits estructurals del sistema i millorar la capacitat de reacció. Però així i tot, i malgrat disposar del [Decret de sequera](#), una de les eines que s'han demostrat més eficients per atendre aquests episodis, ja que no tan sols es preocupa de gestionar curosament les reserves, sinó que dedica una atenció especial a gestionar la demanda per promoure un consum d'aigua més eficient i sostenible, la veritat és que avancem cap a un escenari força complex..

Nevades

La **neu** és la precipitació d'aigua en forma de multitud de petits cristalls de gel, anomenats *flocs de neu*. A causa de la seva composició granular, té una estructura suau i



flonja, llevat que estigui compactada a causa de la pressió. Generalment la neu es forma per sublimació del vapor d'aigua en les capes altes de l'atmosfera, a una temperatura inferior als 0°C. La caiguda de precipitació en forma de neu s'anomena **nevada**. La freqüència, quantitat i intensitat de les nevades depèn, entre d'altres factors, de la latitud, l'altitud, la distància al mar o l'oceà i de l'estació de l'any. Les nevades

importantes poden afectar les infraestructures i els serveis públics, alentint l'activitat humana, fins i tot en regions que estan habituades a un clima amb una presència més o menys important de neu. El transport aeri i el terrestre poden quedar molt disminuïts o, fins i tot, blocats per complet, com es va produir recentment a diferents països europeus i als USA. En les poblacions que viuen en zones propenses a les nevades s'han desenvolupat diverses formes de viatjar d'acord amb les condicions de terrenys amb neu. Així, es fan servir esquís, raquetes de neu i trineus tirats per cavalls, gossos i altres animals; en els darrers anys han aparegut vehicles com les motos de neu. A la fotografia superior veiem una torre elèctrica caiguda per les nevades del març de 2010 a Girona.

Determinats serveis públics bàsics com l'electricitat, les línies telefòniques i el subministrament de gas també poden quedar interromputs. A més, la neu pot fer que sigui molt més difícil viatjar per carretera i apareguin dificultats per poder utilitzar els vehicles a motor de manera eficient. Els efectes combinats poden portar a que activitats com les de l'escola són cancel·lats de manera oficial. A les zones que normalment tenen molt poca neu, o gens, una nevada pot produir grans alteracions de la vida quotidiana amb només una acumulació lleugera de neu, o fins i tot l'amenaça de neu pot provocar

limitacions de les activitats, ja que aquestes zones no estan preparades per a treballar amb qualsevol quantitat de neu.

La neu acumulada es treu ràpidament per fer més fàcil i més segur els desplaçaments, i per disminuir l'impacte a llarg termini d'una forta nevada. En aquest procés s'utilitzen pales, llevaneus i sovint s'ajuda llençant substàncies químiques com la sal o altres clorurs que rebaixen la temperatura de fusió de la neu. A les zones amb neu abundant, com el nord del Japó, la gent recull la neu i la emmagatzema aïllant-la en cases de neu, pous del glaç i altres llocs adequats. Posteriorment el gel s'utilitza a l'estiu per a la refrigeració o en usos mèdics, ja que és un mètode d'estalvi del consum d'energia elèctrica.

Pedregades

La **calamarsa** o **pedra** és un tipus de precipitació que consisteix en partícules irregulars de gel. La calamarsa es produeix en tempestes intenses en les quals es produeixen gotes d'aigua *sobre-refredades*, és a dir, encara líquides però a temperatures per sota del seu



punt normal de congelació (0°C), i ocorre tant a l'estiu com a l'hivern, encara que el cas es dona més quan està present la canícula. L'aigua sobre-refredada continua en aquest estat a causa de la necessitat d'una llavor sòlida inicial per a iniciar el procés de cristal·lització. Quan aquestes gotes d'aigua xoquen en el núvol amb altres partícules gelades o grans de pols poden cristal·litzar sense dificultat congelant-se ràpidament.

En les tempestes més intenses es pot produir precipitació gelada en forma de calamarsa especialment gran, quan es forma en el centre de forts corrents ascendants. En aquest cas la bola de calamarsa pot romandre més temps en l'atmosfera disposant d'una major capacitat de creixement. Quan l'embranchida cap amunt cessa o la calamarsa ha arribat a una grandària elevada l'aire ja no pot aguantar el pes de la bola de calamarsa i aquesta acaba caient. Les boles de calamarsa solen ser petites, d'alguns mil·límetres de diàmetre. No obstant això, de tant en tant s'originen boles molt majors, de diversos centímetres de diàmetre degut al fet que en la circulació ciclònica de la tempesta, les petites boles ascendeixen i descendeixen diverses vegades formant-se diferents capes de gel, unes sobre unes altres. En aquesta [animació](#) podràs veure el procés de formació de la pedra. Està en anglès però és molt clar. Depenent de la seva grandària, les boles de calamarsa poden no ser més que una petita molèstia, causar danys en automòbils i estructures de cristall o fins i tot excepcionalment matar a persones.



Cotxe afectat per una pedregada

El vent

El **vent** és el flux de gasos a gran escala. A la Terra, el vent és el moviment en massa de l'aire. Quan el vent assoleix velocitats elevades, la seva força pot provocar destrosses i suposar un gran risc. En meteorologia s'anomenen els vents segons la seva força i la direcció des de la qual bufen. Els augments sobtats de la velocitat del vent durant un temps curt reben el nom de "ràfegues". Els vents forts de durada intermèdia (aproximadament un minut) es diuen "torbonades". El vent es pot produir a diverses escales, des de fluxos tempestuosos que duren desenes de minuts fins a brises locals generades per l'escalfament de superfícies de terra i duren unes quantes hores, fins a vents globals que són el fruit de la diferència d'absorció d'energia solar entre les zones climàtiques de la Terra. Les dues causes principals de la circulació atmosfèrica a gran escala són l'escalfament diferencial entre l'equador i els pols, i la rotació del planeta. Als tròpics, la circulació de depressions tèrmiques per sobre el terreny i altiplans elevats pot impulsar la circulació de monsons.

A les àrees costaneres, el cicle brisa marina/brisa terrestre pot definir els vents locals; a les zones amb terreny variable, les brises de vall i muntanya poden dominar els vents locals. Els vents poden donar forma al relleu a través d'una sèrie de processos eòlics com ara la formació de sòls fèrtils (per exemple, el loess) o l'erosió. La pols de deserts grans pot ser moguda a grans distàncies des del seu lloc d'origen pels vents dominants; els vents que són accelerats per una topografia agresta i que estan associats amb tempestes de pols han rebut noms regionals a diferents parts del món a causa del seu efecte significatiu sobre aquestes regions.

El vent afecta també a la l'extensió dels incendis forestals. També dispersa les llavors de determinades plantes, fent possible la supervivència i dispersió d'aquestes espècies vegetals, així com les poblacions d'insectes voladors.



Temporal de vent

Els huracans

Com vàrem dir a la primera quinzena, els **huracans** són un dels fenòmens meteorològics més violents i devastadors. Cada any produeixen milers de morts i danys econòmics incalculables. En [aquest vídeo](#) s'explica el naixement, desenvolupament i desaparició de l'huracà Katrina, detallant els desastres que va originar, especialment la inundació de la ciutat de New Orleans.

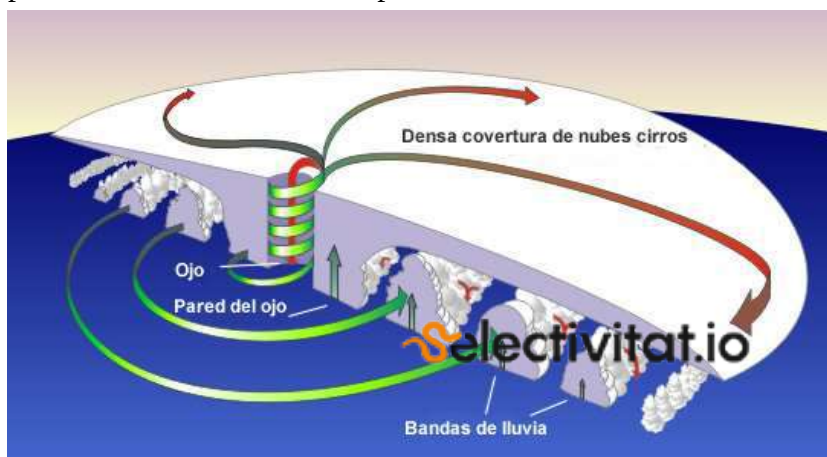


Fotografia aèria de l'huracà Katrina



Efectes de l'huracà: la ciutat de New Orleans inundada

Un **huracà** és una violenta tempesta que es forma en els oceans tropicals, caracteritzada per un centre de molt baixa pressió, envoltat de bandes nuvoloses disposades en forma



d'espiral que giren al voltant del seu centre (**ull de l'huracà**) en sentit de les agulles del rellotge en l'Hemisferi Sud i al contrari de les agulles

del rellotge en l'hemisferi Nord, produint vents que sobrepassen els 120 km/h i provocant pluges torrencials.

Com s'origina un huracà. Clica [aquí](#) per veure imatges de l'huracà Dennis camí de Florida. Es formen entre els 5° i els 20° de latitud, a banda i banda de l'Equador on la Força de Coriolis és suficientment forta perquè s'iniciï el moviment de rotació. Generalment, es dissipen quan arriben a terra o aigües més fredes. La font d'energia és la calor latent provocada per la condensació del vapor d'aigua. Per tant es requereix que la temperatura de l'aigua sigui superior als 27°C. .

La força destructora dels huracans pot ser però molt variable. Una manera de preveure-la és conèixer la seva categoria a partir de l'escala de classificació dels huracans. Els mals majors són produïts per les inundacions que provoquen les intenses pluges i les ones que penetren i copegen les zones costaneres. Es produeix a més un augment del nivell del mar en la zona propera al centre de l'huracà.

Els tornados



Tornados a prop de Mallorca

Els vents més forts i per tant més destructors que es poden produir en l'atmosfera estan associats als tornados. Com actua un tornado? En aquesta animació es poden veure els violents moviments de l'aire en els tornados. Què és un tornado? Un **tornado** és una violenta, perillosa i rotatòria columna d'aire que es troba en contacte tant amb la superfície de la terra com amb un cumulonimbus o, rarament, amb la base d'un cúmulus.

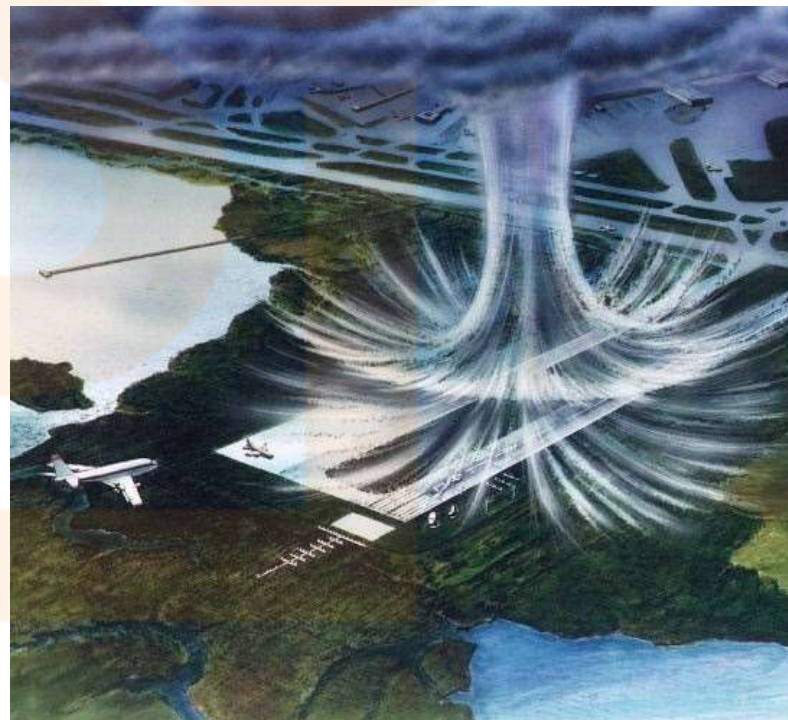
Els tornados presenten mides diverses però habitualment en forma d'embut de condensació visible, l'extrem estret del qual sovint és encerclat per un núvol de runa i pols. Gran part dels tornados assoleixen vents entre els 64 km/h i 177 km/h, mesuren aproximadament 75 metres d'amplada i avancen uns quants quilometres abans de dissipar-se. Tanmateix, s'han arribat a registrar tornados amb vents de més de 480 km/h, que mesuraven 1,6 km d'amplada, i han avançat al llarg de més de 100 km.

Els tornados es classifiquen a partir de l'anomenada [escala Fujita](#) en 6 categories segons la velocitat dels vents. Els efectes dels tornados els podeu veure molt bé en la selecció d'imatges de les destrosses en aquest [vídeo d'un tornado a Montana](#) i en el vídeo d'un [tornado](#) a l'estat nord-americà de Minnssota.

Si t'apassiona el tema dels tornados pots veure'n molts en aquest [canal especialitzat](#) de You Tube.

Els esclafits

A Catalunya, la presència de vents locals molt forts que produeixen danys importants fa pensar a la ciutadania i fins i tot als periodistes que s'han produït tornados. Encara que no és impossible que es produeixin, la majoria de les vegades es tracta en realitat d'esclafits. Un **esclafit** o **ràfega descendent** és creat per una columna d'aire en ràpid descens que després de colpejar la superfície, s'estén en totes les direccions produint vents molt forts. A diferència de vents en un tornado, els vents d'una ràfega descendent es dirigeixen cap enfora des del punt on colpeixen la superfície.



El principal risc dels esclafits és que en el seu recorregut descendent trobin un avió en vol, tal i com suggereix el dibuix representatiu del fenomen de la imatge superior. De fet, sembla que els esclafits

són els responsables directes de diversos accidents d'aviació ocorreguts els darrers anys a diferents llocs del món.

Lògicament, quan el fenomen s'ha acabat, no sempre és fàcil conèixer si els danys produïts són el resultat d'un tornado, un esclafit o ràfegues violentes de vents de les tempestes. En ocasions però els tècnics i especialistes estudiosos dels fenòmens meteorològics adversos arriben a esbrinar perfectament quin dels diferents fenòmens violents possibles han provocat els desperfectes. Aquest és el cas dels danys produïts per un esclafit l'any 2003 a la comarca d'Osona, del que n'és una mostra la fotografia de dalt a l'esquerra.

Els llamps

Un **llamp** és un intercanvi d'energia elèctrica, compost de descàrregues parcials i amb una durada total al voltant del mig segon, que es produeix entre els núvols i la Terra, entre un mateix núvol, entre núvols diferents o entre els núvols i les capes altes de l'atmosfera, quan hi ha una tempesta. Aquesta descàrrega elèctrica va acompanyada d'una forta emissió de llum, en forma de raig, que produeix un resplendor anomenat llampec. A més, l'escalfament i expansió sobtada de l'aire al seu voltant produeix un so característic: el tro. Les càrregues transferides poden ser positives o negatives. Quan són entre un núvol i terra, les càrregues poden ser transportades en els dos sentits. El servei Meteorològic de Catalunya [informa](#) en temps real de la caiguda de llamps.



Els llamps, indicadors naturals infal·libles de la localització d'una tempesta, també poden utilitzar-se per predir millor i amb més rapidesa on es produiran les precipitacions fortes i les inundacions sobtades. Com que les dades sobre els llamps s'actualitzen cada 15 minuts, es podrien fer prediccions meteorològiques de tempestes i inundacions sobtades cada tres hores. Aquestes prediccions es podrien difondre en poques hores, enlloc de cada 24 o 48 hores, de manera es milloraria la predicció del temps.

El perill dels **llamps**: cada any, 2.000 persones moren o són ferides per culpa dels llamps al món. El llamp ens pot fer mal a través de 4 processos bàsics: per la descàrrega elèctrica directa, per cremades degudes a l'aire molt calent, per l'ona de xoc i per la descàrrega elèctrica indirecta. Els llamps són una de les fonts d'accidents mortals en alta

mntanya a l'estiu. Si estem a la ciutat no hauríem de preocupar-nos massa: els llamps es descarregaran sobre antenes, parallamps i edificis que ja estan preparats per a poder dissipar-los sense masses conseqüències. Però si estem al camp o a la muntanya, hauríem de prendre precaucions: intentar córrer a llocs tancats, com una casa, o un vehicle (en aquest últim cas tancar les finestres i no tenir contacte directe amb cap peça metàl·lica com la clau de contacte, perquè podríem rebre una descàrrega indirecta), i sobretot fugir dels llocs més elevats o dels objectes que siguin punxeguts. Els [llamps](#) tenen més possibilitat de caure en els cims i les crestes de les muntanyes, o sobre arbres i pals solitaris o sobre roques punxegudes. En [aquesta animació](#) s'explica la formació dels llampecs (descàrregues elèctriques de núvol a núvol) i dels llamps (descàrregues elèctriques del núvol a terra)

Onades de fred

Les **onades de fred** a l'hivern són també importants riscos per les persones i molts béns materials. L'àmbit mediterrani sembla un niu de riscos climàtics. L'assortiment de



riscos d'origen hídic que pateix la Mediterrània es veu acompanyat de problemes tèrmics. Les invasions de masses d'aire calent, provinents d'Àfrica, semblen lògiques atesa la nostra proximitat al continent Africà. Però en altres circumstàncies (forta depressió a la Mediterrània Occidental i un anticicló estàtic al nord de les Illes Britàniques), les masses d'aire més pesants i fredes de l'interior del continent

eurasiàtic poden arribar fins les nostres latituds.

Aquestes adveccions d'aire fred no són inhabituals i acostumen a tenir una durada de entre 5 i 10 dies aproximadament. Els seus impactes sense esdevenir molt greus, afecten especialment els conreus poc habituats al fred i la vida quotidiana de poblacions poc fetes al rigor siberià.

Fredorada o onada de fred és un període de temperatures molt baixes associat amb la invasió del territori per masses d'aire polar o continental. Pel que respecta a la Península Ibèrica l'arribada de masses d'aire procedents de latituds altes és possible tot l'any. Tanmateix el major nombre d'invasions d'aquest tipus té lloc de novembre a abril i especialment el desembre, gener i febrer, mentre que són molt poc freqüents durant els mesos d'estiu i excepcionals el juliol.

S'ha de tenir en compte que no totes les inversions o adveccions d'origen septentrional resulten gèlides i constitueixen autèntiques onades de fred. Aquesta denominació acostuma a reservar-se exclusivament a aquelles que provoquen unes davallades termomètriques excepcionals capaces de deixar un senyal important en el medi natural i

d'ocasionar trastorns en el paisatge humanitzat, motiu pel qual arriben a transcendir als mitjans de comunicació i causar impacte en l'opinió pública.

Les fredorades hivernals acostumen a explicar-se més que per la simple invasió d'aire de zones normalment fredes pel previ refredament de la massa d'aire en aquests llocs i el seu desplaçament posterior cap a les latituds més al sud. Les entrades o adveccions d'aire fred es produeixen gairebé exclusivament quan la trajectòria seguida pels vents de l'oest de latituds mitjanes, aconseguix el seu màxim descens en latitud, la qual cosa té lloc durant els mesos d'hivern, i a més el seu índex de circulació zonal és molt baix o hi ha una situació de bloqueig d'aquesta circulació, la qual cosa ha passat aquest mateix hivern, produint freds excepcionals i nevades a tota Europa, com hem vist.

Onades de calor

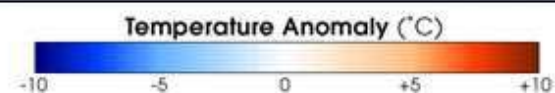
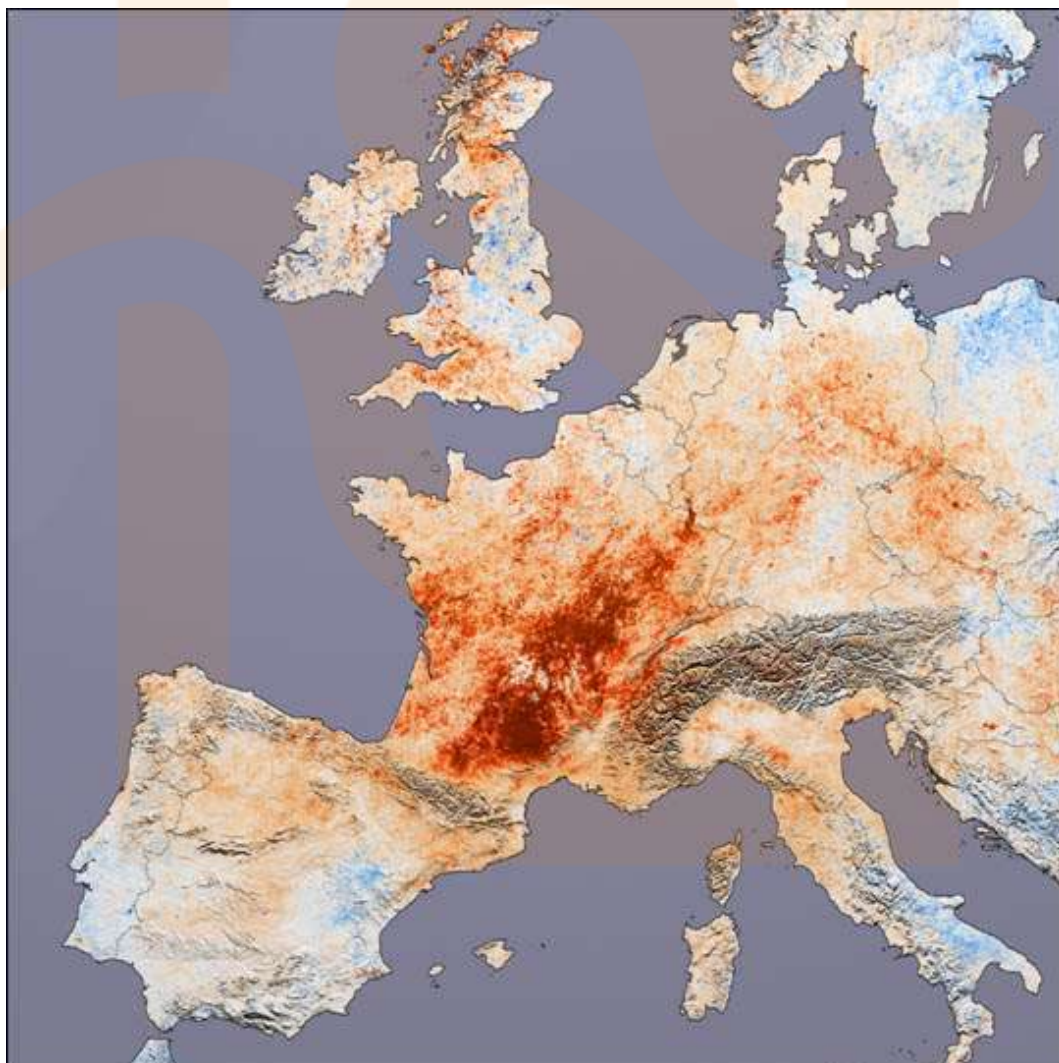
Una **onada de calor** és un període perllongat de temps excessivament càlid, que pot ser també excessivament humit. El terme depèn de la temperatura considerada "normal" en la zona, així que una mateixa temperatura que en un clima càlid es considera normal pot considerar-se una ona de calor en una zona amb un clima més temperat. Aquest temps càlid pot ser el normal al llarg d'un any, o pot ser un increment anormal de temperatures que té lloc una vegada cada segle. Algunes regions són més susceptibles a ones de calor que unes altres. Per exemple, els climes de tipus mediterrani amb una canícula que, algunes vegades, resulta molt més calorosa del normal. L'estiu de 2003 es va caracteritzar per una excepcional ona de calor a Europa, tant per la seva durada com per la seva intensitat.

Les conseqüències van ser dramàtiques en els ecosistemes, en la població i les infraestructures, però en alguns països, com és el cas de França van tenir lloc importants crisis polítiques relacionades amb la resposta als danys ocasionats per les altes temperatures. Aquesta onada de calor afectà a Europa Occidental (especialment a França, com es pot veure en el mapa de la pàgina següent), deixant temperatures superiors als 40° a bona part de la Península Ibèrica i França. Durant aquest període d'altres temperatures s'arribaren als 47,3° a la regió portuguesa de l'Alentejo i a més de 45° a moltes ciutats del sud d'Espanya.

Les temperatures foren més baixes al nord, però també van batre rècords, un exemple n'és Dinamarca, on s'arribaren als 32°. Aquesta onada de calor fou causada per una llarga sequera a la primavera i a començaments de l'estiu i tingué el seu punt màxim a la primera quinzena d'agost. Durant juliol i agost, van morir milers de persones a Europa com a conseqüència de l'onada de calor. Els més afectats van ser els més febles: els ancians, nens i malalts. Es van realitzar recomptes oficials de morts al llarg de l'estiu en els països afectats:

Efectes sobre la població

Estat	Morts	Nota
Itàlia	20.000	De juny fins a setembre, dades de l'institut de les estadístiques d'Itàlia.
França	14.802	De l'1 al 15 d'agost. Super-mortalitat del 55%.
Espanya	6.500	Dades del “Centro Nacional de Epidemiologia”.
Portugal	1.316	Finals de juliol fins al 12 d'agost.
Suïssa	975	Dades de “l'Office fédéral de la santé publique”



Onada de calor a Europa a l'estiu de l'any 2003

En relació als riscos meteorològics, les autoritats de tots els països han desenvolupat sistemes per donar-los a conèixer a la població i intentar d'aquesta manera minimitzar els possibles danys. A Catalunya, el Servei de Meteorologia disposa d'una pàgina [web](#) amb molta informació, que inclou avisos dels riscos meteorològics del mateix dia i pels dies posteriors.

Molts altres organismes públics informen també dels diferents tipus de riscos que poden afectar a la població, per exemple del [perill d'incendi](#), [perill d'allaus](#), etc.

El fenomen de “El Niño”

“El Niño” és un dels fenòmens atmosfèrics de més gran escala del nostre planeta. Conèixer la seva dinàmica i periodicitat és de gran interès per evitar els riscos que pot provocar a les zones de la Terra que afecta.

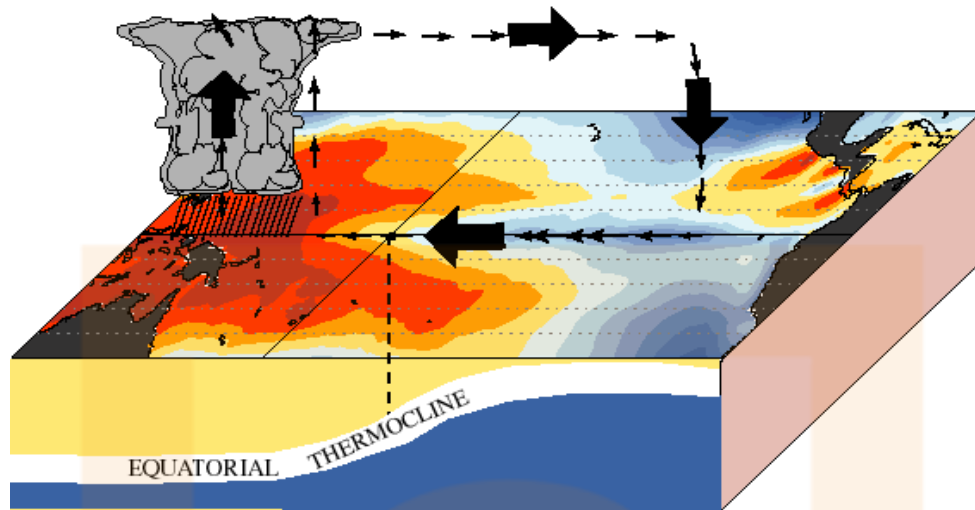
Fa ja segles que els pescadors de les costes del Pacífic d'Amèrica del Sud coneixien un fenomen que té lloc pels voltants de Nadal, fet pel qual se'l va anomenar com “El Niño” per part dels colonitzadors espanyols. Cada any, coincidint amb aquestes dates les habitualment fredes aigües de l'oceà, s'escalfen per l'arribada d'un corrent marí procedent de l'oest. Això fa que la quantitat de plàncton disminueixi sobtadament i també el nombre de captures fetes pels pesquers. A meitats de la primavera la situació es normalitza.

Meteorològicament, però, el fenomen conegut com “El Niño”, només fa referència als anys en que aquest escalfament és més intens i perllongat, provocant greus alteracions atmosfèriques.

En condicions normals, també conegudes com a anys de “La Niña”, les aigües més càlides de l'oceà Pacífic se situen a la zona oest (costes d'Indonèsia i Austràlia), al llarg de la major part de l'any. L'escalfament de l'aire i l'aport de vapor d'aigua fan que en aquesta zona dominin les baixes pressions i es produeixen intenses precipitacions convectives. Mentre, a la costa est d'aquest oceà, dominen les pressions elevades al formar-se corrents d'aire descendent i fresc. A l'oceà hi ha un aflorament d'aigües fredes profundes que condicionen la gran riquesa pesquera de les costes pacífiques d'Amèrica del Sud, malgrat el descens puntual de captures de les dates posteriors a Nadal abans esmentat.

Per comprendre la dinàmica d'aquesta situació podem fer l'analogia amb una banyera (l'oceà Pacífic) il·luminada i escalfada amb una làmpada (el Sol) que té en un dels seus extrems (l'est) un ventilador (els vents alisis que circulen d'est a oest a la franja intertropical). Mantenint en funcionament aquest muntatge durant unes hores, l'aigua més calenta s'acumularia a l'extrem oest de la banyera mentre a l'altre hi afloraria la més freda de la part inferior de la banyera.

December - February La Niña Conditions

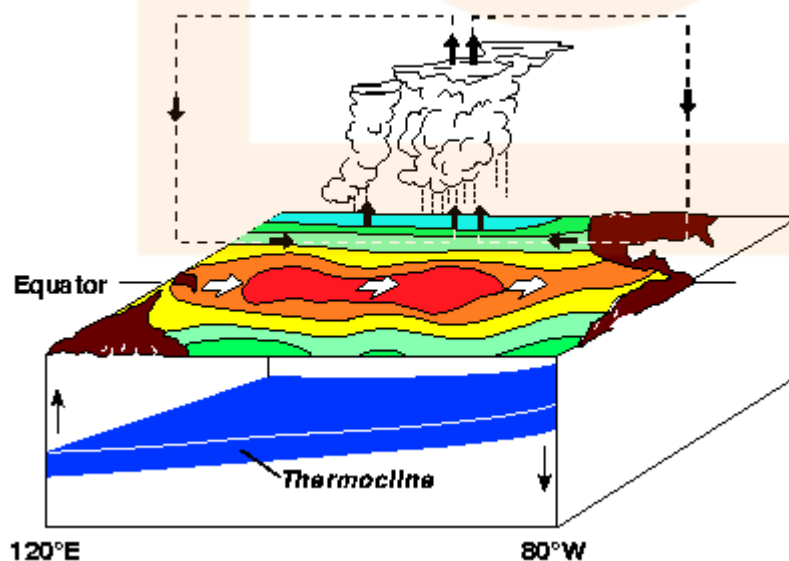


Circulació atmosfèrica i oceànica en un any de “La Niña”. Extret de Romage, C.S. (1991).

Alguns anys, però, es produeix el fenomen atmosfèric de “**El Niño**”. Tot i que les seves causes últimes encara no són conegudes del tot, s’ha observat que un afebliment dels vents alisis que circulen d’est a oest sobre l’oceà Pacífic permeten la formació d’un important corrent d’aigües càlides que es mou cap l’est d’aquest oceà. En arribar a la costa oest d’Amèrica del Sud hi ha un aflorament d’aigües càlides i la riquesa pesquera disminueix espectacularment. Al mateix temps, els centres de pressió a l’oceà Pacífic s’inverteixen:

- A la zona oest (Indonèsia i nord d’Austràlia) hi ha un predomini anticiclònic i les pluges són escasses.
- A les costes americanes, habitualment molt seques, hi ha un domini depressionari i les pluges torrencials hi sovintegen.

El Niño Conditions



Circulació atmosfèrica i oceànica en un episodi de “El Niño”. Extret de Romage, C.S. (1991).

Aquest fenomen té una periodicitat irregular (cada 3 - 7 anys) i s'acostuma a perllongar al llarg de tot un any o excepcionalment durant 2 o 3 anys. "El Niño" és un preciós exemple de la interacció entre l'oceà i l'atmosfera. S'han descobert nombroses interrelacions entre "El Niño" i alteracions climàtiques que tenen lloc a punts de la Terra molt allunyats de la zona on es produeix. En el cas de les zones mediterrànies, no hi ha una correlació clara entre els anys en que es produeix aquest fenomen i les sequeres o aiguats que es produeixen al nostre àmbit, ni amb els anys més càlids o més freds del que és habitual.

Els científics també estan estudiant un fenomen amb certes semblances que es produeix a l'oceà Atlàntic i que afecta fortament el règim pluviomètric i tèrmic d'Europa, del nord d'Àfrica i, fins i tot, de l'Orient Mitjà. Aquest fenomen es coneix tècnicament amb el nom d'**ENSO** o **oscil·lació de l'Atlàntic Nord**.



Efectes de les inundacions causades per l'episodi de El Niño de 1982-83 a la carretera Panamericana al ser pas per Perú.

Gestió del risc meteorològic

Des del 1980 fins al 2003, s'han produït al món 13.700 catàstrofes meteorològiques, que han provocat 784.000 víctimes mortals, a més de milions de ferits i danys materials immensos. Tot això sense contar els morts i els danys materials provocats per les pluges i tempestes "normals", que representen un degoteig diari de desgràcies. Els fenòmens meteorològics que generen riscos pels humans tampoc poden controlar-se. Per això per

evitar aquests riscos o minimitzar-los, només es poden prendre **mesures de predicció i de prevenció**, com ara:

- Desenvolupar mètodes acurats de **predicció dels fenòmens meteorològics adversos**, com ja hem vist durant el curs.
- Dissenyar **plans d'actuació** per a les situacions de risc meteorològic que es puguin presentar.
- Cartografiar les possibles **àrees de risc** i desenvolupar l'ordenació del territori amb els usos i la tipologia de les construccions per minimitzar els riscos.



El primer pas és doncs la predicció de fenòmens adversos. A Catalunya, aquesta tasca la porta a terme el [Servei de Meteorologia de Catalunya](#) (SMC), que disposa d'un seguit d'eines per observar contínuament l'atmosfera i detectar els possibles perills meteorològics. Especialment important per l'observació són els satèl·lits i els radars meteorològics, les estacions meteorològiques automàtiques, les boies marines i els equips de radiosondatge.

Amb les dades de totes les observacions i ajudats per potents sistemes informàtics es fan les previsions meteorològiques. A partir dels models de predicció i de la xarxa d'observatoris, es fa el seguiment de les situacions meteorològiques. Si de les prediccions es desprèn que són possibles fenòmens meteorològics adversos que poden posar en perill a les persones o als seus béns s'activen les situacions d'**alerta** en el cas de superar uns **llindars** que estan establerts. A les pàgines següents veurem amb una mica de detall aquest procés.

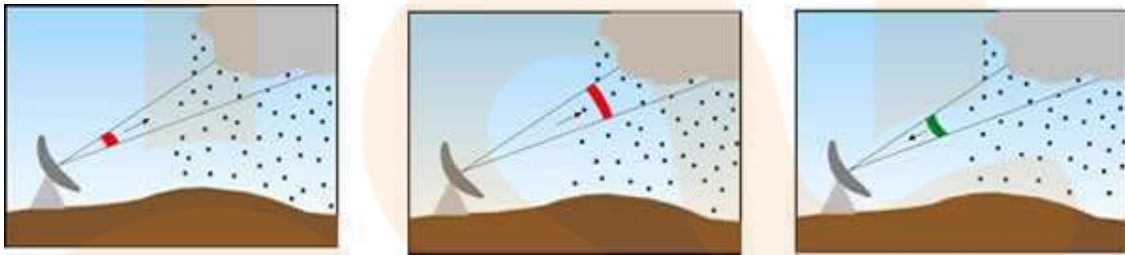
Els satèl·lits i els radars són alguns dels aparells més importants dels que disposen els meteoròlegs per observar i predir el temps. Veiem los amb una mica de detall.

El radar meteorològic: l'objectiu principal dels radars meteorològics és observar la precipitació i estimar-ne la seva intensitat. A diferència dels pluviògrafs que, tot i mesurar directament la precipitació, proporcionen una informació molt local i no poden representar l'alta variabilitat espacial i temporal d'aquesta, especialment en zones de muntanya; els radars obtenen contínuament observacions remotes i indirectes de la precipitació en zones de fins a 100-240 km al voltant del radar.

Es podria dir que si la resolució horitzontal de les dades és de 1 km, el radar meteorològic genera una informació equivalent a la que ens donarien prop de 10.000 pluviògrafs.



Com funciona un radar meteorològic:



Els radars meteorològics estan formats per una antena que gira contínuament, mitjançant la qual s'emet un feix d'energia, és a dir, d'ones electromagnètiques d'una certa freqüència; aquestes viatgen per l'atmosfera i són interceptades per les partícules de precipitació en el cas que n'hi hagi. Part d'aquesta energia és absorbida per la precipitació i l'altra part és dispersada en totes direccions, de manera que una part retorna de nou a l'antena del radar ("eco").

El radar processa el senyal rebut i determina la posició, intensitat i moviment de la precipitació detectada. Les imatges mostren una mesura de la intensitat d'energia retornada pels blancs interceptats pel radar (la reflectància dels ecos). Aquesta magnitud es pot relacionar amb l'intensitat de precipitació, de manera que en general, a més reflectància més intensitat de precipitació.

Els satèl·lits meteorològics: en aquest [vídeo](#) podràs veure un resum de la història i el funcionament dels satèl·lits d'observació meteorològica. Totes les dades obtingudes en la observació de l'atmosfera i també de la hidrosfera són introduïdes en potents sistemes informàtics que realitzen milions d'operacions i elaboren uns models predictius del temps que farà les properes hores i dies. En [aquest enllaç](#) podeu veure diferents models i les nombroses previsions que fan per diferents variables (humitat, vent, núvols, pressió atmosfèrica, cota de neu,..., a diferents altituds). Els meteoròlegs, popularment els homes i les dones del temps, interpreten aquest models i fan les previsions que podem veure o llegir en els diferents mitjans de comunicació.

Prevenió del risc meteorològic

Els fenòmens meteorològics que generen riscos per als humans no poden controlar-se. Per això, per evitar aquests riscos o minimitzar-los només es poden fer actuacions de predicció i prevenció. Aquestes mesures són:

-desenvolupar mètodes acurats de **predicció de fenòmens meteorològics adversos**.

-dissenyar **plans d'actuació** per les situacions de risc meteorològic que es puguin presentar.

-**cartografiar les possibles àrees de risc** en cas de presentar-se algun fenomen meteorològic potencialment perillós i ordenar els usos del territori i la tipologia de construccions intentant minimitzar els riscos.

Actualment a Catalunya per prevenir els riscos meteorològics hi intervenen diversos organismes. El primer pas és la predicció de fenòmens adversos. Aquesta tasca és realitzada per dos serveis meteorològics:

-El **Servei de Meteorologia de Catalunya** (SMC) depenent del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.

-El **Centre Meteorològic Regional de Catalunya** depenent de la Agència Estatal de Meteorologia (AEMET) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del Govern Central.

Les **alertes o avisos meteorològics** s'elaboren per els organismes meteorològics oficials. Un cop elaborats, correspon a **protecció civil** donar-los a conèixer a les administracions públiques i a la població en general. Un cop efectuat aquest pas podem consultar-los a Internet a les corresponents pàgines dels organismes implicats i en moltes més pàgines d'informació meteorològica que tenen establert connexió amb aquestes alertes.

Informació general d'una Situació Meteorològica de Risc: el SMC creu convenient realitzar un Avís de Situació Meteorològica de Risc (SMR) quan es preveu la superació d'uns llindars específics per cada meteor segons aquest quadre:

Fenomen meteorològic	Alerta de nivell 1	Alerta de nivell 2
Pluja	Intensitat > 20 mm/30 min	Intensitat > 40 mm/30 min
	Acumulada > 100 mm/ 24 h	Acumulada > 200 mm/ 24 h
Neu acumulada en 24 h	gruix > 0 cm des de nivell del mar fins a 300 m	gruix > 5 cm des de nivell del mar fins a 300 m
	gruix > 2 cm a cotes de 300 - 600 m	gruix > 10 cm a cotes de 300 - 600 m
	gruix > 5 cm a cotes de 600 - 800 m	gruix > 15 cm a cotes de 600 - 800 m
	gruix > 10 cm a cotes de 800 - 1.000 m	gruix > 20 cm a cotes de 800 - 1.000 m

	gruix > 20 cm a cotes de 1.000 m - 1.500 m	gruix > 50 cm a cotes de 1.000 m - 1.500 m
Vent	Ratxa màxima > 126 Km/h (35 m/s) a l'Alt Empordà, Baix Empordà, Montsià, Baix Camp i Baix Ebre Ratxa màxima > 90 Km/h (25 m/s) a la resta de comarques	Ratxa màxima > 162 Km/h (45 m/s) a l'Alt Empordà, Baix Empordà, Montsià, Baix Camp i Baix Ebre Ratxa màxima > 126 Km/h (35 m/s) a la resta de comarques
Estat de la mar	Onades > 1,25 m (forta maror) del maig al setembre Onades > 2,5 m (maregassa) d'octubre a abril	Onades > 4 m (mar brava) en qualsevol època de l'any
Onada de fred	Temperatura mínima < -10° C a l'interior i 0° C < al litoral	Temperatura mínima < -15° C a l'interior
Onada de calor	Temperatura màxima > 38° C a l'interior i > 33° C al litoral	Temperatura màxima > 38° C a l'interior i > 33° C al litoral durant tres dies consecutius.

Dades extretes de <http://www.meteocat.com>

Els **avisos meteorològics** es realitzaran sempre que es preveu la superació d'algun dels llindars citats dins les 36 hores següents. En cada avís es veurà clarament quin nivell té l'avís emès, quins llindars se superaran i per quin interval temporal es preveu que es mantingui la SMR. A més, el dia amb una SMR esta dividit en intervals de 6 hores i el territori català en comarques. La previsió es facilitarà en un format gràfic i en un format text:

- el **format gràfic** consta de quatre mapes, un per cada interval de 6 hores d'un dia, on s'acoloriran les comarques segons la probabilitat de que se superi el llindar considerat.
- el **format text** consta d'un llistat de les comarques afectades segons la probabilitat que se superi el llindar.

Els intervals de probabilitat són els següents:

Probabilitat superior al 70%: molt probable	
Probabilitat entre el 30% i el 70%: probable	
Probabilitat inferior al 30%: possible	

A més s'adjuntarà, al final de cada avís, un text que s'utilitzarà per descriure algun aspecte de la previsió o la possibilitat de superació d'algun altre llinar. Vegeu aquí els [darrers avisos](#) del SMC.

Un cop s'activa una situació d'avís la informació es transmet a la població a través de les pàgines web dels serveis meteorològics (Servei Meteorològic de Catalunya: http://www.meteocat.com/mediamb_xemec/servmet/marcs/marc_avis2.html i Agència Estatal de Meteorologia: <http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/avisos>) i dels mitjans de comunicació. Els serveis meteorològics envien l'avís immediatament al Centre d'Emergències de Catalunya (CECAT), depenent del Departament d'Interior de la Generalitat de Catalunya, la qual activa el pla d'emergències específic en funció de la situació (INUNCAT: per pluges intenses, NEUCAT: per nevades, etc.).

Aquests plans d'emergència estableixen les actuacions dels diferents cossos i institucions que vetllen per la seguretat de la població i dels bens (ajuntaments, bombers, policies, protecció civil, gestors del trànsit, etc.).

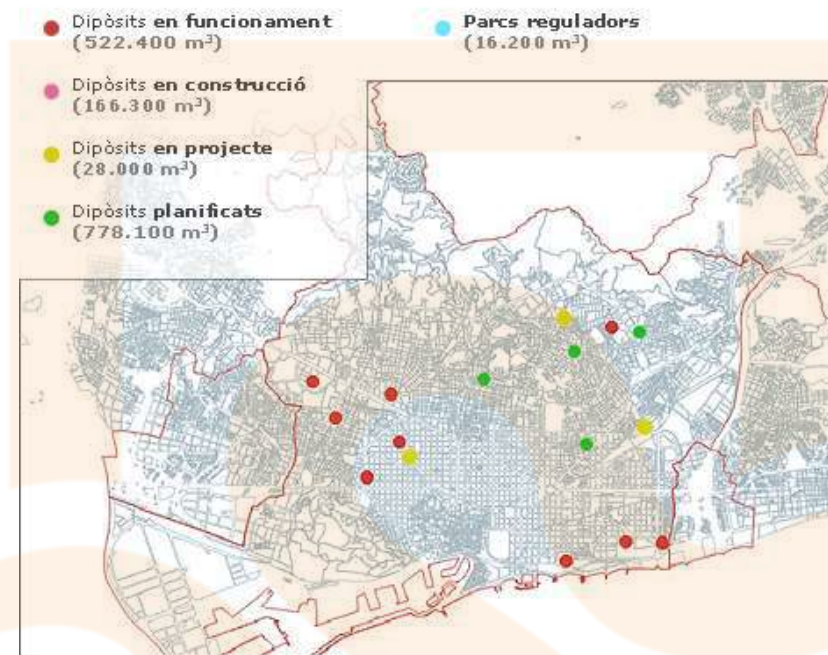
A nivell nacional, des de 1995, la prevenció de riscos meteorològics està regulat pel *Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Meteorología Adversa (meteoalerta)*, elaborat per l'Agència Estatal de Meteorologia depenent del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Seguint el que estableix aquest pla, hi ha un Grup de Predicció i Vigilància a cada comunitat autònoma que depèn del Centre Meteorològic Regional corresponent. Aquests grups realitzen les tasques de detecció i avís dels fenòmens meteorològics adversos que són transmesos a la població i a les administracions implicades (Governs de les Comunitats Autònomes afectades, Direccions Generals de Protecció Civil, Marina Mercant, Carreteres, Obres Hidràuliques, etc.).

El Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Meteorología contempla l'activació d'alertes davant fenòmens pròpiament meteorològics que pugui ser perillosos (aiguats, nevades, etc.), successos no meteorològics però que acostumen a produir-se lligats a determinades situacions meteorològiques (incendis forestals, allaus, etc.) o en cas de successos extraordinaris en els que les condicions meteorològiques regnants poden influir en els trastorns o danys que poden ocasionar (accidents indústries químiques, accidents nuclears, etc.).

El Grup de Predicció i Vigilància de Catalunya transmet les alertes meteorològiques a la Direcció General d'Emergències de la Generalitat de Catalunya i a la Delegació del Govern a Catalunya. Aquesta Delegació posa en funcionament els seus efectius de Protecció Civil si ho considera convenient.

Prevenir inundacions a la ciutat de Barcelona

A la ciutat de Barcelona s'han construït els darrers anys una sèrie de **dipòsits de regulació d'aigües pluvials** amb la finalitat de disminuir i evitar les inundacions a la ciutat.



Mapa dels dipòsits de Barcelona, amb indicació del seu estat

Aquests dipòsits tenen dues funcions molt concretes:

En primer lloc, **el seu volum de retenció permet una laminació del cabal**, de manera que el valor màxim del cabal de sortida del dipòsit presenta una notable reducció respecte al d'entrada. Això té òbviament efectes positius a la xarxa aigües avall, que pot funcionar de manera més descarregada en casos d'avinguda.

La segona funció és **mediambiental**: la retenció d'aigua de pluja fortament contaminada degut a l'escorriment per la ciutat evita el seu abocament a platges, rius i port. Aquesta aigua retinguda es deixa anar poc a poc, de manera que pot ser tractada a la depuradora. D'altra banda, l'aigua retinguda disminueix el seu grau de contaminació, degut a la sedimentació provocada per la seva retenció.

Les tipologies de dipòsits són molt variades, però bàsicament cal distingir entre **dipòsits a cel obert**, allà on es disposa d'espai suficient, i **enterrats**, on criteris urbanístics porten a fer servir la part superior com a parc, camp d'esports, carrer, etc. Tots els dipòsits construïts, en projecte o planificats disposen d'un **sistema de neteja automàtic programable**, que és capaç d'arrossegar mitjançant una onada d'aigua els fangs dipositats al fons. Disposen de **col·lectors d'entrada i sortida** que el connecten amb els eixos primaris de la xarxa de clavegueram.

Totes les entrades i sortides s'han de poder obrir i tancar mitjançant comportes. El **sistema de telecontrol** del dipòsit ha de permetre la tele-supervisió de l'estat de funcionament i la regulació en temps real de les comportes. Els efectes beneficiosos dels dipòsits seran percebuts pels més de 8 milions de visitants anuals de les platges de Barcelona, i també pels visitants d'altres platges limítrofes. A més, es contribuirà en la

preservació dels ecosistemes aquàtics i marins, en la línia d'una ciutat sostenible des del punt de vista mediambiental. En l'actualitat, aquests són els dipòsits en funcionament:

DESIGNACIÓ	TIPUS DE DIPÒSIT	FUNCIÓ	VOLUM AIGUA (m ³)	VOLUM OBRA CIVIL (m ³)	INICI OPERACIÓ
Zona Universitària	Enterrat	Ús mixt	105.500	145.000	Feb-2000
Bori i Fontestà	Enterrat	Ús mixt	71.000	93.000	Feb-2000
Parc Joan Miró	Enterrat	Ús mixt	55.000	70.000	Set-2003
Doctors Dolsa	Enterrat	Ús mixt	50.500	61.500	Feb-2003
Taulat	Enterrat	Anti-DSU	57.000	80.000	Mar-2004
Escola Industrial	Enterrat	Ús mixt	27.000	35.000	Feb-1999
Parc Central Nou Barris	Enterrat	Ús mixt	14.000	18.000	Mar-2003
Diagonal Mar	A cel obert	Anti-inundacions	17.500	17.500	Feb-2003
Parc del Poblenou	A cel obert	Anti-inundacions	1.400	1.400	Feb-1992
Plaça Fòrum	Enterrat	Anti-DSU	800	1.000	Mar-2004
TOTAL			399.700	522.400	

Està previst construir més dipòsits de regulació d'aigües pluvials a Barcelona, L'Hospitalet de Llobregat i Cornellà, A la fotografia inferior podem veure l'interior del dipòsit existent sota la plaça Joan Miró de la ciutat de Barcelona.

