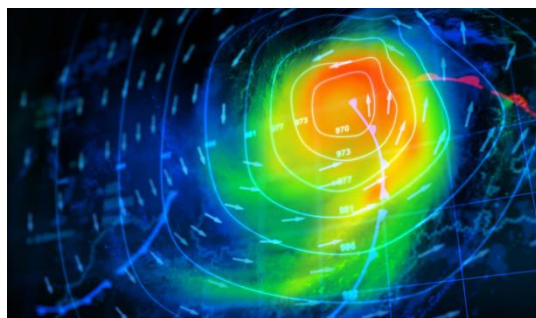


DESCOBRIM LA METEOROLOGIA



GUIA PEDAGÒGICA SOBRE METEOROLOGIA

La **meteorologia** és la disciplina que estudia el **temps atmosfèric**, les variables que caracteritzen l'estat de l'atmosfera en un moment determinat i en un lloc o regió determinats i els seus valors: temperatura, humitat, precipitació, vent... També permet predir el temps que farà. Descobreix l'apassionant món de la meteorologia a través d'aquest dossier!



Un projecte de:



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Amb la col·laboració de:



Generalitat
de Catalunya



Agència Catalana
de l'Aigua

ÍNDEX

L'ATMOSFERA I LA SEVA OBSERVACIÓ

1. EL REGAL DELS NÚVOLS	3
◦ El cicle de l'aigua	3
◦ El clima mediterrani	5
2. OBSERVANT L'ATMOSFERA	7
◦ Estació meteorològica	8
◦ Satèl·lit	10
◦ Globus sonda	11
◦ Radar	11
◦ Mapes de llamps	11
3. PREDINT EL FUTUR	12
◦ Mètodes meteorològics tradicionals	12
◦ Mètodes meteorològics i hidrològics actuals	13

Referència per citar aquest dossier:

Llasat-Botija, M., E. Pardo, M.C. Llasat, 2022. Descobrim la meteorologia. Guia pedagògica sobre meteorologia. Dossier Àrea Pedagògica Projecte AGORA 1. Universitat de Barcelona

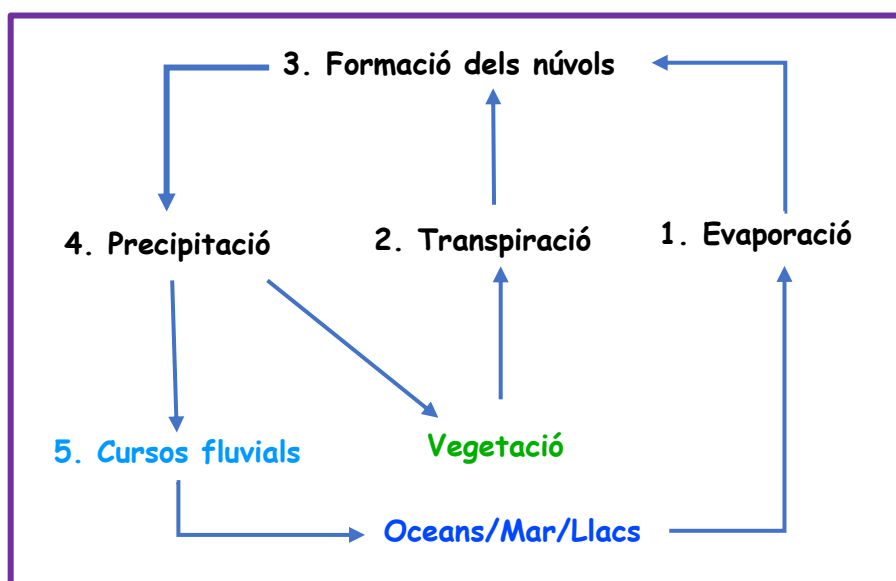
L'ATMOSFERA I LA SEVA OBSERVACIÓ

1 ELS REGALS DELS NÚVOLS.

A l'atmosfera hi tenen lloc els **fenòmens meteorològics** o **meteors**, és a dir, qualsevol manifestació aèria, lluminosa o elèctrica, com el vent, la pluja, la neu, la boira, l'arc de Sant Martí, els halos, el llamp, el tro, etc.

Tot i que el seu límit es troba a 10.000 km d'altitud, és en la primera capa de l'atmosfera on ocorren els meteors que ens afecten més directament. Aquesta capa, anomenada troposfera, té un gruix d'uns 10-13 km. En ella es formen els núvols que poden provocar pluja, tempestes, llamps, inundacions, etc. La formació dels núvols forma part del cicle de l'aigua.

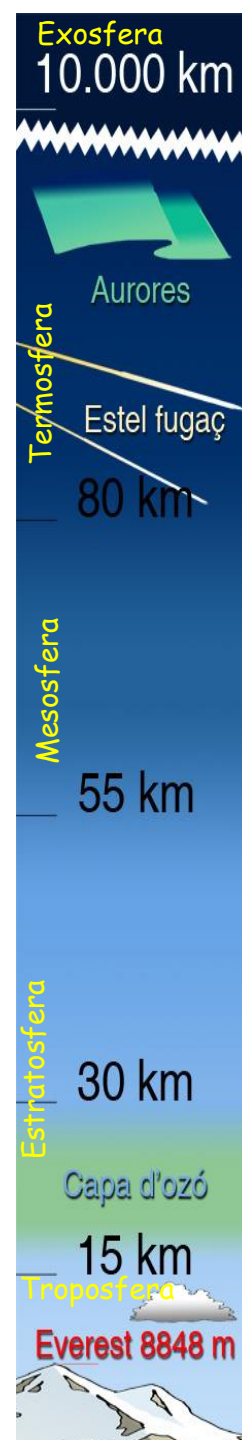
EL CICLE DE L'AIGUA



1. Evaporació: procés pel qual l'aigua passa d'estat líquid a gasós gràcies a la calor del Sol. L'aigua en forma gasosa (vapor d'aigua) forma part de l'atmosfera i prové sobretot de mars, llacs, rius, etc.

2. Transpiració: la vegetació absorbeix aigua del sòl a través de les arrels. Aquesta es trasllada fins a les fulles on es realitza la fotosíntesi. Aquest procés implica la pèrdua d'aigua per les fulles en forma de vapor.

Aquest vapor s'incorpora a l'atmosfera en quantitats proporcionals a la cobertura vegetal. L'evapotranspiració és la suma de la transpiració i l'evaporació.

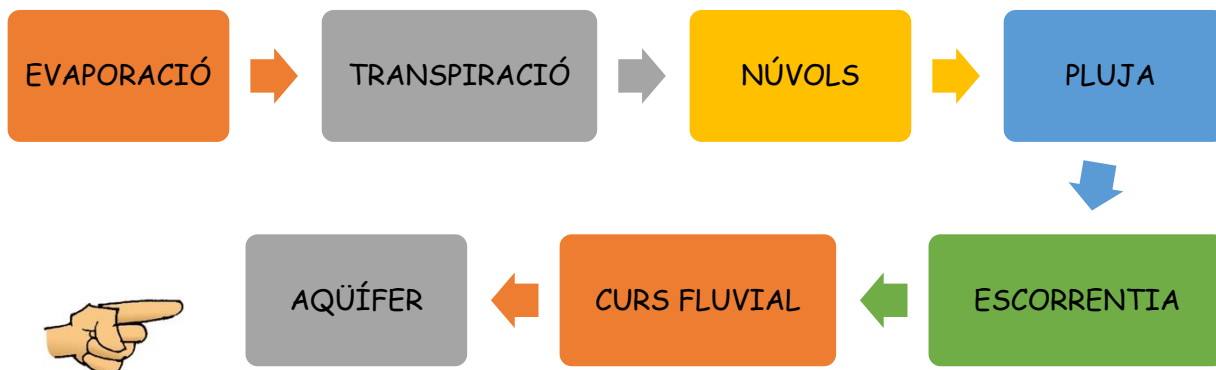


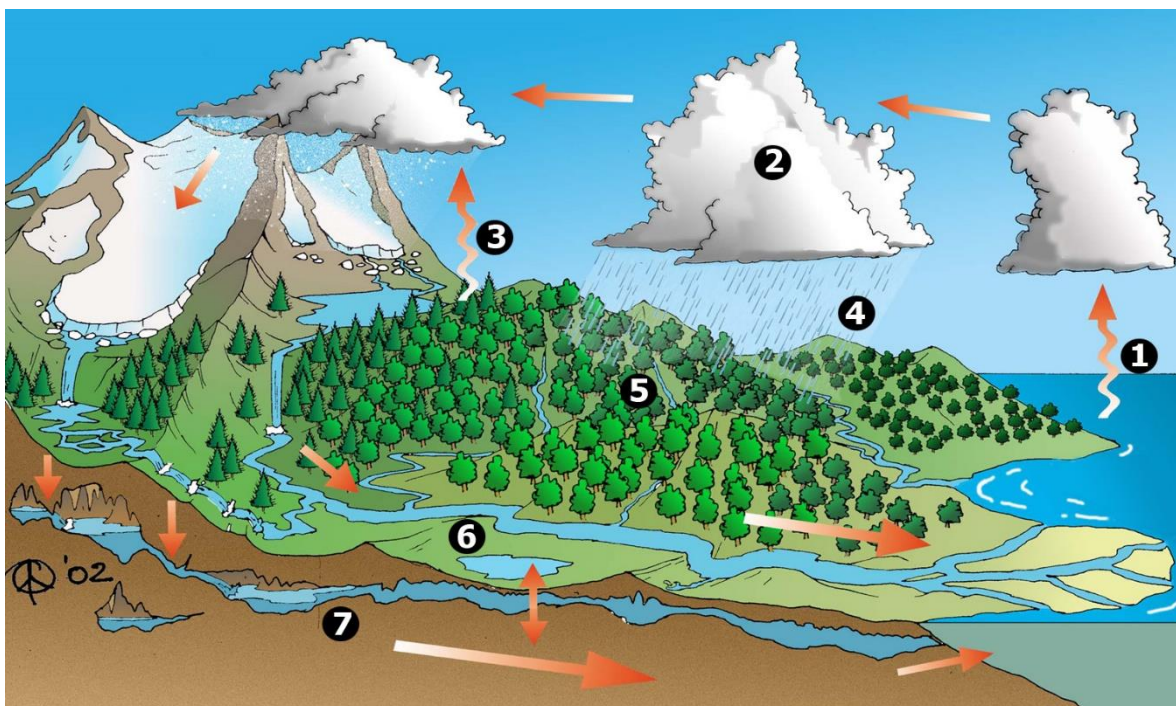
3. Formació dels núvols: els núvols són agrupaments de minúscules gotes d'aigua o cristalls de gel que, degut a les seves petites dimensions (0,01 mm), se sostenen i floten en l'aire. Quan el vapor d'aigua de l'atmosfera ascendeix, aquest es refreda i passa d'estat gasós a líquid. Aquest procés anomenat **condensació** és el que forma els núvols. A vegades l'aire pot ascendir dins del núvol a gran velocitat (més de 10 m/s), arrossegar les gotes i cristalls de gel i arribar a formar núvols molt grossos.

4. Precipitació: les gotes d'aigua o cristalls de gel suspesos en els núvols (fins a 1000 gotes/cm³) poden arribar a unir-se entre si fins que assoleixen el pes necessari per caure. Segons les temperatures a l'interior del núvol i a nivell del terra, la precipitació serà d'aigua líquida o neu. Els cumulonimbus (gruixuts núvols que s'estenen des de la part inferior de la troposfera fins a alçades de 8.000 metres o més) també poden produir pedra, calamarsa...

5. Cursos fluvials: l'aigua precipitada al terra es desplaça per la força de la gravetat cap a les cotes més baixes. Aquest procés pot donar-se directament sobre el terra (**escorrentia**), en els cursos fluvials (**rius**) o sota terra (cursos subterranis i **aqüífers**). Tota la superfície de terreny que drena aigua cap a un riu és coneguda com a **conca fluvial**. La gran majoria d'aquesta aigua desemboca als mars i oceans, si bé una part s'evapora, una altra és absorbida pels éssers vius i una altra queda atrapada sota terra.

Segons el text, indica a què es corresponen els números de l'esquema:





EL CLIMA MEDITERRANI

El **clima** és el conjunt de condicions atmosfèriques que caracteritzen una regió. És important diferenciar entre el clima d'una regió i el temps d'un dia en concret (en un clima humit també hi ha dies calorosos i secs).

El clima mediterrani es caracteritza per la presència d'una estació seca i càlida a l'estiu i hiverns amb temperatures suaus. És el clima típic de las terres pròximes al mar Mediterrani, si bé no és exclusiu d'aquesta zona. Així doncs, es poden trobar climes mediterranis a l'Àfrica, Amèrica i Austràlia.

PARTICULARITATS DEL CLIMA MEDITERRANI:

- Estius secs i càlids
- Hiverns suaus i humits
- Pluges irregulars, amb períodes secs
- Pluges curtes i intenses
- Temperatures mitjanes anuals entre els 15-20 °C
- Pluviometria mitjana entre 300 i 800 mm anuals

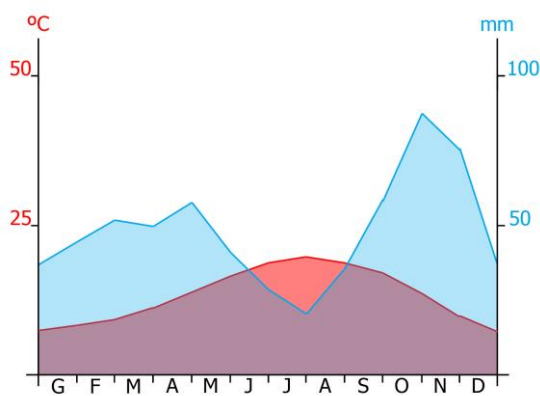


Diagrama ombrotèrmic de Barcelona

Cal destacar la **irregularitat pluviomètrica** en el clima mediterrani. Per exemple, la precipitació mitjana anual de París (clima atlàntic, humit) i Barcelona (clima mediterrani) és en ambdós

casos d'uns 600 mm. Tot i així, a Barcelona, aquesta precipitació anual es distribueix de forma irregular durant l'any i fins i tot en diferents anys. A París es distribueix uniformement.

Aquestes ciutats són en zones de clima mediterrani. Sabries ubicar-les?



1. Adelaida
(Austràlia)

6. Perth
(Austràlia)

7. San Diego
(USA)

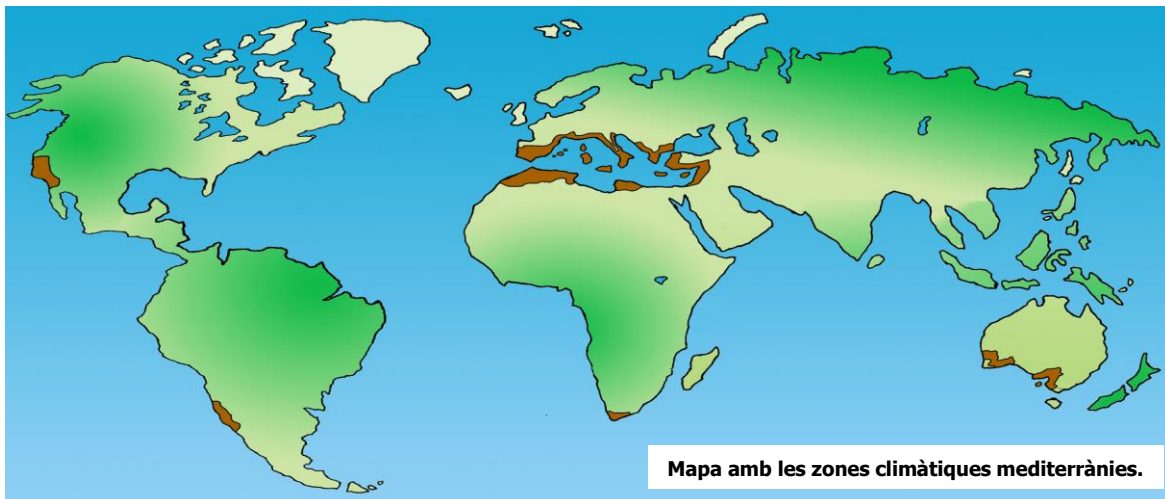
2. Barcelona
(Espanya)

5. Marràqueix
(Marroc)

8. Santiago
(Xile)

3. Ciutat del
Cap (Sud-
Àfrica)

4. Jerusalem
(Israel)



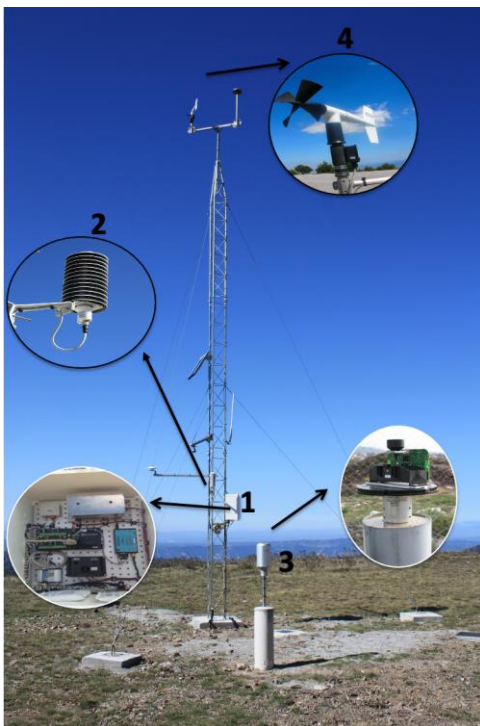
Mapa amb les zones climàtiques mediterrànies.

2 OBSERVANT L'ATMOSFERA

El coneixement del clima ha estat fonamental pel desenvolupament històric de les societats humanes. Encara avui, la seva vinculació amb moltes activitats a l'aire lliure provoca un gran interès en la societat actual i pot prevenir importants pèrdues humanes i materials.

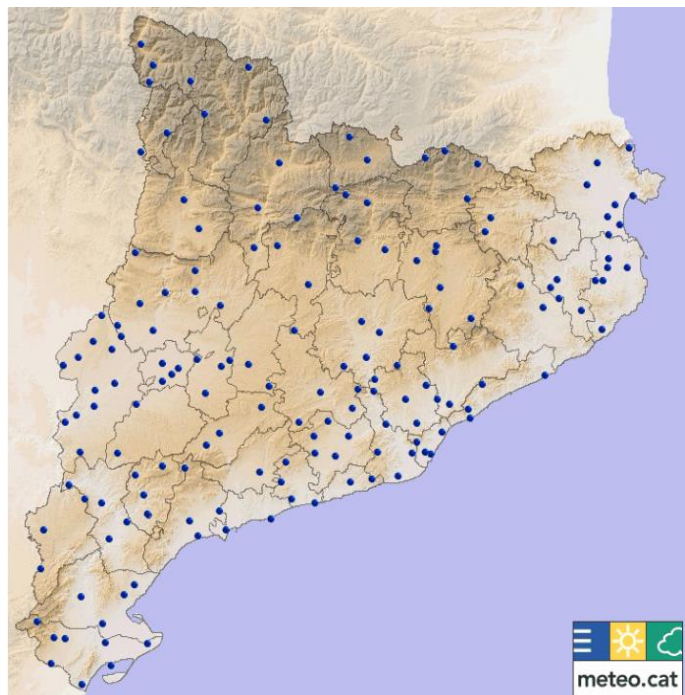
Per tal de conèixer el clima i predir-lo s'utilitzen, actualment, diferents instruments que recullen dades meteorològiques, les quals són interpretades i processades en conjunt i es troben en les estacions meteorològiques.

Les estacions automàtiques contenen sofisticats sensors que enregistren les variables meteorològiques que, de manera automàtica, seran arxivades i enviades als ordinadors on es revisaran i processaran.



Estació meteorològica:

- 1: Sensor de pressió atmosfèrica (baròmetre)
 - 2 Abric meteorològic contenint sensor d'humitat (higròmetre) i de temperatura de l'aire (termòmetre).
 - 3 Pluviòmetre: precipitació
 - 4 Anemòmetre: direcció i velocitat del vent
- Foto: Servei Meteorològic de Catalunya



Mapa d'ubicació d'estacions meteorològiques automàtiques del Servei Meteorològic de Catalunya.

Font: Servei Meteorològic de Catalunya.

ESTACIÓ METEOROLÒGICA

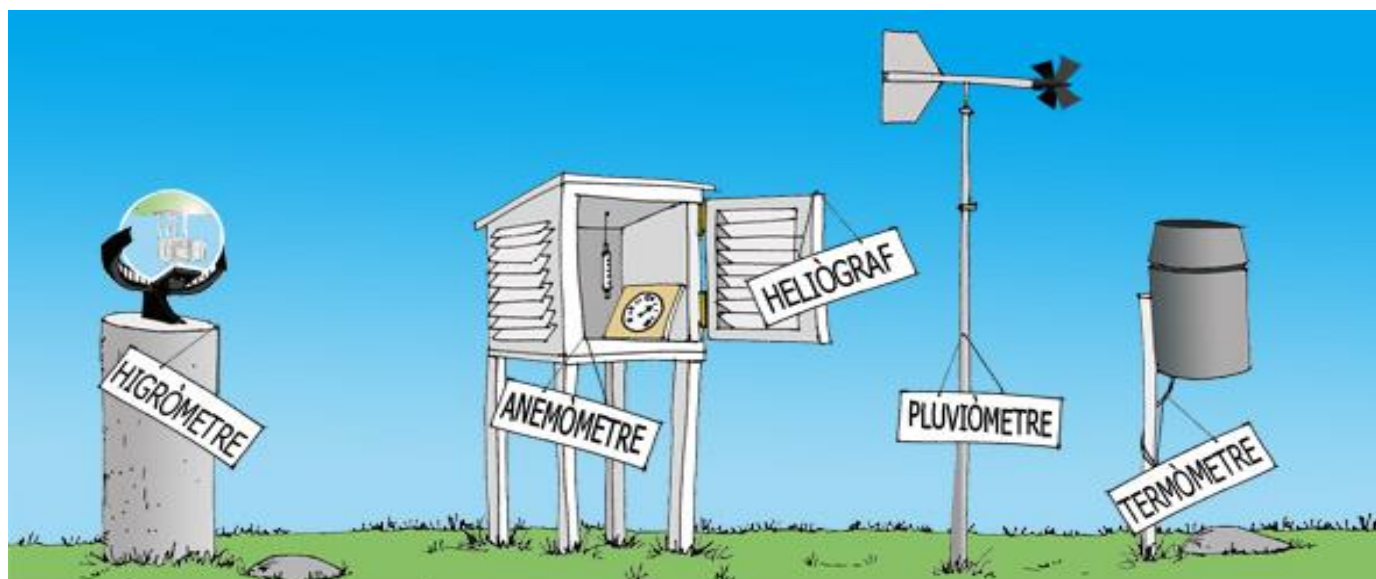
Les estacions meteorològiques enregistren diverses variables meteorològiques amb els aparells corresponents. Moltes d'elles són automàtiques i recullen les dades sense intervenció de personal, altres són manuals. En general, els instruments que es poden trobar en una estació són:

- **Termòmetre:** mesura la temperatura de l'aire. Per realitzar una mesura correcta, el termòmetre s'instal·la en un armari elevat que permet el pas de l'aire però no de la insolació.
- **Baròmetre:** registra els canvis de pressió atmosfèrica, és a dir, el pes de l'aire sobre el terra.
- **Pluviòmetre:** recipient en el que s'acumula l'aigua de la pluja o neu. En llocs amb temperatures inferiors a 0°C disposa de resistències per a fondre la neu. Permet mesurar la precipitació caiguda.
- **Higròmetre:** mesura la humitat relativa de l'aire (quantitat de vapor d'aigua present en l'aire).
- **Heliògraf:** esfera de cristall que concentra els rajos solars cremant un punt d'un paper graduat. Mesura la insolació solar, és a dir, les hores de llum solar i la seva intensitat segons el traç cremat.
- **Anemòmetre:** Petita hèlix que gira amb la força del vent. Permet mesurar la velocitat del vent.

Després d'una forta ventada, els cartells d'aquesta estació estan desordenats.



Pots col·locar-los correctament?



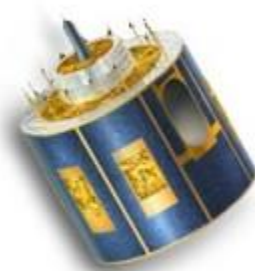
SATÈL·LIT METEOROLÒGIC

Orbitant entorn del planeta hi ha satèl·lits artificials que permeten recollir diverses dades atmosfèriques com la temperatura o la distribució i l'espessor dels núvols. També permet l'observació de superfícies nevades, les tempestes de sorra, la contaminació, els focs forestals o els núvols de cendres volcàniques.

Els satèl·lits meteorològics es poden classificar segons la seva òrbita i moviment. Els **Heliosíncrons**, com el NOAA o LANDSAT, situats a 1000 km, solen passar sobre un punt determinat a la mateixa hora i periòdicament. S'utilitzen sobretot per l'avaluació de recursos naturals.

Els **Geosíncrons**, com el METEOSAT, o de comunicacions (televvisions, etc.) es mantenen sempre sobre una mateixa àrea de la superfície i es mouen a la mateixa velocitat que la Terra, a uns 36.000 km d'alçada. Les principals missions són per l'observació meteorològica: cobertura de neu, contingut de vapor d'aigua a l'atmosfera, etc.

El satèl·lit METEOSAT orbita sobre la zona mediterrània i recull imatges en diversos canals (diferents longituds d'ona) com el visible, el d'infrarojos i el de vapor d'aigua. Aquest darrer permet conèixer la quantitat de vapor d'aigua d'una massa d'aire. El canal infraroig permet discriminar entre neu o gel i núvols.



Satèl·lit METEOSAT
(Font: ESA)

LES IMATGES DES DELS SATÈL·LITS



D'esquerra a dreta, imatges dels canals visible, infraroig i de vapor d'aigua (© EUMETSAT, 12:00h del 17-07-2008)

El **canal visible** mostra el que veuríem si nosaltres mateixos estiguéssim mirant des de dalt ja que capten la radiació solar reflectida. Les imatges brillaran més si té més contingut d'aigua que de gel i segons el seu espessor.

El **canal infraroig** detecta la temperatura, un cos fred es veu molt brillant i un cos calent més fosc. Permet discriminar, entre d'altres, temperatures i alçades de núvols.

El **canal de vapor** d'aigua estima el contingut de vapor d'aigua, a més vapor d'aigua més brillant.

GLOBUS SONDA

La troposfera, on tenen lloc la majoria dels meteors, té una altura d'uns 10-13 km des de la superfície. Les condicions atmosfèriques de la part alta de la troposfera influenciaran a les de la part baixa.

Per a estudiar les condicions meteorològiques d'altura s'alliberen globus que pugen fins a una altura d'uns 10 km dels quals penja un datalogger o unitat de control, amb un sensor de temperatura, un d'humitat i un de pressió. El seguiment es fa a través de GPS, i a partir de la seva trajectòria s'obté la velocitat i direcció del vent.

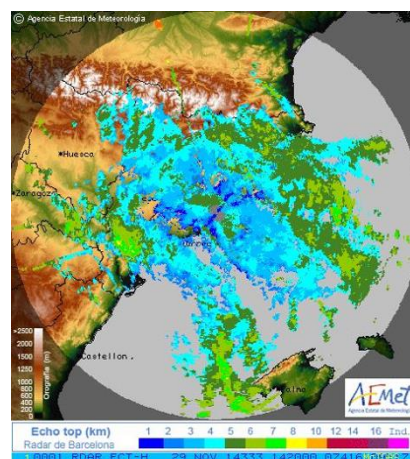
A partir de la informació que proporciona el globus sonda s'analitza el perfil vertical de temperatura, humitat i vent, sobre la zona de llançament. Aquestes dades són fonamentals per la construcció de models meteorològics.



GLOBUS SONDA d'observació aerològica, del SMC, llençat des del terrat de la Facultat de Física, a Barcelona. (Font: M.C. Llasat)

RADAR METEOROLÒGIC

El radar és un aparell que emet i rep impulsos d'ones electromagnètiques. Aquestes ones reboten en els objectes que es troben al seu pas. Aquestes ecos, que són proporcionals a la densitat i mida de l'objecte en el que reboten, són mesurats pel mateix radar. Aquestes ones també reboten en les gotes de pluja, fet que permet mesurar la intensitat de precipitació en la zona d'abast del radar.



Imatge de RADAR METEOROLÒGIC amb bandes de precipitació (29 de novembre de 2014) (AEMET)

MAPA DE LLAMPS

Les descàrregues elèctriques atmosfèriques (llamps) emeten diferents formes de radiació: lumínica, sonora i de ràdio. Instal·lant un tipus de receptors d'ones de ràdio es poden detectar els llamps formats en les tempestes ja siguin a l'interior dels núvols o els que es descarreguen al terra. Això permet seguir les tempestes des del moment en que es formen.

3 PREDINT EL FUTUR

Las prediccions meteorològiques permeten fer una aproximació al temps que farà en un futur pròxim. Per a la seva realització actualment s'utilitzen mètodes basats en equacions matemàtiques i calculats amb potents ordinadors, els **models meteorològics**. Abans de l'existència d'aquests, però, era necessari l'ús de mètodes basats en l'observació dels canvis de la naturalesa davant dels canvis atmosfèrics (útils localment i a curt termini): els **mètodes tradicionals**.

MÈTODES METEOROLÒGICS TRADICIONALS

Núvols: la forma, ubicació i aspecte dels núvols. Uns núvols voluminosos i foscos solen provocar pluja, tempestes i fins i tot calamarsa.

Vent: segons d'on bufi o els girs que realitzi. En algunes zones costaneres, el vent de mar a terra ve carregat d'humitat i afavoreix la formació de núvols que descarregaran pluja.

Orenetes: habitualment es relaciona el vol baix d'aquest tipus d'aus a pluges molt properes.

Migracions: una migració primerenca de les aus cap al sud, s'associa a un estiu curt i una arribada prompte, amb bon temps. D'altra banda, en hiverns durs arriben al Mediterrani, amb més abundància de l'habitual, aus típiques de zones nòrdiques fugint del fred. Aquesta conducta fins i tot ha donat nom a algunes espècies com la fredeluga (*Vanelus vanellus*).

Flors: les **carlines** (*Carlina acanthifolia*) seques reaccionen davant la humitat tancant-se (associant-se a pluja). Per aquest motiu, i d'altres mitològics, es posaven a les portes de les cases.

Dolors: algunes persones pateixen dolors en antigues fractures o lesions del sistema muscular i/o esquelètic davant dels canvis de temps. Aquest dolor s'associa als canvis de pressió atmosfèrica.

Refranys: la memòria popular recull la informació respecte als fenòmens meteorològics amb frases ben conegudes com: "Pel maig cada dia un raig".

Frare del temps: senzill higròmetre que es basa en un feix de cabells que s'allarga o encongeix segons la humitat ambiental.



Segons els indicis que apareixen a la il·lustració...
Quin temps creus que farà?

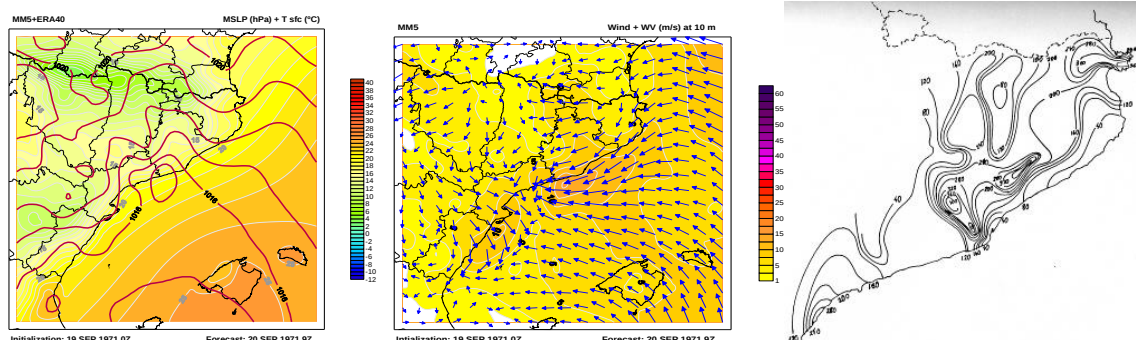


MODELS METEOROLÒGICS I HIDROLÒGICS ACTUALS

Per tal de predir el temps atmosfèric dels propers dies és necessari partir de les dades actuals proporcionades pels sistemes de recollida d'informació meteorològica (estacions, satèl·lits, globus sonda, etc.). Aquestes dades són introduïdes en un programa informàtic que simula el comportament atmosfèric: són models numèrics de pronòstic i treballen amb una enorme quantitat de variables per la qual cosa és necessari l'ús d'ordinadors de gran potència.

Un model hidrològic descriu, mitjançant equacions matemàtiques, els processos fonamentals que poden tenir lloc a una conca hidrogràfica. Els models s'utilitzen principalment per estimar el cabal a partir de la precipitació, i poden ser executats en temps real (per exemple, per donar avisos d'avingudes).

D'altra banda, els models hidrològics són utilitzats per prendre la millor decisió davant de pluges torrencials, inundacions i sequeres. Quan les condicions hidrometeorològiques són extremes, cal anticipar-se, per garantir la protecció de la població i els béns materials. Si es coneix la magnitud d'un esdeveniment, amb les alertes primerenques poden avisar a temps les persones i organitzacions públiques per estar preparats.



A les imatges, s'observa, d'esquerra a dreta: l'anàlisi de pressió en superfície i l'anàlisi de vent també a nivell de superfície, fets amb un model meteorològic (MM5); el mapa de la dreta mostra la distribució de pluja (en mm) per les inundacions de 1971 que van produir greus danys a Cornellà on es van recollir més de 200 mm (Llasat et al, 2007).