

LES PLUGES DE FANG A BARCELONA

El fenomen de les pluges de fang no és desconegut a nivell popular des de fa temps en els indrets on se'n produeixen, ja que llurs efectes (els petits dipòsits de fang de tons més o menys ocres que aquest tipus de precipitació deixa sobre la superfície en evaporar-se l'aigua) són moltes vegades ben visibles. La singularitat i, de vegades, la vistositat del fenomen van despertar la imaginació i la superstició dels nostres avantpassats, que van arribar a parlar, en referir-s'hi, de *pluges de sang*. Cal no oblidar que tal denotació, per increïble que sembli, no és excessivament exagerada, si es té present que s'han observat —i hi ha dades recents verídiques— pluges d'objectes molt variats, fins i tot d'aranyes, grànoltes etc., en diverses parts del món (HARDY *et al.*, 1983). En l'actualitat, el ciutadà de les àrees en les quals tenen lloc les esmentades pluges, com el barceloní, reconeix el fenomen principalment pels dipòsits deixats damunt els cotxes, les finestres, els terrats etc., ben distingibles, en moltes ocasions, dels constituïts per partícules procedents únicament de la pol·luta atmosfera urbana.

Aspectes generals de les pluges de fang

La *pluja de fang* pot definir-se com una pluja —en sentit genèric, pluja, plovisc o ruixat— que arrossega al seu pas per les capes de l'aire partícules de *pols*, i les disposa damunt terra. Convé de detallar aquesta definició. En primer lloc, en dir que *arrossega* es vol assenyalar que són les gotes de pluja les responsables que les partícules de pols caiguin o precipitin. Es tracta, doncs, granulomètricament, de partícules molt fines, pràcticament en suspensió en l'atmosfera, sense velocitat de caiguda, com pols flotant (FONT TULLOT, 1983). Essent així, el fenomen de la pluja de fang ha de separar-se clarament dels de les tempestes de pols i de sorra, en les quals les partícules aixecades i transportades pel vent cauen pel seu propi pes.

Cal també assenyalar que la natura físico-química de les partícules pot ésser

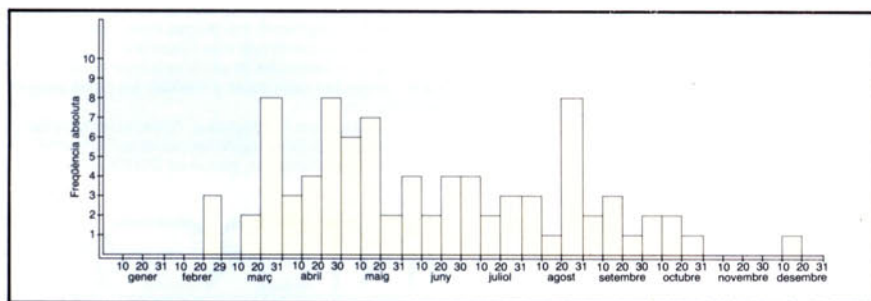


Fig. 1: Distribució en seqüències de 10 dies, o semblants, de les 86 dates registrades amb pluges de fang

molt diversa. Segons el seu comportament davant l'aigua, se'n poden distingir diversos tipus: les que absorbixen aigua, les humitejables però no solubles i les hidròfobes (SCHAEFER, 1983); respecte de la seva composició mineral, és també àmplia la gamma de minerals que les constitueixen. Precisament d'aquest fet es deriva una característica fonamental, si no definitiva, en l'àrea mediterrània: és el to marró rogenc o ocre de la seva coloració general ocre groguenc, per la presència d'òxids de ferro. Alguns autors, com TULLETT (1984), assenyalen que les pluges de fang poden contribuir significativament a introduir minerals *estranyos* en els horitzons dels sòls on es precipiten.

A Espanya, les àrees amb major freqüència de pluges de fang són els litorals sud-oriental i llevantin, on taquen l'emblanquinat de seves cases, i a la resta d'Europa el sud d'Itàlia és una altra àrea on el fenomen es dona amb una certa freqüència (MEDINA, 1973). Però tals precipitacions no són desconegudes a l'Europa central o d'altres àrees, com les Illes Britàniques (STEVENSON, 1969; TULLETT, 1978; GEORGE, 1981). La preferència, en les penínsules Ibèrica i Itàlica, per aquells sectors meridionals és indubtablement conseqüència de la procedència de la pols que forma part d'elles. És creència generalitzada, encara que l'escassa quantitat d'estudis sobre el tema no ho justifiqui en tots els casos, que la pols de les pluges de fang procedeix, a Espanya i a la resta

d'Europa, d'Àfrica, concretament dels sectors septentrionals del Sàhara i de la serralada de l'Atlas. Així doncs, i suposant unes trajectòries, més o menys directes, cap al nord, les àrees meridionals o llevantines espanyoles han de rebre més precipitacions d'aquest tipus que sectors més septentrionals, afectats a més per una circulació regional més marcada pels vents dominants de l'oest.

Sembla, doncs, i això dona peu per a referir-se a l'origen de l'anomenada pols, que aquest és en les àrees desèrtiques del nord d'Àfrica. Allí, el vent ha de poder efectuar una considerable deflació (DERRUAU, 1970), o una escombrada de partícules fines, donada la desprotecció dels sòls o la intensa meteorització que sofreixen les roques a climes tan extrems, aixecant les més fines fins a altures considerables. Transportades pel vent cap al nord, en ocasions, poden després ésser arrossegades, damunt les nostres latituds, per la pluja, convertint-se en pluja de fang. En alguns treballs se situa l'origen concret de la pols de les pluges de fang en l'aixecat per tempestes de pols o de sorra en aquelles àrees desèrtiques hores abans.

Cal afegir que les pluges de fang poden ésser incloses dintre un grup de fenòmens més ampli, que es podria anomenar *precipitacions aquoses de fang*, que abraçaria tant aquelles com les precipitacions de *neu acolorida*. Aquest fenomen, només conegut a Europa en àrees de muntanya, consisteix en la caiguda de neu barrejada

amb la mateixa pols descrita, la qual cosa dona a aquella una sorprenent coloració groc-ocre, essent l'aspecte de la capa quallada la de la neu tacada. Aquest fenomen és desconegut a Barcelona, i a la resta del país, perquè, a la relativa raresa de les nevades, s'uneix el fet decisiu que les situacions atmosfèriques que solen produir-les comporten fluxos de component sud, càlids. Un dels pocs treballs complets dedicat a les precipitacions aquoses de fang es refereix precisament a un episodi de neu acolorida damunt els Alps (CLÉMENT *et al.*, 1972). En ell, es detalla la granulometria i la fracció mineral recollida a Grenoble, on es destaca l'abundància relativa de la fracció compresa entre 20 i 2 μ (70%) i l'absència d'elements superiors a 50 μ . El material, qualificable, per tant, com llim fi, va tenir el seu origen, segons els autors, a les proximitats de l'àrea d'El Goléa (Algèria). La pols va recórrer des d'allí un arc d'uns 1 700 km en un temps de 28 hores, desplaçant-se, doncs, a una velocitat mitjana –la del vent– d'uns 60 km/h, i a una altitud d'uns 3 000 m. La trajectòria descrita passà sobre la vertical de Sardenya. Els llims analitzats eren composts per quars, òxids de ferro, miques, calcita, i, fins i tot, minerals feixucs.

Una altra qüestió relacionada amb la granulometria del material sòlid precipitat és el fet, ben conegut, que la mida de les partícules disminueix en augmentar la distància de l'àrea d'origen, per la descàr-

rega progressiva i primera dels elements més feixucs. Un clar exemple d'aquest fet és presentat per R. Candel, qui comparà les mostres de les pluges de fang recollides a Barcelona i a París en la mateixa data, el 27 de novembre 1930 (CANDEL, 1971).

En castellà, les pluges de fang s'anomenen *lluvias de barro*, però també són conegudes com a *lluvias de fango* (HERNÁNDEZ YZAL, 1968), *lluvias coloreadas* (HARDY *et al.*, 1983), com en català, o amb altres qualificatius més vulgars en algunes àrees urbanes.

Dificultats i limitacions de l'observació de les pluges de fang

L'estudi climàtic de les pluges de fang es troba, al nostre país i en d'altres, amb algunes dificultats, que poden explicar la relativa manca de treballs i d'investigacions. D'aquestes dificultats, unes són alienes i d'altres, intrínseques al mateix fenomen. En referència a les primeres, cal indicar, abans de tot, que el fenomen és anotat rarament en els quaderns d'observació de les estacions meteorològiques, i quan ho és, és de manera poc sistemàtica, amb descuits i llacunes, cosa que impedeix qualsevol anàlisi estadística rigorosa. Fent referència a les segones limitacions, és evident que el fenomen en si planteja almenys dos tipus de dificultats d'observació: D'una banda, una pluja de fang amb poca càrrega sòlida pot passar desapercebuda a l'observador,

especialment si és situat a la ciutat o en una àrea industrial; discernir si hi ha hagut pluja de fang o no resta, fins a cert punt, a ple criteri de l'observador. Una altra limitació més preocupant és la dificultat d'observació d'una pluja de fang seguida, sense solució o gairebé sense solució de continuïtat, d'una precipitació abundant i sense fang. És a dir, una pluja petita, o fins i tot un plugim de fang seguit d'un ruixat fort sense càrrega sòlida, o un ruixat que comença essent de fang, en rentar la pols de l'atmosfera, per a després continuar sense la barreja de pols, un cop neta, poden no deixar les típiques taques de color groc-ocre damunt determinades superfícies. En l'aigua recollida en el recipient del pluviòmetre –abundant en el cas esmentat–, si aquell era brut prèviament a la precipitació o la pols era gaire soluble, no pot ésser detectada amb facilitat la càrrega de fang. Aquest cas descrit no deu ser infreqüent, ja que, en general, les primeres gotes de la precipitació aquosa són les que deuen aportar més partícules, que van a poc a poc disminuint a l'aire, si no hi ha un nou suport, essent la resta de la precipitació més neta. Les reduïdes quantitats, inapreciables o molt dèbils, que, en general, poden ésser atribuïdes a les pluges de fang, després del desglossament dels historials meteorològics de l'observatori sobre el que ha estat realitzat l'estudi –com hom veurà després– recolzen aquesta hipòtesi. És cert, com

Fig. 2: Topografia de la superfície de 500 mb del dia 22 de setembre de 1959, a les 12 h TMG

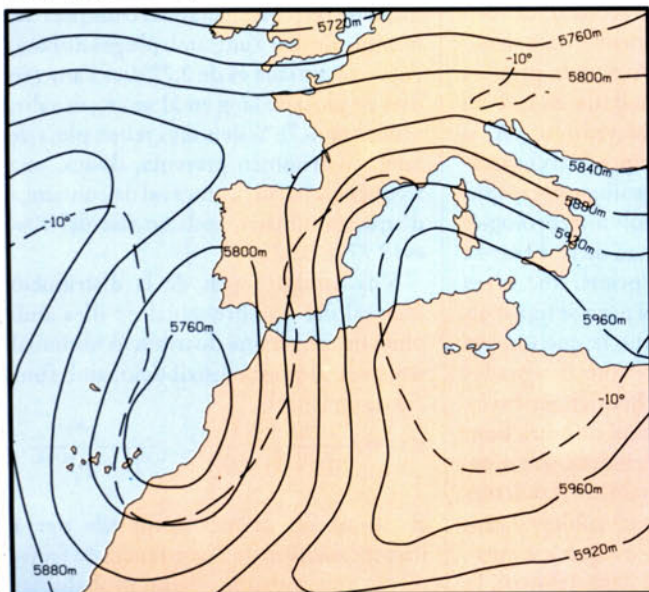
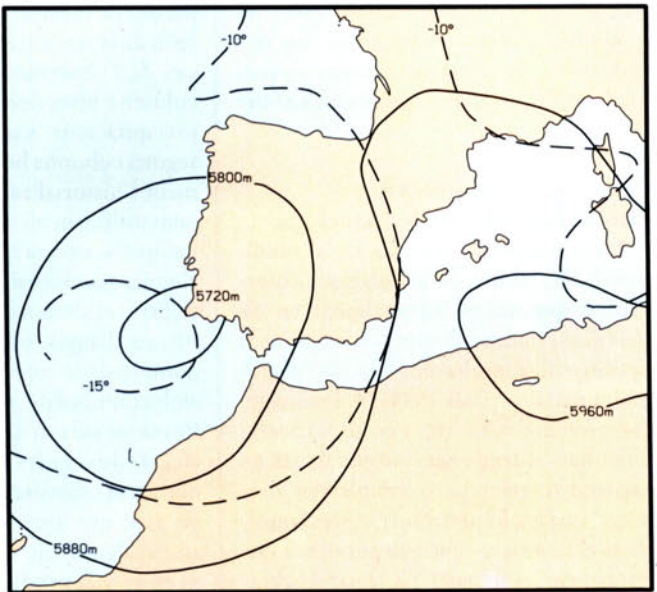


Fig. 3: Topografia de la superfície de 500 mb del dia 8 de juliol de 1972, a les 0 h TMG



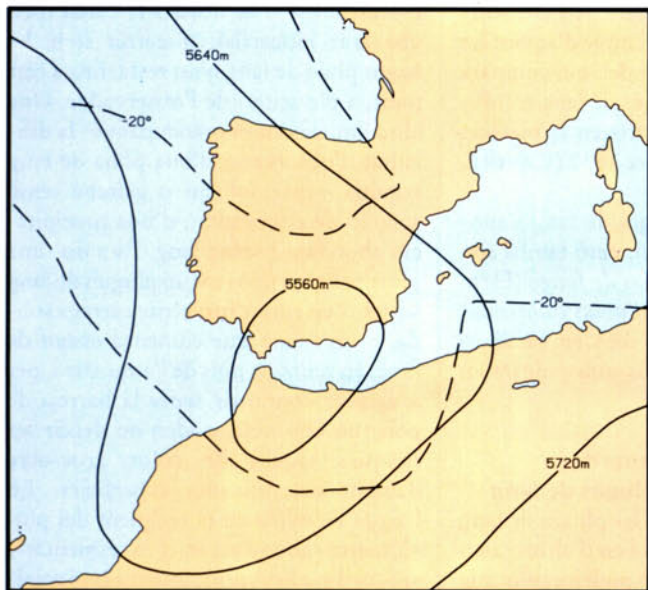


Fig. 4: Topografia de la superfície de 500 mb del dia 22 de març de 1973, a les 0 h TMG

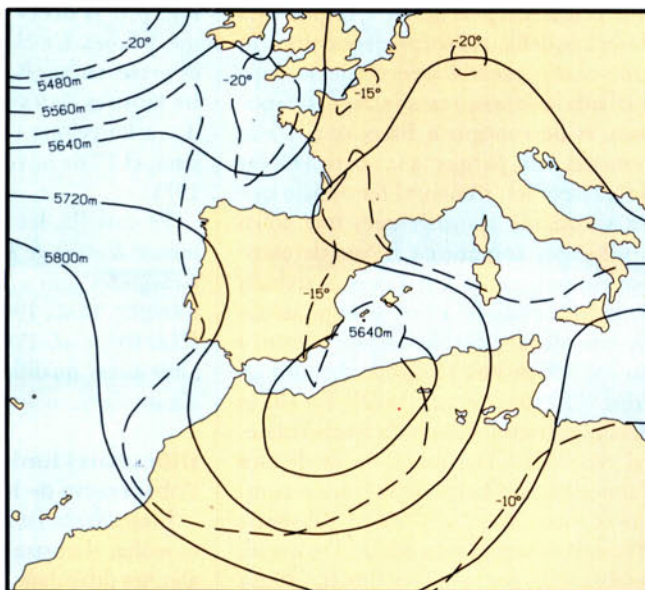


Fig. 5: Topografia de la superfície de 500 mb, a les 0 h TMG, del dia 9 de maig de 1971

després s'evidencia, que en determinades situacions productores de pluges de fang les quantitats de precipitació no poden ser altes, però n'hi ha d'altres que sí que ho son, i criden, doncs, l'atenció les quasi nul·les quantitats que els corresponen, enregistrades en moltes ocasions com a plugines. En la mateixa impressió, els autors del present estudi han observat en alguna ocasió continguts apreciables de fang al començament d'una pluja, al final de la qual, si era abundant, no queden taques clares damunt de les superfícies d'observació habituals. Aquesta hipòtesi, sobre l'existència d'un nombre important de pluges de fang que passen més o menys desapercibudes quan les quantitats d'aigua precipitades són elevades s'ha de plantejar, doncs, davant qualsevol tipus d'anàlisi climàtica sobre aquest tema.

Les dades disponibles a l'Observatori Fabra de Barcelona

L'Observatori Fabra, situat al municipi de Barcelona, és un dels pocs observatoris que anota habitualment en els seus diaris meteorològics l'esdeveniment de pluges de fang, havent-hi dades disponibles per al període 1944-74. Probablement són dades una mica influïdes per les dificultats intrínseques assenyalades en l'apartat anterior, però compleixen, després d'una anàlisi detallada, certes condicions d'homogeneïtat que permeten llur tractament estadístic. Es tracta segura-

ment d'una sèrie més homogènia i fiable que les de dies amb calamarsa o tempesta de molts altres observatoris, o fins i tot de dies amb precipitació.

L'observatori té el seu enclavament a $\varphi = 41^{\circ} 24' 59''$ N, $L = 0$ h. 8 m. 30 s. E, a uns 420 m d'altitud, al vessant sud-est de la serra de Collserola, enfront del nucli urbà de Barcelona i de la Mediterrània, a uns 7 km de distància de la mar i a uns 0,6 km del cim de la serra (Tibidabo, 512 m).

Al quadre I hom resumeix les dates i algunes dades meteorològiques de les pluges de fang enregistrades a l'Observatori Fabra al llarg del període 1944-74, partint de la informació recollida al «Boletín de la secció meteorològica y sísmica» de l'observatori. Així, a la primera columna hom dona les dates en què les precipitacions van esdevenir-se. A la segona columna hom reproduïx exactament l'historial meteorològic corresponent utilitzant els símbols meteorològics habituals, encara que han de realitzar-se algunes precisions. En primer lloc, no és utilitzat el símbol comú per a designar els ruixats d'aigua, cosa que fa que un cert nombre de les precipitacions designades amb el símbol de pluja haurien ser-ho en forma de ruixat; al símbol de boira hom afegeix de vegades superíndexs, que n'indiquen la intensitat; finalment, les lletres *m*, *t*, *n*, que apareixen en moltes dates, assenyalen si els meteors que acompanyen es van produir al llarg del matí, la

tarda o la nit, respectivament, de la data marcada, encara que la indicació presentava, de vegades, certa ambigüitat. A la tercera columna s'indica la quantitat de precipitació, en mm, que correspongué a les pluges de fang, quan és practicable el desglossament de la comparació de l'historial i de les dades pluviomètriques diàries. En la quarta columna es recull la direcció del vent dominant mentre duren les pluges de fang.

Freqüència anual de les pluges de fang

La primera anàlisi estadística realitzada de les pluges de fang és la determinació de la freqüència anual o mitjana del nombre de dies l'any amb pluges de fang. Aquesta mitjana és de 2,77 dies l'any (86 dies de pluja de fang en 31 anys); és a dir, només un 0,76% dels dies reben pluja de fang. El fenomen presenta, doncs, una freqüència baixa. L'interval de confiança d'aquesta mitjana, amb un risc del 5%, és: $2,77 \pm 0,52$.

S'ha assajat l'ajust de la distribució mostral del nombre anual de dies amb pluja de fang a una distribució binomial negativa. Aquesta distribució, amb funció de densitat:

$$f(x) = \frac{\tau(x+k)}{\tau(x+1) \cdot \tau(k)} \cdot \frac{p^x}{(1+p)^{x+k}},$$

acostuma ser la més apropiada per a l'ajust estadístic de l'ocurrència de fenòmens que mostren baixa probabilitat

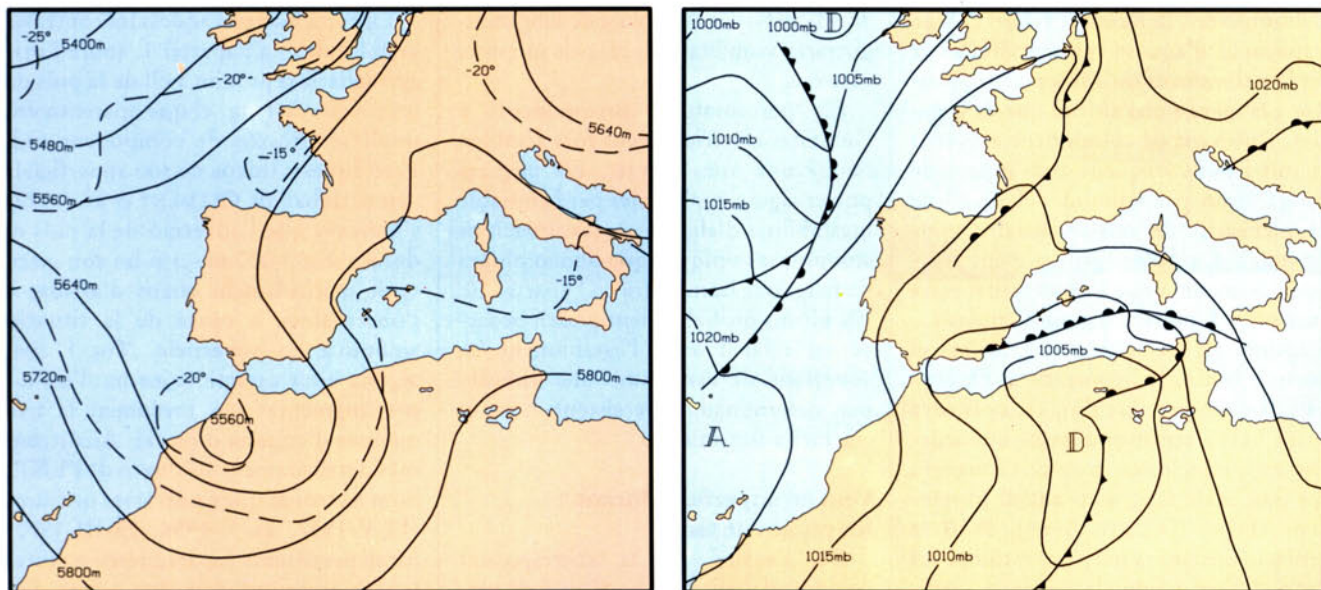


Fig. 6 i 7: Topografia de la superfície de 500 mb, a les 0 h TMG, i anàlisi en superfície, a les 6 h TMG, del dia 8 de maig de 1971

—sense ser esdeveniments rars, per als quals la de Poisson és molt útil— i una veritable tendència al contagi o persistència (JANSÀ, 1969), —com hom podrà veure a l'apartat 6. Igualment, per al nombre de dies de neu en el mateix observatori una distribució binomial negativa obtingué un bon ajust de la mostra corresponent (MARTÍN VIDE, 1983). Pel que fa a les pluges de fang s'ha comprovat la bondat de l'ajust de la distribució mostral a la distribució binomial negativa de paràmetres:

$p = -0,216$ i $k = -12,862$ (vegeu quadre II). El test de χ^2 , amb $v = 1$ (grau de llibertat) i $\alpha = 0,05$ (nivell de significació), ha donat el resultat següent, amb la correcció de Yates:

$$\chi^2 = 1,745 < \chi^2(1,0,05) = 3,84.$$

Els valors extrems de la freqüència anual de pluges de fang s'enregistraren el 1964, amb cap dia, i el 1947 i el 1956, amb 6 dies.

Distribució de les pluges de fang al llarg de l'any: freqüències estacional i mensual

La comptabilització del nombre de dies amb pluja de fang per estacions i mesos, que es recull al quadre III, revela una estacionalitat clara del fenomen. Les pluges de fang són escasses a l'hivern (4,7%), i més concretament de novembre a gener; en aquests tres mesos només una vegada hom va observar pluges de fang. Per contra, a la primavera (46,5%) i

a l'estiu (36,0%) apareixen, en conjunt, el 82,5% de les pluges de fang. Els mesos d'abril i maig són els que, al llarg del període d'estudi, enregistraren més dies de pluja de fang, el 17,4% del total, cadascun, la qual cosa correspon a quasi un dia cada dos anys. És, doncs, un fenomen amb una marcada preferència pels mesos de primavera i estiu. Concretant més, la figura 1 mostra la distribució en seqüències de 10 dies, o semblants, dels dies amb pluja de fang. Es destaquen els períodes 21-31 de març, 21-30 d'abril i 21-30 d'agost, amb 8 dies de pluja de fang cadascun, en el període estudiat. Les dates de l'any amb més probabilitat de registrar aquest fenomen són les últimes d'abril i primeres de maig. S'ha d'assenyalar que encara que a l'estiu el fenomen és menys freqüent que a la primavera, tenint en compte que en l'estació càlida el nombre de dies de pluja minva molt respecte al de primavera, l'esmentat fenomen, en relació amb la freqüència de la precipitació, presenta en l'estació estival una magnitud almenys equivalent a la de l'estació equinoccial.

Persistència de les pluges de fang

A l'apartat 4 hom ha fet referència implícita a l'existència de persistència en el fenomen de les pluges de fang, en assajar-se l'ajust de la distribució mostral del nombre anual de dies amb pluja de fang a una distribució binomial negativa. Efectivament, de les dates

assenyalades en el quadre I s'entén que de 86 dies amb pluja de fang 18 s'agrupen en dues dates seguides i 4 en una seqüència de quatre dates successives (del 22 al 25 d'abril de 1949). En conseqüència, 12 dies amb pluja de fang foren seguits d'un altre dia amb pluja de fang, cosa que equival que la probabilitat de dia amb pluja de fang després de dia amb pluja de fang s'elevi al 14,0% (la de dia amb pluja de fang era només del 0,76%). Això prova d'una manera clara la persistència del fenomen.

Meteors que acompanyen les pluges de fang

De l'anàlisi de l'historial meteorològic corresponent a les dates en què es van produir pluges de fang (quadre I) es dedueix que, al llarg del temps, en 19 de les 86 observades hi va haver activitat elèctrica (tempesta, llampecs o trons), la qual cosa representa un 22,1%; en 18 (un 20,9%) es va mesurar vent fort; en 26 (un 30,2%) s'observà boira; i en 11 (un 12,8%), calitja, entre els meteors més destacables. Cal advertir que els meteors es van produir en les dates assenyalades, però no necessàriament acompanyant la pluja de fang.

El percentatge de dies de boira sembla elevat, tenint en compte que, com hom veurà després, les situacions que provoquen aquestes precipitacions solen quasi sempre aportar masses d'aire relativament càlides, de component sud, que

disminueixen la humitat relativa. Una explicació d'aquest valor podria estar en l'enclavament de l'observatori, proper a la mar i a una altitud que de vegades, amb vent de component est (vent humit i molt freqüent amb pluges de fang), resta per damunt del nivell de condensació de núvols baixos tipus *Stratus* i *Cumulus* (generalment *fractus*), de manera que l'observatori resta immers a l'interior d'aquests núvols, i s'apunta en les seves observacions el meteor boira. Pel contrari, el percentatge trobat per a la calitja és, a primera vista, baix si tenim en compte que acostumen a relacionar-se de certa manera les pluges de fang amb aquell litometeor (FONT TULLOT, 1983). Però la situació costanera del punt estudiat i el fet que, com assenyalava el mateix autor, es tracti preferentment de la calitja alta, o de l'enterboliment del cel, sense relació amb la visibilitat horitzontal, que és l'única reflectida en les observacions meteorològiques, explicaria aquest valor baix. Els núvols que produeixen pluges de fang tenen un to ocre fosc (JANSA, 1968), diferent del gris normal, per la pols que conté. Els autors del present treball també han observat durant les pluges de fang recents a Barcelona la presència d'un cel d'un to tèrbol típic, fins i tot en els dies anteriors a l'esdeveniment del fenomen. Si hom suma els percentatges corresponents a dies de boira i dies de calitja no coincidents, un

38,4% dels dies amb pluja de fang enregistren visibilitat reduïda pels anteriors meteors.

Els percentatges corresponents a l'activitat elèctrica i vent fort semblen també una mica elevats. Els primers potser siguin explicables per la notable inestabilitat d'algunes de les situacions sinòptiques típiques que donen pluges de fang, que hom veurà en l'apartat 10. Els últims probablement poden posar-se en relació amb l'establiment en superfície de vents amb una direcció ben determinada i persistent, com es tractarà a continuació.

Vent en superfície durant les pluges de fang

De l'anàlisi de la corresponent columna del quadre I hom obté els percentatges, sobre els 86 fenòmens observats, de la freqüència del vent a nivell de l'observatori segons les diverses direccions, que s'indiquen al quadre IV.

És visible de manera clara l'alta freqüència de vents de l'ENE, un 41,3%, fet que no deixa cap dubte sobre el predomini d'aquesta direcció durant les pluges de fang, seguits pels del NE, amb un 11,0%. En general, més de la meitat de les pluges de fang apareixen amb vent de l'ENE o del NE. Evidentment, la direcció ENE no és la més freqüent en l'observatori, per la qual cosa la seva elevada freqüència en el transcurs del fenomen estudiat crida molt l'atenció.

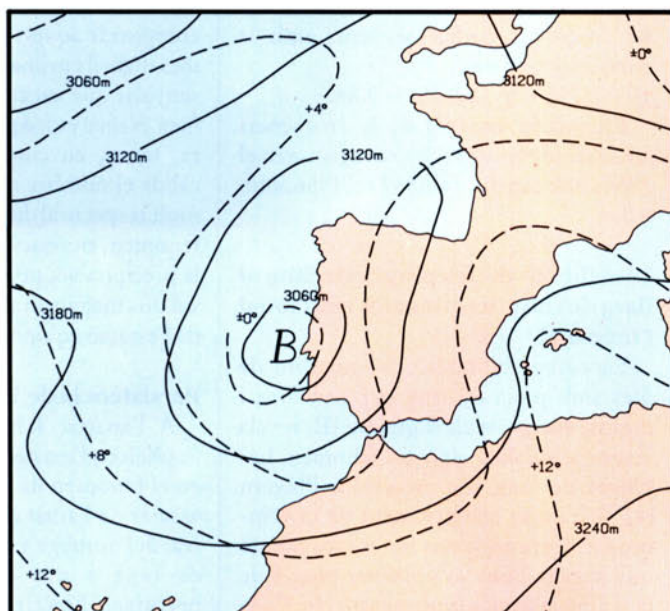
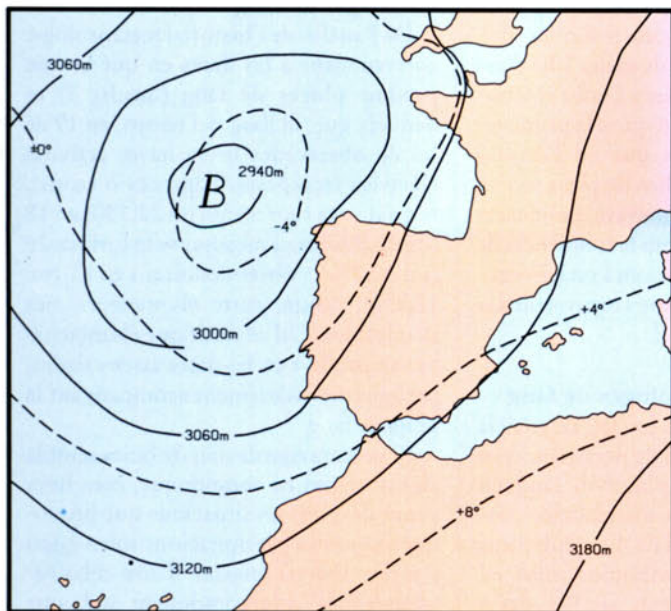
En certa manera, aquest fet contrasta amb l'indicat a l'apartat 1, sobre l'origen saharià o pròxim a ell de la pols de les pluges de fang, el que aparentment implicaria fluxos de component sud. Però aquests fluxos no són superficials —en el treball de CLÉMENT *et al.* (1972) s'indicava que l'advecció de la pols es donà a uns 3 000 m— o si ho són giren molt marcadament abans d'arribar a l'observatori, a causa de la situació sinòptica en superfície. Tot i així, alguna altra característica ha d'influir per augmentar tan fortament la freqüència d'aquesta direcció. Analitzant més detalladament els fluxos de l'ENE, hom ha trobat que en diverses ocasions (13-V-1947, 26-X-1958, 23-III-1973) foren persistents i aparegueren en totes les observacions dels dos o tres dies precedents al de l'ocurrència de les pluges de fang.

Anàlisi sinòptica: flux en altura

Hom ha realitzat una anàlisi sinòptica de 35 dels 86 episodis amb pluges de fang, del període 1958-73, excepte alguns casos, que ha intentat relacionar i, en algun cas, explicar algunes de les característiques meteorològiques anotades en els apartats anteriors, alhora que aprofundir en llur origen, en base a la situació atmosfèrica present.

Per a cada una de les 35 dates seleccionades hem analitzat els mapes del temps, especialment els de superfície i la

Fig. 8 i 9: Topografies de la superfície de 700 mb dels dies 4 de juny (fig. 8) i 2 de juliol (fig. 9) de 1985, a les 12 h TMG. A la matinada de la primera data, i a la matinada del dia següent a la segona, s'enregistraren xafecs de fang febles —dos dels més recents— (Font: «Boletín Meteorológico Diario» de l'Institut Nacional de Meteorología)



topografia de 500 mb, apareguts en el «Bulletin Quotidien d'Études» de la Météorologie Nationale francesa. Igualment, s'ha realitzat la mateixa anàlisi per als mapes corresponents a les dates immediatament anteriors a aquelles i, en ocasions, per als d'alguns dies abans.

La topografia de 500 mb, sense resultat òptima com a mapa d'altura per al fenomen analitzat –potser la de 700 mb fóra la més adequada–, pot resultar prou il·lustrativa del flux en altura, indicatiu de l'existent en els nivells als quals la pols es mou. Almenys, de la comparació del mapa de superfície i de la topografia de 500 mb tenim una indicació aproximada dels fluxos presents al nivell de l'advecció de la pols, enmig d'ambdues altituds.

Al quadre V es donen els percentatges, sobre el total de situacions analitzades, de les dates de pluja de fang i de les anteriors a elles, separadament, de la direcció dels fluxos sobre Barcelona al nivell dels 500 mb, (una mica més de 5 500 m d'altitud, aproximadament). Hom aprecia que, tant en les dates en què es van produir les pluges de fang com en les immediatament anteriors a elles, el flux present a 500 mb més freqüent va ésser el del sud-oest (34,3% i 38,6% respectivament), seguit pel del sud (28,6%), i, en tercer lloc, el de l'oest. El resultat més significatiu és que els fluxos de component sud (sud, sud-oest, i sud-est) han representat el 65,8% dels existents en les dates amb pluja de fang i el 71,5% de les anteriors a elles.

Tot i així resulten sorprenents per elevats, si hom admet exclusivament l'origen africà de la pols de les pluges de fang a Barcelona, els percentatges corresponents a fluxos procedents de l'oest. Hom ha trobat un nombre significatiu de mapes amb clara advecció de l'oest en altura (500 mb), tant en la data de la precipitació com en l'anterior i, fins i tot, en la de dos, tres o quatre dies precedents. En aquests casos, descartant un defecte en les observacions de pluja de fang i admetent que no existís un flux de clara procedència diferent a altres nivells, la hipòtesi d'un origen diferent, no africà, per a la pols d'alguns d'aquests fenòmens no és del tot rebutjable. Aquesta consideració és només una conjectura, i la seva comprovació exigiria, entre altres coses, aportar dades sobre la natura de la pols de les pluges.

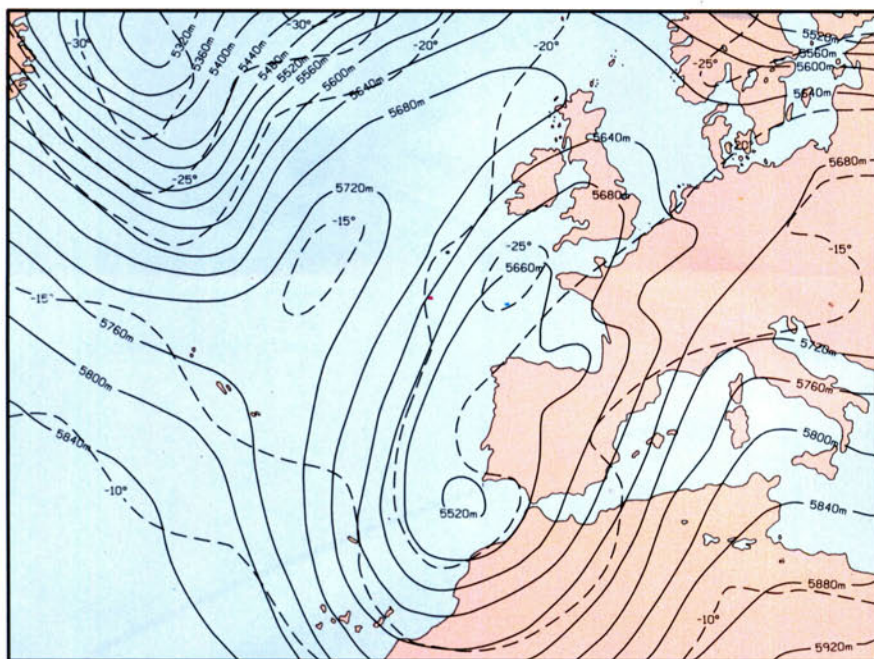


Fig. 10: Topografia de la superfície de 500 mb, a les 12 h TMG, del dia 20 de maig de 1959

Fig. 11: Anàlisi en superfície, a les 6 h TMG, del dia 20 de maig de 1959

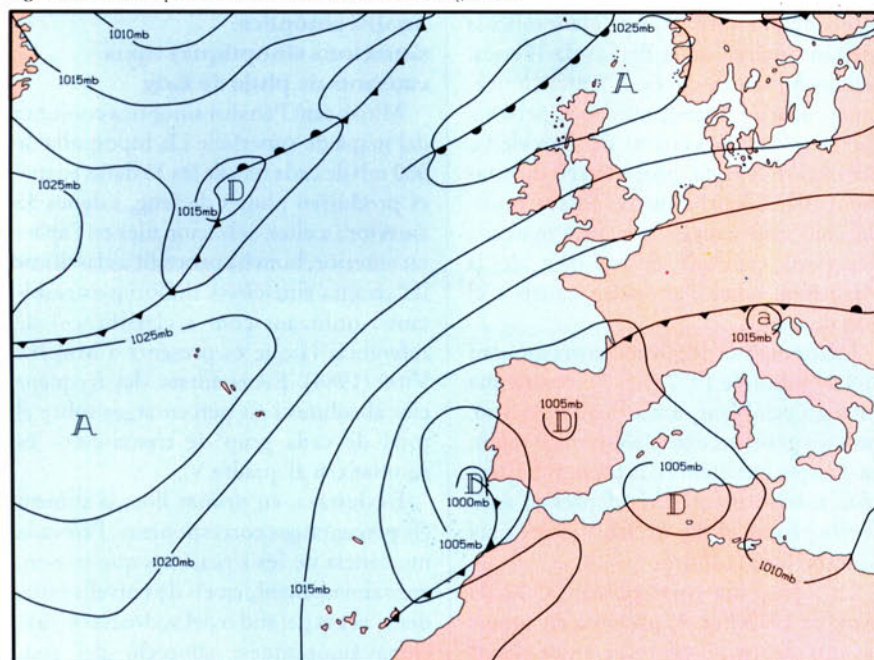




Fig. 12: Els cotxes conserven millor els senyals de les pluges de fang (Barcelon, estiu 1984)

De tota manera, com ja s'ha dit, en un nombre predominant de les dates amb pluges de fang i de les precedents el flux en altura presenta component sud. En les figures 2, 3 i 4 es presenten, com a mostra, les topografies de 500 mb dels dies 22 de setembre de 1959, 8 de juliol de 1972 i 22 de març de 1973. En la primera (fig. 2) es pot apreciar un clar feix d'isohipses estès de sud a nord, especialment sobre la meitat oriental de la Península Ibèrica. Les isohipses es desvien, anticiclònicament, sobre l'extrem nord-est, però els fluxos sobre la vertical de Barcelona, com sobre la resta, procedeixen directament del Sàhara. Aquests fluxos nítids del sud són causats per una marcada depressió centrada al sud-oest de la Península, entre l'arxipèlag canari i el golf de Cadis.

La topografia de 500 mb corresponent al 8 de juliol de 1972 (fig. 3) mostra una situació semblant, amb fluxos del sud, amb un gradient dèbil, sobretot si tenim en compte l'existent en la topografia descrita anteriorment. Una depressió amb centre proper al cap de São Vicente guia aquests fluxos càlids.

La topografia corresponent al 22 de març de 1973 (fig. 4) presenta en aquest cas una depressió centrada entre el sud

peninsular i l'Atlas marroquí, sobre la mar d'Alborán. Envia fluxos de component sud, als quals la curvatura ciclònica, per la proximitat de la borrasca, els dona procedència del sud-est sobre Barcelona, encara que en últim terme provenen igualment del sector nord-africà situat al sud de la Península Ibèrica.

Anàlisi sinòptica: situacions sinòptiques tipus causants de pluja de fang

Mitjançant l'anàlisi sinòptica conjunta del mapa de superfície i la topografia de 500 mb de cada una de les 35 dates en què es produïren pluges de fang, i de les 35 anteriors a elles, seleccionades en l'apartat anterior, hom ha procedit a classificar les setanta situacions sinòptiques resultants, utilitzant com a classificació de referència la que es presenta a MARTÍN VIDE (1984). Els resultats –les freqüències absolutes i els percentatges sobre el total de cada grup de trenta-cinc– es resumeixen al quadre V.

Es destaca, en primer lloc, si sumem els percentatges corresponents, l'elevada incidència de les situacions que envien, aproximadament, en els dos nivells estudiats, vents del sud o del sud-oest –situacions sinòptiques: advecció del sud,

advecció del sud-oest, gota freda al sud-oest i tàlveg. Suposen més de la tercera part (34,3%) de les dates amb pluja de fang i un percentatge que supera el 40% (42,9%) de les anteriors a elles. Amb percentatges propers al 25% es troben la suma dels corresponents a les situacions de baixa (centrada a prop del lloc d'estudi) i d'advecció de llevant amb gota freda, que també poden suposar, a certs nivells, fluxos de procedència meridional, encara que amb marcada curvatura ciclònica. Un 20% de les dates amb pluja de fang i un percentatge superior al 15% de les precedents presentaren situació de pantà baromètric, sovint amb fluxos poc definits a tots els nivells. La resta, valors del 20% i del 17,1%, corresponen a situacions advectiones amb fluxos de procedència clarament no meridional, bàsicament adveccions de l'oest i de l'oest anticiclònica.

Com a exemples, es presenten els mapes del temps de superfície i d'altura (500 mb) de dos episodis amb pluja de fang; aquestes situacions, especialment representatives, són del tipus més freqüent quan es produeix el fenomen. El primer cas (fig. 10 i 11) és el que correspon al 20 de maig de 1959, data en què s'enregistrà a Barcelona, durant la tarda, un plugin de fang, en quantitat inapreciable. El mapa d'altura, a les 12 hores, presenta una marcada depressió amb centre pròxim al cap de São Vicente, cap al sud-oest, i allargada en direcció dels meridians, cap a les Illes Britàniques. La vorera oriental de la depressió presenta un apreciat feix d'isohipses, que es mouen sobre les verticals del litoral mediterrani oriental de la Península Ibèrica i sobre una bona part de la Mediterrània occidental. Barcelona era situada entre les isohipses de 5 640 i 5 680 m, que marcaven fluxos, perfectament establerts, procedents de l'interior del Marroc, a l'extrem del nord del desert del Sàhara. La temperatura a aquelles altituds sobre Barcelona era relativament alta, entre -15° i -10°C, en coincidència amb l'advecció càlida superior. El mapa de superfície, sis hores abans, mostrava una borrasca coincident amb l'altura, al sud-oest peninsular, amb la isobara tancada en el seu nucli de 1 000 mb i un front fred davant les costes del Marroc. Uns altres dos nuclis petits de baixes pressions se situaven a la Meseta septentrional i al nord d'Algèria. Barcelona era englobada en l'àrea depressionària resul-

INSTITUT CARTOGRAFIC DE CATALUNYA

UNA INSTITUCIÓ JOVE AL SERVEI D'UNA LLARGA TRADICIÓ

① Fotogrametria assistida



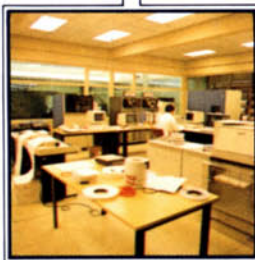
② Edició digital



③ Percepció remota



④ Centre de càlcul



⑤ Laboratori



⑥ Laboratori



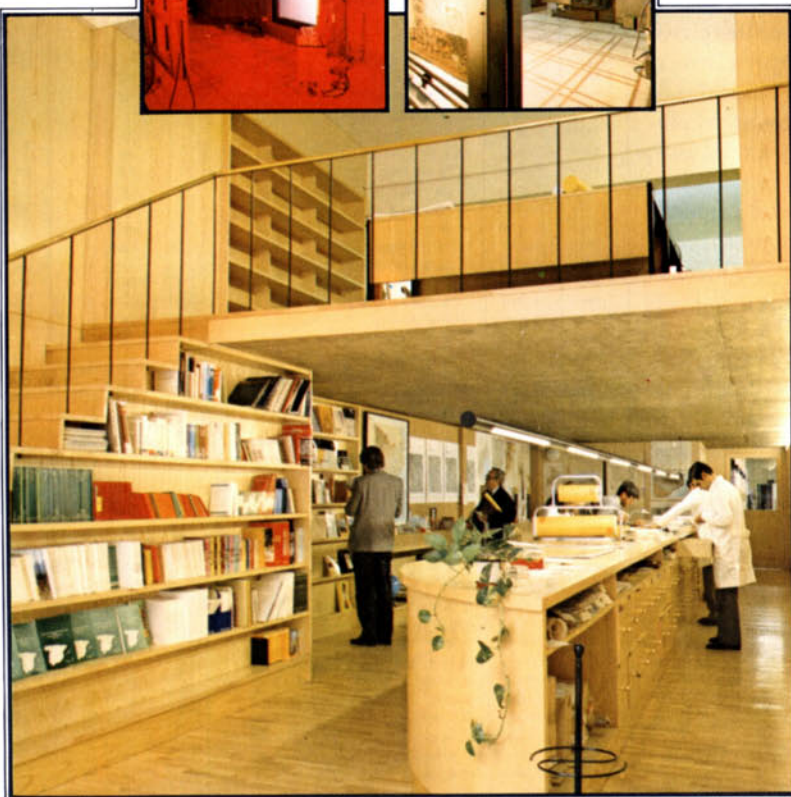
ELS NOUS RECURSOS DE LA CARTOGRAFIA:

UNA INNOVACIÓ TECNOLÒGICA AL SEU SERVEI

- ① La restitució fotogramètrica és mecanitzada de manera integral; inicia així la mecanització de la delineació.
- ② L'edició digital s'efectua a través del sistema gràfic que ajuda a dibuixar els mapes i la seva simbologia; també s'utilitza per dissenyar i controlar els vols fotogramètrics, etc.
- ③ Les imatges emeses des de satèl·lit són rebudes per un sistema de procés d'imatges digitals en color que permet d'una forma directa diferents tractaments de les mateixes.
- ④ El Centre de càlcul, proveït de tres ordinadors (un IBM-4381/2 (D.P.T.O.P.) i dos VAX-11/780), constitueix la infraestructura que permet el tractament de totes les dades necessàries per a l'elaboració de la cartografia.
- ⑤⑥ El Laboratori fotogràfic, compost de les més modernes processadores i cambres de precisió, permet la màxima exactitud en la reproducció fotogràfica.

EL MÓN AL SEU ABAST

- Mapes topogràfics
- Mapes temàtics
- Mapes de carreteres
- Mapes i guies turístiques
- Mapes i guies excursionistes
- Plans de ciutats
- Ortofotomapes
- Fotografia aèria
- Llibres de contingut geocartogràfic
- Atlas
- Publicacions de la Generalitat
- Diverses publicacions oficials de l'estat



INSTITUT CARTOGRAFIC DE CATALUNYA



Departament de Política Territorial i Obres Públiques
GENERALITAT DE CATALUNYA

Balmes, 209•211—Telèfon (93) 218 87 58—08006 Barcelona—Catalunya—Espanya



Fig. 13: Pluja de fang a Barcelona la primavera de 1985

tant, i rebia fluxos generals ciclònics i meridionals, però poc definits, es mesurà en l'observatori vent predominant de l'ENE. La situació sinòptica pot qualificar-se d'advecció del sud o, en una classificació més àmplia, de borrasca freda al sud-oest de la Península. A Barcelona, la lleugera inestabilitat va permetre el plugin dèbil ressenyat, les gotetes del qual, una vegada evaporades del sol, deixaren veure amb claredat les petites marques de fang als llocs de caiguda, en no haver-hi hagut escorrentia. Durant la mateixa data s'enregistrà també calitja.

El segon exemple (figs. 6 i 7) és la seqüència de mapes d'altura i superfície dels dies 8 i 9 de maig de 1971, l'últim dels quals i el següent van rebre plugins de fang en quantitats inapreciables. El mapa de superfície del dia 8, a les 6 hores, mostra una borrasca a Algèria, amb isobara tancada en el seu nucli de 1 005 mb, que ocasiona sobre el litoral català vents de component est. En el mapa d'altura de sis hores abans s'aprecia una petita borrasca sobre el Marroc associada a una massa d'aire fred, amb temperatures inferiors a -20°C. Al dia següent, i a les mateixes hores indicades per a cada mapa, mentre en superfície les isobares es disposaven de forma molt similar a com ho feien vint-i-quatre hores abans, en altura la borrasca, menys profunda, passava a centrar-se cap al sud-est de la Península.

Any	Data	Historial meteorològic	Precipitació (mm)	Vent dominant	Observacions
1944	22 agost	m ●, t =, ● de fang		ENE	
1944	23 agost	m, ● de fang, t = de fang		NW	
1945	19 juny	△, m ● fang	ip	ENE-E	
1946	31 març	m =, ● de fang, tn ●, t =		NNE	
1946	1 abril	● de fang mt, t =		NE-ENE	
1946	25 juliol	m △ t ● de fang	ip	SSW-SW	
1947	27 febrer	● t ● de fang	0,7	N	
1947	28 març	△ t ● fang n =	ip	ENE	
1947	1 maig	m ● fang	nul·la	ENE	ENE persis. de l'11 al 14
1947	11 maig	● t ● fang △		ENE	
1947	13 maig	△ mtn ● fang	2,9	ENE	
1947	1 setem.	m ● fang n < T	1,1	ENE	
1948	29 abril	● = pluja de fang			
1948	13 maig	m ● de fang tn ● n < T		NNE	
1948	14 maig	● pluja de fang			
1949	22 abril	mt lleugera pluja de fang n < T	ip	ENE	
1949	23 abril	m ● △ pluja de fang	0,7	NE	
1949	24 abril	△ t pluja dèbil de fang	ip	ENE	
1949	25 abril	m pluja dèbil de fang	ip	WNW-NW	
1949	7 juliol	m lleugera pluja de fang	ip	ENE	
1950	8 juny	tn ● fang	0,6	ENE-NNE	
1950	1 agost	n < T ● fang	ip	ENE	
1951	8 agost	m ● fang = T ∞		WSW	
1952	12 abril	= ● de fang	13,1	ENE	
1952	15 abril	t ● de fang	0,7	ENE-NE	
1952	29 agost	mt ● fang tn =	ip	ENE-ESE	
1953	15 març	m △ ● n ● de fang		ENE	
1953	16 març	● fang t ●		ENE	
1954	26 març	△ n ● de fang	ip	ENE	
1954	27 març	● de fang	ip		
1954	8 setem.	mT ● de fang t = ●		SW	
1954	20 octubre	● de fang t =			
1955	6 juny	m = △ m ● fang		ENE	
1955	19 juliol	m ● fang T, t ● <		ESE	
1955	29 agost	=* m ● fang	ip	ENE	
1956	24 febrer	△, m ●, mtn ● de fang △		NE	
1956	25 febrer	△ ● fang		ENE	
1956	22 abril	m ● de fang tn ●		ENE-NNW	
1956	27 maig	△ T mt ● de fang		ENE	
1956	27 agost	mt ● de fang			
1956	11 setem.	● de fang	ip	NNW-NE	
1957	22 març	=* ∞ mtn ● de fang		E	
1957	19 juny	mtn ● de fang	0,4		
1957	17 setem.	△ m ● fang	ip	SSW	
1957	7 octubre	m ● de fang tn ● △		ENE-NE	
1958	30 agost	=mT ● fang	0,3	ENE	
1958	26 octubre	△ m ● de fang	0,1	ENE	ENE persis. del 24 al 28
1958	15 dessem.	mt ● de fang n ●		W	
1959	27 abril	m = t ● fang	ip	ESE-SW	
1959	7 maig	m ● fang △	ip	ENE	
1959	8 maig	△ △ t ● fang	0,8	ENE	
1959	20 maig	∞ t ● fang	ip	ENE	
1959	23 setem.	m = △ m ● fang	ip	WNW-WSW	
1960	26 agost	● de fang	nul·la		
1961	6 abril	= ● de fang n	0,2	W	
1961	26 juny	= ∞ ● fang m ● n		SW-S	
1961	10 juliol	● fang mT ∞ m	ip		
1962	17 abril	= ● de fang tn ● =			
1962	27 juny	∞ m ● de fang	ip	S-SSW	
1962	16 juliol	tn ● de fang	ip	E-NE	
1963	9 abril	m ● ∞ m ● de fang		SW-ENE	
1963	27 juny	T ● fang t ● = n =	ip	NE	
1965	22 agost	m ● de fang n <	ip	NE-ENE	
1965	7 octubre	=, m =, △, mt ● de fang n <	28,0	ENE-E	
1965	8 octubre	m = ● de fang	12,4	NE-ENE	
1966	14 maig	mt ● fang	0,7	NNW-NW	
1967	12 abril	● n ● fang		ENE	
1967	5 juny	t ● fang ∞	ip	ENE	
1967	4 juliol	m ● fang	ip	N-SSE	
1967	22 juliol	∞ n ● fang	ip	NE	
1967	4 agost	m ● fang T < tT ● n =		WSW-S	
1968	6 maig	m ● fang	0,5	WSW	
1968	29 juliol	● ∞ m ● fang =	ip	E-SE	
1969	27 abril	● fang △		ENE	
1969	17 maig	n ● fang	0,3	WNW	
1969	13 agost	= n ● fang Tt =	ip	E	
1970	4 juny	∞ m ● fang	ip	ENE-SE	
1971	9 maig	m ● fang	ip	ENE	
1971	10 maig	● fang	ip	ENE	
1972	30 maig	mT ● fang	0,3	NW-WSW	
1972	8 juliol	● fang	ip		
1973	23 març	m ● fang	ip	ENE	ENE persis. del 21 al 23
1973	27 juny	m ● fang	1,9	NE	
1973	13 setem.	= m ● fang n =	0,6	NNE-NE	
1974	21 març	● = △ t = < ● fang		ENE-NE	
1974	30 març	m ● fang t ●		N-NNE	

Quadre I.

Nombre anual de dies amb pluja de fang	Freqüència observada	Freqüència calculada
0	1	1.4
1	5	4.8
2	8	7.9
3	10	7.9
4	2	5.6
5	3	3.3
6	2	0.9
7	0	0.2
8	0	0.1

Quadre II.

Mesos	Freqüència absoluta de dies amb pluja de fang	Percentatge sobre el nombre total amb pluja de fang	Estacions	Freqüència absoluta de dies amb pluja de fang	Percentatge sobre el nombre total amb pluja de fang
G	0	0			
F	3	3.5	I	4	4.7
M	10	11.6	(D + G + F)		
A	15	17.4			
M	15	17.4	P	40	46.5
J	10	11.6	(M + A + M)		
J	9	10.5			
A	12	14.0	V	31	36.0
S	6	7.0	(J + J + A)		
O	5	5.8			
N	0	0	0	11	12.8
D	1	1.2	(S + 0 + N)		
	86	100.0		86	100.0

Quadre III.

Direcció	Percentatge sobre el nombre total d'observacions	Direcció	Percentatge sobre el nombre total d'observacions
N	2.3	S	1.7
NNE	4.1	SSW	2.3
NE	11.0	SW	3.5
ENE	41.3	WSW	4.1
E	4.7	W	2.3
ESE	2.3	WNW	2.3
SE	1.2	NW	2.9
SSE	0.6	NNW	1.7
Calmes	11.6		

Quadre IV.



Fig. 14: Pluja de fang a Barcelona la primavera de 1985

Sota el seu radi d'acció afectava, de manera dèbil, el lloc d'estudi, cap al qual canalitzava, com en superfície, fluxos de l'est en un curt tram, que en últim terme, per la seva marcada curvatura ciclònica, procedien del nord del Sàhara. La situació sinòptica en aquesta data s'assemblava a una advecció de l'est amb gota freda en altura.

Javier Martín Vide

Llicenciat en Ciències Exactes,
Doctor en Geografia i Professor
de Geografia a la Facultat
de Geografia i Història
de la Universitat de Barcelona

M. del Carmen Moreno García

Llicenciada amb gran en Geografia

Agraïments:

A l'amable personal de l'Observatori Fabra, especialment a Antonio Gázquez, per haver-nos facilitat la feina de selecció del material cartogràfic.

Direcció	Percentatge en les dates amb pluja de fang	Percentatge en les dates precedents
SE	2.9	4.3
S	28.6	28.6
SW	34.3	38.6
W	18.6	17.1
NW	1.4	0
Indeterminades	14.3	11.4

Quadre V.

Situació sinòptica	Percentatge en les dates amb pluja de fang	Percentatge en les dates precedents
Advecció del sud	14.3	11.4
Advecció del sud-oest	5.7	14.3
Gota freda al sud-oest	11.4	14.3
Tàlveg	2.9	2.9
Baixa (centrada)	5.7	5.7
Advecció de l'est amb gota freda	17.1	17.1
Advecció de l'est	2.9	0
Pantà baromètric	20	17.1
Advecció de l'oest	11.4	11.4
Advecció de l'oest anticiclònica	5.7	5.7
Advecció del nord-oest	2.9	0

Quadre VI.

BIBLIOGRAFIA

CANDEL, R. (1971): *Atlas de Meteorologia*, Barcelona, Jover.
 CLÉMENT, R.; RICQ DE BOUARD, M. i THOMAS, A. (1972): *Neige colorée sur les Alpes françaises le 9 Mars 1972*. «La Météorologie» 24, oct-des., ps. 65-83, París.
 DERRUAU, M. (1970): *Geomorfologia*, Barcelona, Ariel.
 FONT TULLOT, I. (1983): *Climatologia de España y Portugal*, Madrid, I.N.M.
 GEORGE, D.J. (1981): *Dust fall and instability rain over Northern Ireland on the night of 28-29 January 1981*. «Weather», 36, ps. 216-217, Bracknell.
 HARDY, R.; WRIGHT, P.; GRIBBIN, J. i KINGTON, J.

(1983): *El libro del clima*, Madrid, Blume.
 HERNÁNDEZ YZAL, S. (1968): *Meteorología y Oceanografía*, Barcelona, Cadi.
 JANSÁ, J.M. (1968): *Manual del Observador de Meteorología*, Madrid, SMN.
 JANSÁ, J.M. (1969): *Curso de Climatología*, Madrid, SMN.
 MARTÍN VIDE, J. (1983): *Frecuencia anual y distribución mensual de las nevadas en el Tibidabo (Cordillera Litoral Catalana)*. «Notes de Geografia Física», 10, Dep. Geografia, Univ. Barcelona.
 MARTÍN VIDE, J. (1984): *Interpretación de los mapas del tiempo*, Barcelona, Ketres.
 MEDINA, M. (1973): *Iniciación a la Meteorología. Panorama actual de la ciencia del tiempo*,

Madrid, Paraninfo.
 MÉTÉOROLOGIE NATIONALE: «Bulletin Quotidien d'Études».
 OBSERVATORIO FABRA: «Boletín de la Sección Meteorológica y Sísmica», Academia de Ciencias i Arts de Barcelona.
 SCHAEFER, V.J. i DAY J.A. (1983): *Guía de Campo de la Atmósfera*, Barcelona, Omega.
 STEVENSON, C.M. (1969): *The dust fall and severe storms of July 1968*, «Weather», 24, ps. 126-132, Bracknell.
 TULLET, M.T. (1978): *A dust fall on 6 March 1977*, «Weather», 33, ps. 48-52, Bracknell.
 TULLET, M.T. (1984): *Saharan dust-fall in Northern Ireland*. «Weather», 39, ps. 151-152, Bracknell.

COPHELSA



Compañía de Papeles Heliográficos y Especiales de Leiza, S.A.

REPROGRAFIA

Paper heliogràfic
 Reproductors de plànols i afins
 Poliesters dibuix i vegetals
 Papers especials i contravegetals

MICROFILM

Planetarius
 Lectors i lectors reproductors
 Duplicadors
 Consumibles

QUELCOM MÉS QUE PRODUCTES!!

ENTENÇA, 163
 J. VERDAGUER, 25

(93) 230 32 64
 (977) 31 38 83

BARCELONA 08029
 REUS

Sra. Secretària de la
"Revista Catalana de Geografia"

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA
C/. Balmes, 209-211
08006 BARCELONA

Sra. Secretària de la
"Revista Catalana de Geografia"

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA
C/. Balmes, 209-211
08006 BARCELONA

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA



Departament de Política Territorial i Obres Públiques
GENERALITAT DE CATALUNYA

Nom
Professió Adreça
Ciutat (.....) Estat
CODI POSTAL

Vol subscriure's a la "Revista Catalana de Geografia" com:

☐ subscriptor numerari ☐ subscriptor educacional ☐ subscriptor en formació, per a la qual cosa adjunta fotocòpia del seu document d'identitat.

La subscripció l'abonarà mitjançant:

☐ taló conformat a nom de l'Institut Cartogràfic de Catalunya
☐ domiciliació bancària, per a la qual adjunta lletra signada donant l'ordre de pagament al Banc o Caixa

..... a de de 1985

Signatura

Nom
Professió Adreça
Ciutat (.....) Estat
CODI POSTAL

Vol subscriure's a la "Revista Catalana de Geografia" com:

☐ subscriptor numerari ☐ subscriptor educacional ☐ subscriptor en formació, per a la qual cosa adjunta fotocòpia del seu document d'identitat.

La subscripció l'abonarà mitjançant:

☐ taló conformat a nom de l'Institut Cartogràfic de Catalunya
☐ domiciliació bancària, per a la qual adjunta lletra signada donant l'ordre de pagament al Banc o Caixa

..... a de de 1985

Signatura

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA



Departament de Política Territorial i Obres Públiques
GENERALITAT DE CATALUNYA