

## REPARTIMENT DE LES PRECIPITACIONS MÀXIMES A MALLORCA

Miquel Grimalt Gelabert

### RESUM

*L'estudi de les precipitacions màximes i el seu repartiment territorial és bàsic als climes mediterranis. En aquest cas s'ha intentat analitzar les precipitacions extremes en 24 hores a Mallorca i la seva distribució territorial. Per a dur-ho a terme s'han utilitzat els registres de precipitacions màximes en 24 hores mensuals a 120 estacions de l'illa al llarg del període 1961-1985. La completesa de les dades s'ha aconseguit mitjançant el càlcul ponderat de les mancances dins les sèries. Posteriorment s'hi ha aplicat el mètode de Gumbel per averiguar les quantitats màximes de precipitació en 24 hores esperables per a diversos períodes de retorn.*

*Els resultats permeten plasmar el repartiment territorial amb mapes de distribució de les intensitats màximes. S'ha optat per comentar la cartografia referida al període de retorn de 25 anys.*

*El repartiment de les intensitats guarda una important relació amb el que mostren les quantitats mitjanes, encara que amb diferències a ressenyar. El gran contrast que hi ha en quantitats mitjanes entre els punts més plujosos de l'illa i els més secs queda aminorat pel que fa a les intensitats màximes diàries. Els factors de distribució principals dels probables grans aiguats són el relleu, la convergència de l'embat al centre de l'illa i fins un cert punt la latitud. La proximitat al litoral té un marcat caràcter inhibidor de la precipitació pel que fa a les quantitats mitjanes, però no pel que fa a valors extrems.*

### PARAULES CLAU

*Mallorca, pluviometria, aiguat, màxims, inundacions.*

### RESUMEN

*El estudio de las precipitaciones máximas y su reparto territorial es básico para el conocimiento de los climas mediterráneos. En este caso se ha intentado analizar las precipitaciones extremas en 24 horas en Mallorca y su distribución territorial. Para llevar a término el estudio se han utilizado los datos de 120 estaciones de la isla durante el período 1961-1985. Para conseguir la completitud de las series se han calculado los datos que faltaban mediante la ponderación a partir de las estaciones inmediatas. Poste-*

riormente se ha aplicado el método de Gumbel para averiguar las cantidades máximas de precipitación en 24 horas que se pueden esperar en diversos periodos de retorno.

Los resultados obtenidos permiten plasmar la distribución sobre el territorio insular mediante mapas de reparto de las intensidades máximas. Se ha optado por el comentario del mapa calculado para un periodo de retorno a 25 años.

El reparto de las intensidades guarda una relación considerable con el de las cantidades medias aunque con diferencias reseñables. El fuerte contraste que se observa en las cantidades medias anuales entre los puntos más lluviosos de la isla y los más secos queda aminorado en lo referente a las intensidades. Los factores de distribución más probables de las lluvias más intensas són el relieve, la convergencia de brisas en el centro de la isla, e incluso la latitud. La proximidad a la costa, que tenía un carácter inhibitor de la precipitación total media, no lo manifiesta en lo referente a la intensidad.

## PALABRAS CLAVE

*Mallorca, pluviometría, aguacero, máximas, inundaciones.*

Per a tenir una visió climàtica completa d'una àrea, un dels elements que cal tenir en compte és el de la intensitat de les precipitacions per a períodes curts. Aquesta necessitat es fa més palesa quan es tracta d'un indret com Mallorca, afectat pel clima mediterrani, i que es caracteritza, entre d'altres fets, per la poca significació de les quantitats mitjanes i la importància dels fenòmens extrems.

Al llarg del present article, el contingut del qual enllaça amb la nostra tesi de Doctorat *Aproximació a la geografia del risc a Mallorca. Les inundacions*, s'intentarà descriure el repartiment geogràfic de les zones de màxima intensitat de precipitació esperable arreu de l'illa.

## Les precipitacions intenses

L'illa de Mallorca es pot veure afectada per precipitacions d'especial violència, amb grans quantitats recollides en períodes relativament curts de temps. Aquesta fenomenologia és compartida amb les regions del litoral mediterrani de la Península Ibèrica (MARTÍN VIDE 1987; PÉREZ CUEVA 1983...).

En condicions atmosfèriques determinades poden caure aiguats d'intensitat inusitada que arriben a sostres de magnitud de varis centenars de mil·límetres en una sola jornada.

Es poden esmentar exemples mallorquins de precipitacions quantioses, com el temporal que al llarg del 4 d'octubre de 1957 va deixar caure 400 mm. a Santanyí (en circumstàncies descrites per ROSSELLÓ VERGER, 1964). Més proper en el temps està el vòrtex ciclònic que afectà la costa sudoccidental de l'illa el 25 de setembre de 1971 i donà un registre de 363 mm. en 16 hores a la localitat d'Estellencs (JANSÀ CLAR, 1972a).

Els episodis extrems tenen greus conseqüències derivades: inundacions, revingudes dels torrents,

esllavissades, erosió...; a part s'ha de significar la importància que sobre les quantitats totals de precipitació suposen els aiguats intensos (GRIMALT 1988).

Per tant resulta del tot interessant poder arribar a determinar el repartiment territorial de les precipitacions intenses arreu de Mallorca. Aquest extrem només s'ha duit a terme fins el moment per part d'ELÍAS i RUIZ (1979), els quals utilitzaren les dades d'un total de 44 estacions amb períodes d'observació no homogeneïtzats i amb sèries de durades que oscil·len entre els 15 i 26 anys, al llarg del període comprès entre 1942 i 1970.

## Metodologia

Per dur a terme l'anàlisi numèrica de les precipitacions extremes, és necessari poder tenir informació sobre la intensitat en períodes curts. A Mallorca hi ha una mancança de quantificacions fetes amb pluviògraf i que permetin en base a intensitats en períodes horaris.

Les poques estacions d'aquest tipus existents s'ubiquen a un nombre reduït de localitats, sense arribar a constituir una xarxa prou completa i a més presenten sèries massa curtes com per permetre un tractament estadístic de les mateixes. En aquest sentit i per a Balears tan sols GAYÀ OBRADOR (1974/1985, p. 161 i ss.) ha duit a terme l'anàlisi de les bandes de pluviògraf i bàsicament per a les dades de Palma.

Davant aquestes mancances s'ha optat per la utilització dels recomptes de les precipitacions màximes registrades en 24 hores als diversos observatoris de la xarxa pluviomètrica. Aquesta mesura ha estat repetidament utilitzada (ELÍAS i RUIZ 1979; MARTÍN VIDE, 1987 ...) i resulta apta per a la nostra escala de treball.

La font d'informació del present treball ha

estat l'arxiu climatològic del Centre Meteorològic Zonal. De les dades contingudes en aquesta entitat s'han recopilat les precipitacions diàries màximes de cada mes d'observació. Aquest procés s'ha duit a terme a totes les estacions pluviomètriques o termopluviomètriques que presentaven 15 o més anys d'observació durant el període de 1961 a 1985.

L'interval de 1961 a 1985 ha estat escollit perquè és un període recent i amb dades recollides a un màxim nombre d'observatoris utilitzables. Dins la dècada de 1960 la xarxa pluviomètrica va esser notablement incrementada, amb 1960 i 1968 com anys marcats per l'inici d'observacions sistemàtiques a força localitats.

Així s'obté un període de 25 anys, considerat com acceptable a l'anàlisi de la precipitació en un medi insular segons les recomanacions de la OMM (JANSÀ GUARDIOLA, 1969, 73) i que abasta la quasi totalitat del trentenni internacional 1960-1990.

A Mallorca hi ha un total de 120 estacions que aconsegueixen aquestes condicions (vegeu el mapa 1), el que suposa una relativament bona cobertura del territori a estudiar (amb una densitat teòrica de 33,09 estacions per cada 100 quilòmetres quadrats). De tota manera la distribució dels punts de recollida de dades és dissimètrica arreu del territori. La major part dels pluviòmetres de la xarxa s'ubiquen a la Serra de Tramuntana, en tant que al Pla, Serres de Llevant i Marina meridional la relació entre estacions i àrea coberta és inferior. Tot i aquest primer inconvenient, s'ha de tenir en compte que la concentració major d'observatoris es dona a la contrada de relleu més vigorós de l'illa, i que en principi és la que pot manifestar contrastos climàtics més notables dins poc espai.

El repartiment de les estacions per vessants hidrogràfiques és el que segueix, amb significació de la seva densitat (nombre d'estacions per cada 1000 kms quadrats).

Distribució de les estacions observades.

| VESSANT                           | NOMBRE ESTACIONS | DENSITAT. |
|-----------------------------------|------------------|-----------|
| (estació * 1000 Km <sup>2</sup> ) |                  |           |
| Alcúdia                           | 42               | 31.89     |
| Campos                            | 9                | 15.00     |
| Palma                             | 25               | 52.41     |
| Litoral SE                        | 7                | 16.39     |
| Litoral NW                        | 17               | 65.38     |
| Artà                              | 5                | 35.97     |
| Pollença                          | 5                | 28.90     |
| Andratx                           | 8                | 46.51     |
| Cabrera                           | 1                |           |
| Sa Dragonera                      | 1                |           |

Les dades de cada una de les estacions han estat enregistrades en suport magnètic, amb codificació de les absències com -1 (GUIJARRO PAS-

TOR, 1986, p. 5). En total les quantitats processades són: 120 estacions, 25 anys, 12 mesos = 36.000 màxims mensuals de precipitació en 24 hores.

La informació ha estat introduïda amb les quantitats decimals, sense arrodonir-les, atès que —almenys en precipitacions febles— suprimir dècimes suposa una pèrdua de precisió.

El processament ha estat duit a terme informàticament mitjançant ordinador tipus PC i amb utilització de dades de bases relacionals.

### El fitxer de treball: la seva depuració.

A la base de dades creada a partir de la introducció de la informació, ha calgut, abans de treballar-hi, fer-hi una tasca de depuració, i sobretot, dur a terme una estimació de les dades absents amb d'altres estacions a fi i efecte de completar el període de treball.

Com ja s'ha esmentat, les dades han estat recollides al Centre Meteorològic de Balears. Aquest organisme s'encarrega de la centralització de la informació així com de la gestió de la xarxa d'observació, per aquest motiu s'han obviat la major part dels possibles errors de transcripció o tipogràfics que s'haurien derivat d'utilitzar una font de segona mà.

La qüestió referida a la completesa de les sèries pot esser treballada de diferents maneres, en casos simples —categoria dins la que es podrien considerar les quantitats mitjanes— hom pot aplicar el mètode de les proporcions, explicat per JANSÀ GUARDIOLA (1969, p. 66-67), en tant que per reconstruir sèries per a posteriors utilitzacions estadístiques es poden emprar tècniques de major complexitat, com la de regressions lineals interestacionals, utilitzada per GUIJARRO PASTOR (1986, p. 11) per a totals mensuals de precipitació.

Al nostre cas el procés que s'ha emprat per completar els buits dins les sèries és el de calcular les dades suposades a partir de la valoració ponderada a partir dels registres de les cinc estacions més properes a la considerada. El pes de cada una de les estacions complementàries ve donat per una funció que relaciona inversament la distància amb la major influència de la dada.

La funció utilitzada és del tipus  $1/(d+1)^5$ , el que dona un exponencial on la influència de les estacions properes es veu fortament ponderada. Hem considerat més avinent aquest tipus de ponderació al de la funció gaussiana, atès que comptàvem amb un nombre relativament important de punts d'observació. També perquè en el cas de les precipitacions intenses, sovint l'àrea afectada no és gaire extensa, per la qual cosa cal primar el pes de les estacions més immediates al punt que es tracta.



El sistema s'ha aplicat mitjançant la imputació automàtica a partir dels càlculs de les distàncies a partir de les coordenades UTM de cada una de les localitzacions.

El resultat de completar les sèries ha permès un posterior processament de la informació consistent a aplicar-hi l'estadística d'extremes.

D'entre els diversos mètodes per avaluar la distribució de les intensitats extremes, tant de precipitació, com de temperatura, un dels més usats és la distribució de Gumbel, que s'ajusta especialment als valors màxims de la precipitació a diferents intervals de temps.

D'altres mètodes igualment emprables, com la fórmula d'Hershfield, obtenen una menor precisió, malgrat el seu càlcul relativament senzill. Igualment existeixen diferents mètodes estadístics més elaborats, com el de Goodrich (MARTÍNEZ MOLINA, 1986), però amb resultats essencialment similars als que es puguin obtenir amb la utilització del sistema de Gumbel (JARDÍ, 1984, pp. 39 i ss.).

La distribució d'extremes de Gumbel ha estat especialment utilitzada en el camp de l'enginyeria, sobretot de cara al dimensionament de les obres hidràuliques o per l'establiment de llindars per a normes tècniques de construcció o qualsevol altra tipus.

Prou conegut és el precedent, ja esmentat, de l'estudi d'ELÍAS-RUIZ (1979) *Precipitaciones máximas en España. Estimaciones basadas en métodos estadísticos*, en el qual es duu a terme l'anàlisi de les màximes precipitacions esperables arreu de l'Estat espanyol a partir de la funció matemàtica esmentada.

La teoria dels valors extremes es sol expressar en termes de recurrència o "període de retorn per a un valor x", que es defineix com l'interval mitjà, expressat en anys, en què el valor extrem assoleix o supera x una vegada solament.

Aquest període de retorn  $T(x)$  es relaciona amb la probabilitat, de manera que:

$$T(x) = \frac{1}{1 - F(x)}$$

El mètode de Gumbel traça una corba de distribució dels valors extrems en funció del temps, que permet averiguar els períodes de retorn per a diverses quantitats o inversament les quantitats màximes que es poden esperar al llarg d'uns períodes de temps prefixats.

A causa que es tracta d'una funció de càlcul relativament no complexa, així com pel bon ajustament obtingut, el mètode de Gumbel ha estat profusament utilitzat en estudis de climatologia, tant des del camp dels climatòlegs-físics (BURGUEÑO RIVERO 1986,

REDAÑO XIPELL 1987), com de la geografia, aplicant-se a intensitats anuals, diàries o fins i tot horàries a l'àmbit mediterrani (JARDÍ, 1984, MARTÍN VIDE, 1987).

Pel que fa a les Illes Balears, J.M. RASO (1984) va emprar aquesta tècnica per al càlcul de recurrències de totals anuals extrems, i GRIMALT (1988) en referir-se a les intensitats diàries màximes a la Serra de Tramuntana.

Amb la utilització del sistema de càlcul que s'ha explicat s'ha averiguat la precipitació anual màxima en 24 hores que es pot esperar en 25 anys de retorn i per a cada una de les estacions objecte de l'estudi

### El mapa de precipitacions màximes en 24 hores

Mitjançant la confecció dels mapes de precipitacions esperades per a diversos períodes de retorn es pot plasmar espacialment i d'una manera condensada la informació obtinguda amb el processament matemàtic de les dades.

Els mapes referits a les precipitacions anuals màximes en 24 hores, tenen una major precisió que no els fets amb una perspectiva mensual, possibles distorsions degudes a esdeveniments puntuals, i que per tant tenen una major fiabilitat.

A qualsevol dels mapes que es poden traçar (a 5, 10, 15, 25, 50, 75 o 100 anys vista) la forma de les isolínies que marquen àrees d'igual intensitat esperada no canvien substancialment, el que sí varien són els valors. Hem considerat útil realitzar el comentari sobre les quantitats esperades a 25 anys, lapsus temporal que coincideix amb la durada del període d'observacions. (Vegeu a la taula 1 les quantitats per a cada una de les estacions; vegeu el repartiment territorial al mapa 1).

El primer fet a remarcar és la diferència que s'aprecia entre les intensitats extremes esperades als diversos indrets de l'illa, que fluctua entre el màxim de Son Torrella (290,5 mm.) fins al mínim de Son Sant Joan (76,8 mm.). La relació teòrica entre els valors oposats és de 1:3,78, la qual és inferior a la diferència entre la pluviometria mitjana avaluada (a partir de dades de GUIJARRO PASTOR, 1986) amb extrems al Cap de ses Salines (287.1 mm) i a Son Torrella-Escorca (1444,6 mm.), el que dona una relació 1:5,04.

També resulta interessant remarcar la diferent localització del mínim insular, que per a pluviometria mitjana és l'àrea del Cap de ses Salines (287.1 mm), seguida per Cala Figuera (321,7 mm.), i del Cap Blanc de Lluçmajor (328.1 mm.). Pel que fa a precipitacions intenses en 24 hores, els valors menors són els presentats per l'aeroport de Palma (76,8 mm.),

i a poca distància el Cap de Cala Figuera (78,1 mm.) i el Far de ses Salines (78,2 mm.).

Pel que fa a la distribució territorial de les zones de precipitacions potencialment més intenses, aquestes es centren a la Serra de Tramuntana, de la qual pràcticament la totalitat es troba inclosa dins de la isolínia dels 130 mm. Un altre màxim individualitzat es troba a la pseudopenínsula d'Artà, inclosa tota ella per sobre dels 120 mm.

Dins de la Serra de Tramuntana es distingeixen dos nuclis de màxima intensitat esperada, amb una gairebé estricta correspondència amb les zones de relleus més vigorosos, si ho haguéssim de marcar amb una fita, aquesta podria ésser la presència d'alçàries superiors als 800 metres:

En primer terme hi ha l'àrea compresa per les estribacions del Galatzó (1025 m.), Mola de Planícia (933 m.) i Mola de na Ferrana (820 m.), la qual abarca bona part dels termes municipals d'Estellencs i Puigpunyent, a més de terrenys pertanyents a Esporles. A tota aquesta contrada es pot esperar que almenys un dia de cada 25 anys hi plougui de 200 a 210 mm..

El segon centre de màxima intensitat, més extens i remarcad, abasta els relleus centrals de la serralada compresos entre es Teix (1092 m.) i el Puig Tomir (1102 m.), amb nombrosos cims de més de 1000 m., que culminen en el Puig de Massanella (1340 m.) i en el Puig Major de Son Torrella (1445 m.). S'engloben dins del màxim les estacions situades al Sud del Massís des Teix, les de la Vall de Sóller —excepció de les estrictament costaneres—, els cims i valls longitudinals elevades (Orient, Almallutx, l'Ofre, Cúber, Lluc, Albarca) a més del litoral comprès entre Bàltx i Mortitx.

Els dos màxims que hem remarcad es troben units per la línia de 190 mm., que segueix la dorsal principal de la Serra des del Puig Tomir al Galatzó.

Des d'aquesta zona central amb majors precipitacions es donen gradients diferents cap a indrets amb menors quantitats de precipitació esperada. Així ens trobam amb un espectacular minvament de les dades cap al vessant Sud de la Serra, especialment en el seu contacte amb el Raiguer, que passa dels 200 mm. fins al 100 mm. en no més de 3 o 4 kms lineals i uns 400 metres de desnivell. Aquesta disminució no és brusca, sino que es fa gradual cap als extrems de l'alineació muntanyosa:

- Cap al Sud l'àrea de relleu notable és considerablement ampla, per la qual cosa el minvament cap al SE és gradual cap a la Badia de Palma.

- El fort gradient Serra/Raiguer també es desdibuixa a mesura que ens apropam a la Badia de Pollença, bàsicament perquè en aquest darrer lloc s'aprecia un minvament de la diferència per descens de la intensitat a la zona compresa dins la serra, alhora

que augmenten les quantitats esperades als indrets plans immediats.

A la part litoral de la Serra hi ha una disminució de la intensitat a mesura que ens situam més prop de la costa, de tota manera només s'ha pogut apreciar al l'observatori de Banyalbufar (amb un mínim relatiu de 155,9 mm.) o als dels fars que tanquen la Badia de Sóller (Cap Gros, 100,5 mm.; Far de sa Creu, 138,1 mm.), que contrasten especialment amb el màxim relatiu de Bàltx d'Avall, situat a menys de 5 kms en línia recta.

Com abans s'ha comentat, a part del cas de la Serra de Tramuntana hi ha una segona àrea de màxima intensitat situada a la quasi península d'Artà, en la qual les Serres de Llevant mostren uns relleus més vigorosos, que culminen a la Talaia Freda de Son Morell (561 m.), que es prolonguen cap al Sud amb els contraforts de Calicant (471 m.) i del Puig del Pare (487 m.).

Entorn del vessant Oest d'aquestes serralades és una àrea on les precipitacions poden assolir més intensitat, preferentment centrades als observatoris de ses Pastores i es Cabanells, ambdós amb valors superiors a 140 mm. en 24 hores per a 25 anys.

Pel que es refereix a l'àrea plana de Mallorca, hi ha una gradació general per la qual la intensitat minva de Nordoest a Sudost; així el litoral de la Badia d'Alcúdia té valors entorn dels 120 mm., i al fons de la Badia de Palma no assoleix els 80 mm.

La disminució no es fa de manera gradual, sino que hi ha una sèrie d'anomalies que es constaten a continuació:

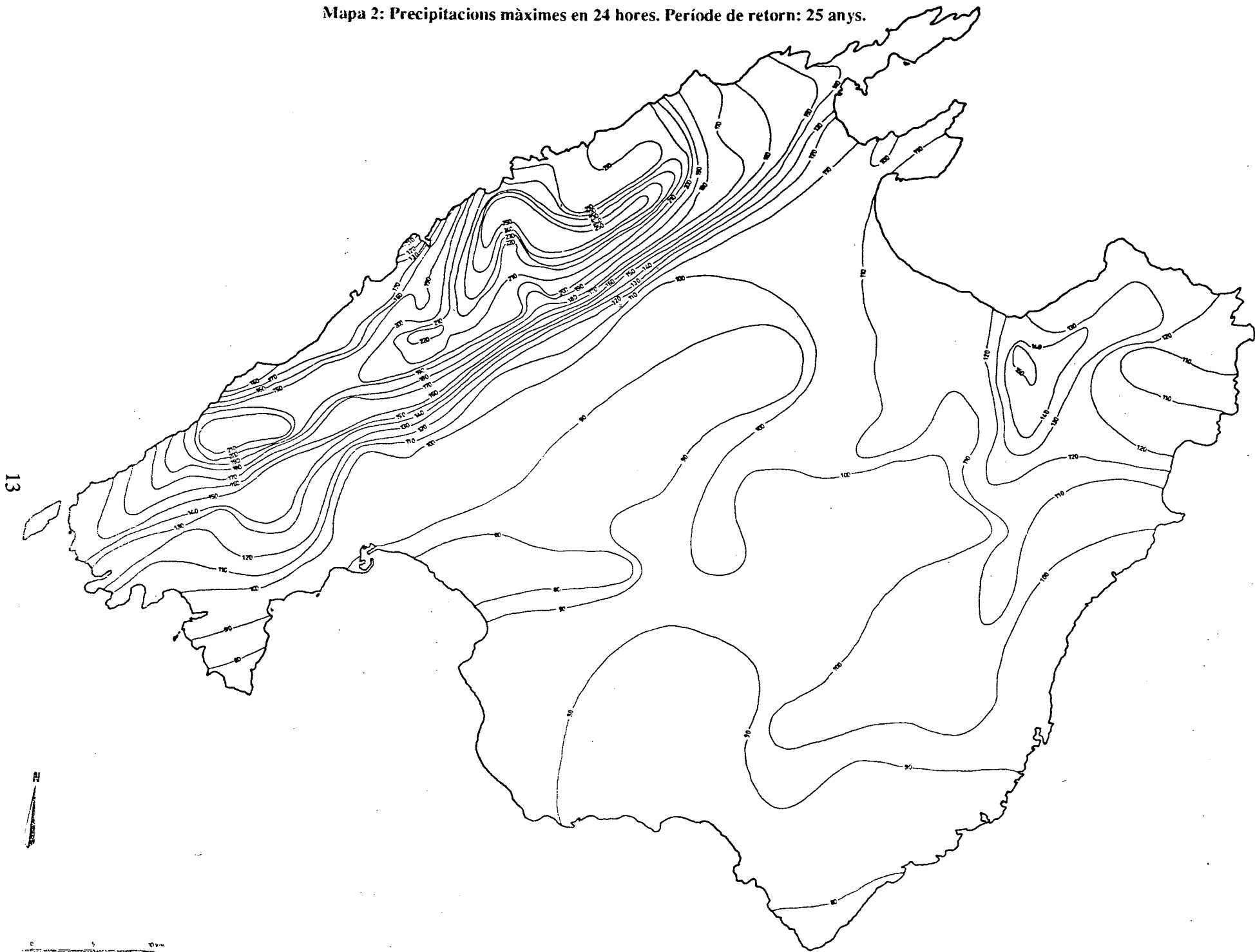
- El màxim de la Serra d'Artà té una certa prolongació N-S seguint l'eix de les alineacions principals de les Serres de Llevant, l'efecte de les quals amb un relatiu augment de les intensitats es prolonga fins l'àrea de Felanitx-Campos.

- El centre de l'Illa, particularment a l'àrea de Sincu-Montuiri es denota un increment de les intensitats, que segurament pot respondre a la gènesi o reforçament de pluges com a conseqüència de la convergència de l'embat (com posteriorment es comprova en treballar les intensitats a nivell mensual) (JANSÀ CLAR, 1985, pp. 11-12).

- El mínim relatiu més extens és el constituït pel Raiguer i part NW del Pla de Mallorca, que en bona part es situa amb valors inferiors a 90 mm. En aquest cas l'efecte arrecerador de la Serra de Tramuntana deu influir poderosament, atès que els menors valors es donen a l'àrea del Pla de Sant Jordi, doblement protegit dels vents del N. pel Puig de ses Coves-Son Seguí; de l'Est pel Massís de Randa-Gadent, i del SW per les darreres elevacions de la Serra de Tramuntana (na Burguesa).

- L'altre mínim és el constituït per la part

Mapa 2: Precipitacions màximes en 24 hores. Període de retorn: 25 anys.



13



0 5 10 km

més meridional de l'illa, des de Lluçmajor fins al Sud de Portocolom. També amb valors inferiors a 90 mm., aquesta àrea es troba separada del mínim de Palma, per un augment de la intensitat a la part més elevada de la Marina de Lluçmajor, dins la qual es compren el litoral entre s'Arenal i Cala Pi.

- A escala menor hi ha altres mínims secundaris remarcables, com el de l'extrem Sud del terme de Calvià, amb el Far de Cala Figuera; o gairebé a l'altre extrem de l'illa una disminució relativa de les intensitats a les àrees al vessant Est del Massís d'Artà.

El comportament dels mapes d'intensitats de precipitació esperables per a diversos períodes de temps és sensiblement diferent del dels mapes de precipitació mitjana anual; amb tot un seguit de diferències a remarcar, tot i que en els trets generals són similars. (vegeu el mapa III).

1.- El diferent comportament del màxim de la Serra de Tramuntana. En el cas de les precipitacions mitjanes, els valors màxims apareixen paleament basculats cap al sector Sóller/Pollença, i la isohieta dels 1000 mm. anuals pràcticament passa per ambdós centres urbans. Quan es fa referència als valors màxims esperats per 24 hores, aquests es centren al sector Bunyola-Mortitx, lleugerament desplaçat a l'Oest respecte del de precipitacions mitjanes.

Com s'ha pogut observar en parlar de les precipitacions més quantioses dels darrers 25 anys, algunes d'elles (16 de gener 1978, 1 de març 1979 ...) han afectat particularment la part SW i central de la Serra, sense arribar a afectar l'àrea de Pollença.

D'altra banda el màxim secundari de Puigpunyent-Estellencs apareix més reforçat per a precipitacions en 24 hores.

2.- El desplaçament del màxim relatiu d'Artà: En el cas de quantitats mitjanes, aquest es localitza a l'àrea interior de la península, entorn de l'estació d'ets Olors i dels puigs més elevats.

Contràriament, en fer l'anàlisi de les intensitats esperades, els màxims valors es situen cap al vessant occidental de les estribacions de muntanyes, oberta cap als vents del NW, i centrades cap a l'estació de ses Pastores. Al mateix temps, i a sotavent d'aquestes alineacions de relleu, es provoca un mínim relatiu de la intensitat que es centra a la vall de fons pla on es troba la vila d'Artà. Aquesta inflexió negativa no queda reflectida a l'hora d'analitzar la pluviositat mitjana (JANSÀ CLAR, 1972b).

3.- Una altra anomalia positiva és la provocada per les Serres de Llevant, la presència de les quals determina un increment de la intensitat per a les estacions situades sobre el seu eix respecte de les que estan desplaçades a l'Est o Oest del mateix. El fet queda particularment palès en les diferències de tres estacions del terme de Manacor: Manacor (urbana),

Ca s'Hereu i Son Crespi, de les quals la segona, ubicada a la part axial de la serralada, mostra valors superiors a les dues immediates (113,0 mm. en front dels 93 de l'estació urbana o els 104,5 de Son Crespi).

4.- Al centre de l'illa s'individualitza un màxim relatiu d'intensitats entorn de l'àrea de Montuiri i Sineu, (que queda més palès en el cas de traçar-se una isolínia auxiliar corresponent als 95 mm). Aquest fenomen, provocat per la convergència de l'embat no queda reflectit de manera clara als mapes de precipitacions mitjanes anuals.

5.- Al Raiguer i part Nord-occidental del Pla de Mallorca, quan s'analitzen les intensitats esperades als 25 anys, s'aprecia la formació d'un mínim prou destacat, que segueix el corredor Palma-Alcúdia, amb l'aparició dels menors valors esperats a la plana immediata a la capital.

Aquest fet no té cap reflex en les precipitacions mitjanes, les quals tenen uns valors més migrats a l'entorn de la capital, però entre les quals no es dona un efecte de disminució relativa al llarg de tot el Raiguer.

6.- Quan s'observa el mapa de precipitacions mitjanes; l'efecte de les terres que entren dins la mar (penínsules, caps, o fins i tot la mateixa línia litoral) és el de produir una disminució gairebé radical de les quantitats recollides, que tenen exemples molt destacats, com la gran diferència que existeix entre l'extrem del cap de Formentor (GUIJARRO PAS-TOR 1985, t.II) que recull 436,8 mm. anuals, en tant que a la base d'aquest promontori, el Port de Pollença arriba als 820,3 mm. (existint entre ambdós punts una distància lineal inferior als 10 kms.). Un altre cas més extremat és el del Far de Capdepera, que només arriba als 414,1 mm., en tant que Cala Rajada, a tan sols 1 Kilòmetre de distància assoleix els 620 mm.

Aquestes darreres diferències queden pràcticament anul·lades quan es passa a treballar amb les intensitats màximes esperades, que de fet són les mateixes a l'extrem que a la base del promontori: així, al cap de Formentor es poden esperar 135,5 mm. en 24 hores, en tant que al Port de Pollença la quantitat és de 139,1 mm. Igualment succeix entre el Far de Capdepera (112,1 mm.) i l'estació de Cala Rajada (115,2 mm.).

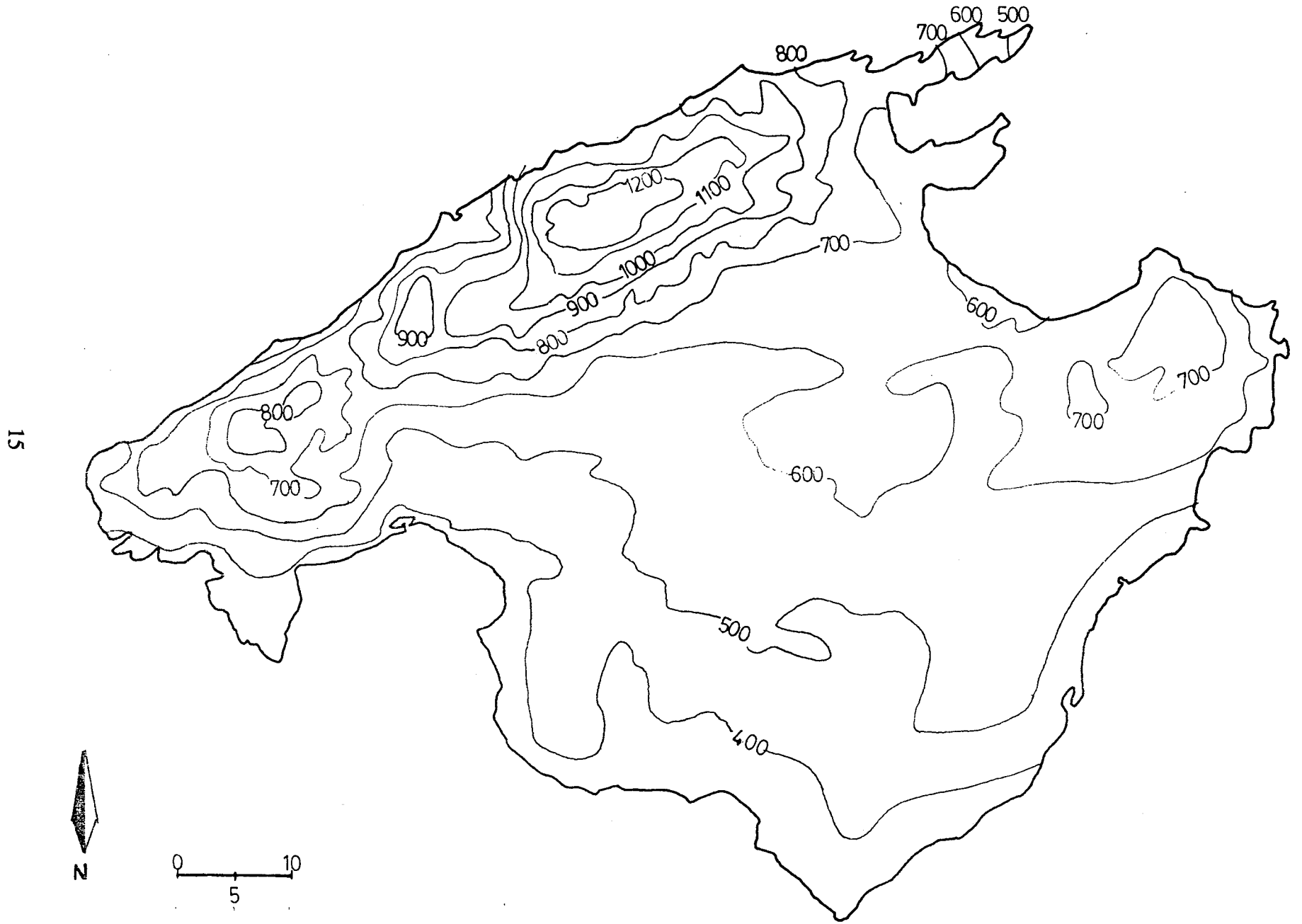
En aquests casos s'ha d'entendre el doble efecte de la presència immediata de la mar:

- d'un costat fa minvar les quantitats globals de pluja recollida, ja que la conseqüència de la pertorbació que exerceix el relleu com efecte disparador de la inestabilitat no sempre comença a la mateixa línia de costa.

- d'altra banda es remarca que per a determinades precipitacions de caràcter convectiu la mar és un element afavoridor—sinó determinant—; com



Mapa 3: Precipitacions anuals mitjanes, 1960-1980.



pot ocórrer amb determinats tipus de tempestes nocturnes (JANSÀ GUARDIOLA, 1944); que generades sobre la superfície marítima només afecten indrets litorals.

Per aquest darrer efecte es pot entendre que fins i tot es donin canvis radicals a segons quines zones segons s'analitzin per a precipitacions mitjanes o per a intensitats extremes.

De fet la meitat oriental de la Badia de Palma funciona com un mínim de precipitació global, centrat a l'àrea entre s'Arenal i el Cap Blanc, amb valors de només 392,8 i 328,1 mm. respectivament, que contrasten amb quantitats recollides terra endins (Aeroport de Son Sant Joan, 419,1 mm. o Lluçmajor, 449,6 mm.).

Quan s'analitzen les precipitacions màximes esperables en 24 hores, la tendència abans esmentada s'inverteix, de manera que són les estacions de vorera de la mar les que obtenen uns valors superiors (s'A-

renal, 93,1 mm.; Cap Blanc, 94,5 mm.) enfront dels menors de localitats interiors (Son Sant Joan, 76,8 mm.; Lluçmajor, 89,8 mm.).

Únicament a una àrea litoral es dona similitud total entre el comportament de les precipitacions intenses i de les precipitacions mitjanes; en aquest cas a part del litoral de la Serra de Tramuntana, preferentment entre les estacions dels fars del Port de Sóller (Far del Cap Gros i Far de sa Creu), els quals manifesten valors sensiblement inferiors que no les estacions situades al fons de la vall.

Com s'observa al llarg d'aquesta darrera enumeració, hi ha significatives dissimetries entre els mapes de precipitacions mitjanes i extremes. Aquestes diferències són de coneixement necessari cara a l'ordenació del territori i particularment per als estudis de risc natural. Al cap i la fi no fan sinó confirmar la complexitat que suposa el coneixement climàtic d'una àrea geogràfica com la nostra.

## BIBLIOGRAFIA

- BLANCO GARCÍA, Andrés (1987): *Distribución de valores extremos (períodos de retorno)*.- Instituto Nacional de Meteorología (Col.lecció "Notas de Climatología" número 2.- Madrid.- 9 pp.
- BURGUEÑO RIVERO, Augusto (1986): *Distribución de la intensidad de la lluvia y de su duración en Barcelona*.- Tesi de Doctorat.- Universitat de Barcelona.- 1 vol
- ELÍAS, F./RUIZ, L. (1979): *Precipitaciones máximas en España. Estimaciones basadas en métodos estadísticos*.- Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza.- Madrid.- 537 pp.
- GAYÀ OBRADOR, Cosme (1974): *Lluvias intensas sobre Palma*.- Boletín Mensual Climatológico del Centro Meteorológico de Baleares" (Palma), 382.
- GAYÀ OBRADOR, Cosme (1984): *Climatología de Baleares. Meteoros*. (2a edició).- Instituto Nacional de Meteorología (publicación A-71).- Madrid.- 204 pp.
- GAYÀ OBRADOR, Cosme (1985): *Lluvias en la cuenca de Palma*.- Imagen 70.- Palma.- 47 pp + gràfics.
- GRIMALT GELABERT, Miquel (1988): *Precipitaciones máximas diárias a la Serra de Tramuntana (Mallorca)*.- Treballs de Geografia (Palma), 40, 51-60.
- GUIJARRO PASTOR, José Antonio (1986a): *Contribución a la Bioclimatología de Baleares* (Tesi Doctoral).- Universitat de les Illes Balears.- II vols.
- JANSÀ CLAR, Agustí (1972b): *Mini-ciclón en Baleares (I i II)*.- Revista de Meteorología Marítima (Madrid), núms. 10 i 11, 9-15 i 8-15.
- JANSÀ CLAR, Agustí (1972e): *Pluviometría de Artà*.- Boletín Mensual climatológico del Centro Meteorológico de Baleares (Palma), núms. 354 i 355, pp. 75-77 i 90-93.
- JANSÀ CLAR, Agustí (1985): *Condiciones climáticas de las Baleares*.- El Campo (Bilbao), 100, 11-15.
- JANSÀ GUARDIOLA, Josep Maria (1944b): *Chubascos nocturnos*.- Boletín Mensual del Centro Meteorológico de Baleares (Palma), II, núm 19.
- JANSÀ GUARDIOLA, Josep Maria (1946): *El régimen de brisas en la isla de Mallorca*.- Revista de Geofísica (Madrid), XIX, 304-328.
- JANSÀ GUARDIOLA, Josep Maria (1969): *Curso de climatología*.- Instituto Nacional de Meteorología.- Madrid.- 445 pp.
- JARDÍ, Montserrat (1984): *Càlcul dels períodes de retorn de les precipitacions màximes en 24 hores de dues estacions de muntanya: Montserrat i Sant Llorenç del Munt*.- Notes de Geografia Física (Barcelona), 11, 39-48.
- MARTÍN VIDE, Xavier (1987): *Característiques climatològiques de la precipitació en la franja costera*

- mediterrània de la Península Ibèrica*.-Institut Cartogràfic de Catalunya.- Barcelona.- 245 pp.
- MARTÍNEZ MOLINA, Ignacio (1986): *Estadística (Aplicada a la Hidrometeorologia)*.- Instituto Nacional de Meteorología (publicació D-47).- Madrid.- 212 pp.
- MATEO GONZALO, P. (1976): *Determinación de una fórmula en el análisis de intensidades máximas de lluvia en una estación con registro continuo y extensión a otras con registros discontinuos*.- Ministerio del Aire. Servicio Meteorológico Nacional. Publicación A-63.- Madrid.
- PÉREZ CUEVA, Alejandro/ ARMENGOT SERRANO, Rafael (1983): *El temporal de octubre de 1982 en el marco de las lluvias torrenciales en la cuenca baja del Júcar*.- Cuadernos de Geografía (València), 32-33, 61-86.
- RASO NADAL, Josep Miquel (1984a): *Anàlisi estadística de la pluviometria anual de les Illes Balears*.- Notes de Geografia Física (Barcelona), 10, 23-32.
- REDAÑO XIPELL, Angel (1987): *Aspectos meteorológicos e hidrológicos de la precipitación en el área urbana de Barcelona*.- Tesis de doctorat.- Universitat de Barcelona. Departament de Física de l'atmosfera.- 1 vol.- 161 fols..
- ROSSELLÓ VERGER, Vicens Maria (1964): *Mallorca. El Sur y el Sureste*.- Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación.- Palma.- 1964.- 58-93.

### Precipitaciones anuales máximas en 24 horas per a un període de retorn de 25 anys.

| núm.                                  | estació         | municipi       | precipitació(mm.) | núm.              | estació         | municipi    | precipitació(mm.) |
|---------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|
| Vessant N. de la Serra de Tramuntana. |                 |                |                   | Vessant de Palma  |                 |             |                   |
| B001                                  | Far Formentor   | Pollença       | 135,5             | B201              | Cala Figuera    | Calvià      | 78.9              |
| B007                                  | Mortitx         | Escorca        | 211.4             | B203              | S'Hostalet      | Calvià      | 90.9              |
| B013                                  | Lluc            | Escorca        | 251.8             | B209              | Faro Porto Pi   | Palma       | 88.1              |
| B019                                  | Mossa           | Escorca        | 204.3             | B217              | Sa Campaneta    | Puigpunyent | 210.2             |
| B022                                  | Casa Nova       | Escorca        | 207.4             | B220              | Son Net         | Puigpunyent | 111.6             |
| B046                                  | Bàltx d'Avall   | Fornalutx      | 274.6             | B228              | Palma-Urània    | Palma       | 97.3              |
| B051                                  | Far de la Creu  | Sóller         | 138.1             | B233              | Establiments    | Palma       | 98.7              |
| B055                                  | Montnàber       | Fornalutx      | 217.6             | B240              | Esporles        | Esporles    | 193.3             |
| B056                                  | Binibassí       | Fornalutx      | 249.3             | B241              | Ses Rotes       | Esporles    | 166.8             |
| B059                                  | Can Bartola     | Bunyola        | 187.2             | B244              | Son Patx        | Valldemossa | 179.1             |
| B061                                  | Soller.Urbana   | Sóller         | 227.6             | B249              | Biniforañi      | Bunyola     | 226.8             |
| B075                                  | Cap Gros.Sóller | Sóller         | 100.5             | B250              | Alfàbia Nou     | Bunyola     | 211.0             |
| B077                                  | Son Bujosa      | Deià           | 168.5             | B253              | Alqueriad'Avall | Bunyola     | 211.2             |
| B084                                  | Son Mas         | Valldemossa    | 165.4             | B255              | Bunyola         | Bunyola     | 176.6             |
| B087                                  | Banyalbufar     | Banyalbufar    | 155.9             | B259              | Raixeta         | Bunyola     | 206.4             |
| B094                                  | Estellencs      | Estellencs     | 210.6             | B260              | Raixeta         | Bunyola     | 165.9             |
| Vessant d'Andratx                     |                 |                |                   | B269              | Es Cabàs        | Santa Maria | 108.9             |
| B104                                  | Far de Llebeig  | *Dragonera, sa | 123.1             | B271              | Son Sureda      | Marratxí    | 94.3              |
| B108                                  | Far d'Andratx   | Andratx        | 125.8             | B273              | Sa Cabaneta     | Marratxí    | 92.8              |
| B111                                  | S'Arracó        | Andratx        | 155.6             | B278              | Son Sant Joan   | Palma       | 76.8              |
| B118                                  | S'Alqueria      | Andratx        | 181.9             | B282              | Xorrigo         | Palma       | 88.8              |
| B145                                  | Son Fortuny     | Andratx        | 105.1             | B287              | Son Dulei       | Algaida     | 78.2              |
| B158                                  | Son Vic Nou     | Calvià         | 116.5             | B293              | S'Arenal        | Llucmajor   | 93.1              |
| B174                                  | Galilea         | Puigpunyent    | 162.9             | B2**              | Far Port Palma  | Palma       | 84.4              |
| B178                                  | Calvià Urbana   | Calvià         | 123.6             | B2**              | Son Serralta    | Puigpunyent | 142.9             |
| B185                                  | Sa Garrigueta   | Puigpunyent    | 176.0             | Vessant de Campos |                 |             |                   |
|                                       |                 |                |                   | B300              | Far Cap Blanc   | Llucmajor   | 94.5              |
|                                       |                 |                |                   | B312              | Cas Busso       | Llucmajor   | 83.9              |

| núm.                    | estació         | municipi        | precipitació(mm.) | núm.   | estació          | municipi  | precipitació(mm.) |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--|------------------|-----------|-------------------|
| B321                    | Mas Déu         | Llucmajor       | 83.0              | B678   | Inca             | Inca      | 94.2              |
| B334                    | Llucmajor       | Llucmajor       | 89.8              | B679   | Son Perelló      | Inca      | 82.4              |
| B340                    | Cap Sol         | Campos          | 88.6              | B680   | Llubí            | Llubí     | 79.2              |
| B346                    | Porreres        | Porreres        | 92.9              | B682   | Muro             | Muro      | 100.0             |
| B358                    | Campos SE       | Campos          | 101.3             | B684   | Son Torrella     | Escorca   | 290.5             |
| B373                    | Salines Llevant | Campos          | 88.5              | B686   | Can Bajoca       | Mancor    | 180.0             |
| B379                    | S'Avall         | Salines, ses    | 83.0              | B688   | Caimari          | Selva     | 136.6             |
| Vessant litoral del SE. |                 |                 |                   | B690   | Sa Pobla         | Pobla, sa | 100.9             |
| B400                    | Far ses Salines | Santanyí        | 78.2              | B694   | Ses Fonts        | Campanet  | 177.4             |
| B407                    | Santanyí        | Santanyí        | 80.2              | B696   | Biniatró         | Campanet  | 169.9             |
| B424                    | Alqueria Blanca | Santanyí        | 86.8              | B698   | Alcúdia.Butano   | Alcúdia   | 121.2             |
| B434                    | Portocolom      | Felanitx        | 96.0              | Vessant de Pollença                                    |                  |           |                   |
| B458                    | Son Mas Nou     | Manacor         | 95.8              | B703   | Alcúdia.Urbana   | Alcúdia   | 97.3              |
| B463                    | Son Crespi Vell | Manacor         | 104.5             | B733   | Can Cap de Bou   | Pollença  | 115.5             |
| B494                    | Son Servera     | Son Servera     | 121.1             | B739   | Mortitxet        | Escorca   | 177.4             |
| Vessant d'Artà          |                 |                 |                   | B745   | Can Serra        | Pollença  | 166.9             |
| B510                    | Ets Olors       | Artà            | 131.1             | B760   | Pollença         | Pollença  | 160.0             |
| B520                    | Artà. Urbana    | Artà            | 109.6             | B780   | Base P. Pollença | Pollença  | 139.1             |
| B530                    | Sa Corballa     | Artà            | 109.7             | B7**   | La Victòria      | Alcúdia   | 107.9             |
| B560                    | Cala Ratjada    | Capdepera       | 112.1             | Illa de Cabrera  |                  |           |                   |
| B569                    | Far Capdepera   | Capdepera       | 115.2             | B  | Far de Cabrera   | *Cabrera  | 106.6             |
| Vessant d'Alcúdia       |                 |                 |                   | (*) L'illa de sa Dragonera pertany al terme d'Andratx. |                  |           |                   |
| B602                    | Ermitea Betlem  | Artà            | 127.9             | (*) L'illa de Cabrera pertany al municipi de Palma.    |                  |           |                   |
| B606                    | Felanitx        | Felanitx        | 104.7             |  |                  |           |                   |
| B610                    | Boscana Nou     | Vilafranca      | 98.7              |  |                  |           |                   |
| B614                    | Manacor         | Manacor         | 93.0              |  |                  |           |                   |
| B620                    | Ca s'Hereu      | Manacor         | 113.3             |  |                  |           |                   |
| B622                    | Molí Paperer    | Manacor         | 88.2              |  |                  |           |                   |
| B624                    | Son Sureda Ric  | Manacor         | 118.8             |  |                  |           |                   |
| B626                    | Es Rafal Roig   | Manacor         | 103.5             |  |                  |           |                   |
| B628                    | Cabanells Nous  | Petra           | 140.7             |  |                  |           |                   |
| B630                    | Ses Pastores    | Artà            | 158.0             |  |                  |           |                   |
| B632                    | Montblanc       | Maria           | 109.9             |  |                  |           |                   |
| B634                    | Sant Joan       | Sant Joan       | 96.4              |  |                  |           |                   |
| B634a                   | Sant Joan II    | Sant Joan       | 93.0              |  |                  |           |                   |
| B638                    | Son Brondo      | Sant Joan       | 91.2              |  |                  |           |                   |
| B640                    | Petra           | Petra           | 99.5              |  |                  |           |                   |
| B642                    | Ariany          | Ariany          | 126.9             |  |                  |           |                   |
| B644                    | Sineu           | Sineu           | 107.9             |  |                  |           |                   |
| B645                    | Santa Margalida | Santa Margalida | 109.9             |  |                  |           |                   |
| B646                    | Comasema        | Bunyola         | 178.2             |  |                  |           |                   |
| B648                    | Orient          | Bunyola         | 201.7             |  |                  |           |                   |
| B650                    | Mines Isern     | Alaró           | 100.1             |  |                  |           |                   |
| B654                    | Son Fuster      | Alaró           | 119.3             |  |                  |           |                   |
| B656                    | Santa Maria     | Sant Maria      | 97.0              |  |                  |           |                   |
| B662                    | Sa Vinyota      | Binissalem      | 82.8              |  |                  |           |                   |
| B664                    | S'Oliba         | Sencelles       | 86.4              |  |                  |           |                   |
| B666                    | Montuïri        | Montuïri        | 108.9             |  |                  |           |                   |
| B66*                    | Es Pinaret      | Binissalem      | 90.3              |  |                  |           |                   |
| B670                    | Algaida.Urbana  | Algaida         | 95.1              |  |                  |           |                   |
| B674                    | Costitx         | Costitx         | 88.9              |  |                  |           |                   |
| B676                    | S'Hort Nou      | Alaró           | 187.3             |  |                  |           |                   |