

6. APLICACIÓ DE LA TÈCNICA "AUTOESTIMATOR"

En aquest capítol anem a descriure l'aplicació de la tècnica de Vicente, Scofield i Menzel denominada "Autoestimator", ja explicada en l'apartat 2.2.3. En primer lloc aplicarem la versió original de la mateixa, i tot seguit explicarem les diferents modificacions que s'hi ha introduït per intentar ajustar-la a la nostra situació.

6.1. Versió original

Seguint el mateix criteri que en les tècniques anteriors s'ha aplicat la tècnica original (Vicente et al, 1998) a cada un dels mesos del període estudiat, agrupant-los seguidament per estacions climàtiques i finalment en la totalitat de l'any. Donat que un dels filtres que proposen els autors és temporal, per comparació d'imatges successives, s'ha aplicat el mètode a la totalitat de les imatges, és a dir, 48 imatges IR per dia. En la taula 6.1 podem veure les correlacions obtingudes amb l'equació original per a la totalitat dels observatoris i per a cada una de les tres zones, així com les desviacions (diferència entre les quantitats mesurades i les estimades) del mateix.

Com s'hi pot apreciar els resultats són semblants als assolits amb les altres tècniques; la zona I dona correlacions, en general, molt dolentes, que milloren en les altres dues i en la totalitat del territori estudiat, si exceptuem els mesos d'hivern. Així mateix la tècnica sobreestima notablement la pluja en la majoria dels mesos. Com en les altres tècniques destaca la disparitat de resultats entre uns i altres mesos o estacions, i per altra banda entre una i altra zona per un mateix període. En el conjunt de l'any les correlacions no són superiors a les de la tècnica d'Arkin, molt més simple en tots els sentits.

Taula 6.1. Tècnica "Autoestimator": correlacions i desviacions aplicant el mètode original per al conjunt d'observatoris..

| | Coeficient de correlació | | | | Desviació (mm/dia/obs) | | | |
|--------|--------------------------|--------|---------|----------|------------------------|--------|---------|----------|
| | Total | Zona I | Zona II | Zona III | Total | Zona I | Zona II | Zona III |
| Jul | 0,79 | 0,60 | 0,72 | 0,68 | -0,79 | -1,43 | -0,63 | -0,57 |
| Ago | 0,27 | -0,16 | 0,83 | 0,34 | -0,58 | +0,04 | -1,08 | -0,62 |
| Set | 0,58 | 0,52 | 0,31 | 0,88 | -0,05 | +2,03 | -1,68 | -0,23 |
| Oct | 0,50 | 0,20 | 0,49 | 0,19 | -0,30 | +1,31 | -1,98 | -0,28 |
| Nov | 0,24 | -0,15 | 0,60 | -0,07 | -2,58 | -2,64 | -3,45 | -2,20 |
| Des | 0,36 | -0,30 | -0,20 | 0,58 | -2,18 | -0,65 | -5,21 | -1,57 |
| Gen | 0,48 | 0,37 | -0,13 | -0,05 | -4,51 | -5,52 | -7,18 | -3,02 |
| Feb | 0,70 | 0,34 | -0,05 | 0,39 | -2,00 | -1,68 | -3,10 | -1,74 |
| Mar | 0,09 | 0,67 | 0,26 | 0,26 | -1,55 | +0,58 | -4,53 | -1,20 |
| Abr | 0,53 | 0,24 | 0,82 | 0,25 | -1,53 | -1,51 | -0,97 | -1,77 |
| Mai | 0,63 | 0,27 | 0,72 | 0,64 | -1,86 | -1,36 | -2,21 | -1,93 |
| Jun | 0,45 | 0,56 | -0,07 | 0,50 | -1,31 | -1,34 | -1,13 | -1,38 |
| Estiu | 0,61 | 0,16 | 0,68 | 0,55 | -0,83 | -0,91 | -0,81 | -0,78 |
| Tardor | 0,59 | 0,19 | 0,62 | 0,64 | -0,91 | +0,24 | -2,23 | -0,88 |
| Hivern | 0,51 | -0,17 | -0,28 | 0,27 | -2,94 | -2,65 | -5,19 | -2,06 |
| Prim. | 0,39 | 0,32 | -0,31 | 0,43 | -1,67 | -0,75 | -2,59 | -1,62 |
| Any | 0,56 | 0,05 | 0,61 | 0,49 | -1,53 | -1,01 | -2,65 | -1,24 |

Vicente, Scofield i Menzel proposen diferents filtres per millorar les prestacions de la seva tècnica. Entre ells hem considerat i aplicat al nostre cas un filtre per gradient espacial i un filtre per gradient temporal.

6.1.1. Filtre per gradient espacial

Aquest filtre, tal com l'hem aplicat en aquest treball, consisteix en comparar la intensitat d'un pixel en concret amb la de la mitjana de la matriu de 3x3 pixels centrada en ell mateix. En cas de ser més petita que la mitjana, s'assigna a aquest pixel precipitació zero. Aquest filtre s'ha aplicat a cada un dels mesos, veient-se els resultats en la taula 6.2.

Taula 6.2. Tècnica "Autoestimator": correlacions i desviacions de la versió original, aplicant-hi un filtre de mediana 3x3.

| Filtre 3x3 | Coeficient de correlació | | | | Desviació (mm/dia/obs) | | | |
|---------------|--------------------------|--------|---------|----------|------------------------|--------|---------|----------|
| | Total | Zona I | Zona II | Zona III | Total | Zona I | Zona II | Zona III |
| Jul | 0,77 | 0,61 | 0,51 | 0,67 | -0,42 | -0,74 | -0,42 | -0,28 |
| Ago | 0,29 | -0,26 | 0,84 | 0,39 | -0,25 | +0,33 | -0,68 | -0,31 |
| Set | 0,55 | 0,39 | 0,22 | 0,84 | +0,83 | +2,77 | +0,27 | +0,27 |
| Oct | 0,11 | -0,22 | -0,01 | 0,10 | +0,83 | +2,04 | +0,29 | +0,58 |
| Nov | 0,18 | -0,30 | 0,20 | -0,01 | -0,86 | -0,90 | -1,73 | -0,48 |
| Des | 0,29 | -0,35 | -0,26 | 0,50 | -0,82 | +1,10 | -3,47 | -0,53 |
| Gen | 0,50 | 0,25 | -0,26 | -0,01 | -2,34 | -2,50 | -4,52 | -1,39 |
| Feb | 0,58 | -0,20 | 0,03 | 0,42 | -0,59 | +0,45 | -1,84 | -0,53 |
| Mar | 0,15 | 0,58 | 0,21 | 0,31 | -0,71 | +1,16 | -2,79 | -0,62 |
| Abr | 0,56 | 0,41 | 0,66 | 0,24 | -0,67 | -0,57 | -0,43 | -0,81 |
| Mai | 0,48 | -0,08 | 0,56 | 0,49 | -0,88 | -0,28 | -1,42 | -0,91 |
| Jun | 0,42 | 0,24 | -0,21 | 0,50 | -0,53 | -0,74 | -0,48 | -0,46 |
| Estiu | 0,57 | 0,03 | 0,47 | 0,62 | -0,36 | -0,38 | -0,42 | -0,31 |
| Tardor | 0,19 | -0,19 | 0,13 | 0,57 | +0,28 | +1,31 | -0,32 | +0,12 |
| Hivern | 0,47 | -0,30 | -0,38 | 0,31 | -1,28 | -0,34 | -3,31 | -0,81 |
| Prim. | 0,37 | 0,13 | -0,15 | 0,42 | -0,76 | +0,11 | -1,56 | -0,76 |
| Any | 0,24 | -0,16 | 0,27 | 0,52 | -0,72 | +0,17 | -2,32 | -0,41 |

Comparant aquesta taula amb l'anterior (6.1), s'aprecia que l'aplicació del filtre millora les desviacions, reduint les sobreestimacions, però empitjora considerablement les correlacions en la majoria dels casos (0.24 per tot l'any quan era de 0.56 sense aplicació del filtre).

6.1.2. Filtre per gradient temporal

El segon filtre consisteix en comparar cada pixel amb el mateix pixel de la imatge precedent. Si la intensitat del pixel ha disminuït, és a dir, si aquest pixel s'ha escalfat (cal recordar la inversió de la intensitat de pixel en les imatges que fa la ESA, apartat 3.1) se li assigna precipitació zero independentment de la seva temperatura. En cas contrari se li assigna la precipitació que correspon a la seva temperatura. Per tant, consisteix bàsicament en una comparació d'imatges successives. Els resultats obtinguts per al conjunt dels observatoris i cada zona per separat estan en la taula 6.3.

Com en el cas anterior, les correlacions en general no milloren (0.25 per tot l'any front 0.56 sense aplicació del filtre), disminuint les sobreestimacions, que en alguns casos canvien de signe.

Taula 6.3. Tècnica "Autoestimator": correlacions i desviacions de la versió original aplicant-hi un filtre temporal.

| Filtre temporal | Coeficient de correlació | | | | Desviació (mm/dia/obs) | | | |
|-----------------|--------------------------|--------|---------|----------|------------------------|--------|---------|----------|
| | Total | Zona I | Zona II | Zona III | Total | Zona I | Zona II | Zona III |
| Jul | 0,78 | 0,58 | 0,74 | 0,66 | -0,30 | -0,38 | -0,34 | -0,24 |
| Ago | 0,34 | -0,06 | 0,82 | 0,33 | -0,19 | +0,43 | -0,54 | -0,30 |
| Set | 0,48 | 0,60 | -0,34 | 0,49 | +2,42 | +4,38 | +3,95 | +1,01 |
| Oct | 0,11 | 0,14 | 0,00 | 0,18 | +0,63 | +1,96 | +0,01 | +0,36 |
| Nov | 0,25 | -0,14 | 0,61 | -0,06 | -1,28 | -1,10 | -2,09 | -1,02 |
| Des | 0,37 | -0,40 | -0,20 | 0,60 | -1,04 | +0,91 | -3,43 | -0,87 |
| Gen | 0,46 | 0,32 | -0,11 | -0,05 | -2,44 | -1,98 | -4,63 | -1,73 |
| Feb | 0,69 | 0,25 | -0,10 | 0,37 | -0,88 | +0,13 | -2,06 | -0,86 |
| Mar | 0,08 | 0,67 | 0,28 | 0,20 | -0,81 | +1,22 | -3,08 | -0,71 |
| Abr | 0,50 | 0,25 | 0,79 | 0,18 | -0,83 | -0,60 | -0,53 | -1,03 |
| Mai | 0,61 | 0,31 | 0,70 | 0,65 | -1,12 | -0,38 | -1,55 | -1,24 |
| Jun | 0,46 | 0,61 | -0,08 | 0,51 | -0,72 | -0,85 | -0,64 | -0,70 |
| Estiu | 0,63 | 0,14 | 0,61 | 0,60 | -0,36 | -0,26 | -0,42 | -0,37 |
| Tardor | 0,17 | 0,17 | 0,13 | 0,68 | +0,57 | +1,75 | +0,55 | +0,11 |
| Hivern | 0,51 | -0,25 | -0,27 | 0,28 | -1,48 | -0,32 | -3,38 | -1,13 |
| Prim. | 0,37 | 0,34 | -0,23 | 0,38 | -0,93 | +0,09 | -1,73 | -0,98 |
| Any | 0,25 | 0,01 | 0,31 | 0,50 | -0,72 | +0,31 | -2,12 | -0,55 |

6.1.3. Filtres simultanis de gradient espacial i temporal

S'han aplicat, finalment, ambdós filtres al mateix temps, amb els resultats que es mostren en la taula 6.4.

Taula 6.4. Tècnica "Autoestimator": correlacions i desviacions de la versió original, aplicant-hi un filtre de mediana 3x3, i al mateix temps un filtre temporal.

| Filtres 3x3 i temporal | Coeficient de correlació | | | | Desviació (mm/dia/obs) | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------|---------|----------|------------------------|--------|---------|----------|
| | Total | Zona I | Zona II | Zona III | Total | Zona I | Zona II | Zona III |
| Jul | 0,75 | 0,55 | 0,51 | 0,62 | -0,04 | +0,16 | -0,19 | -0,05 |
| Ago | 0,33 | -0,21 | 0,84 | 0,36 | +0,07 | +0,77 | -0,24 | -0,08 |
| Set | 0,53 | 0,31 | 0,15 | 0,82 | +1,64 | +3,57 | +2,21 | +0,63 |
| Oct | 0,38 | -0,30 | 0,23 | 0,03 | +1,85 | +2,77 | +2,52 | +1,26 |
| Nov | 0,20 | -0,34 | 0,21 | 0,04 | +0,67 | +1,10 | -0,07 | +0,79 |
| Des | 0,34 | -0,35 | -0,26 | 0,48 | +0,52 | +3,09 | -1,19 | +0,17 |
| Gen | 0,49 | 0,21 | -0,27 | 0,01 | -0,15 | +1,56 | -1,79 | -0,19 |
| Feb | 0,56 | -0,30 | 0,00 | 0,38 | +0,70 | +2,67 | -0,58 | +0,42 |
| Mar | 0,15 | 0,56 | 0,24 | 0,27 | +0,19 | +2,02 | -1,01 | -0,06 |
| Abr | 0,57 | 0,42 | 0,63 | 0,22 | +0,13 | +0,49 | +0,08 | +0,01 |
| Mai | 0,48 | -0,13 | 0,53 | 0,52 | +0,14 | +1,04 | -0,34 | -0,02 |
| Jun | 0,42 | 0,24 | -0,22 | 0,51 | +0,28 | -0,01 | +0,14 | +0,45 |
| Estiu | 0,58 | 0,04 | 0,50 | 0,62 | +0,12 | +0,31 | -0,05 | +0,11 |
| Tardor | 0,49 | -0,26 | 0,34 | 0,53 | +1,35 | +2,48 | +1,51 | +0,88 |
| Hivern | 0,47 | -0,37 | -0,39 | 0,29 | +0,35 | +2,43 | -1,20 | +0,12 |
| Prim. | 0,37 | 0,08 | -0,14 | 0,39 | +0,17 | +1,19 | -0,43 | -0,01 |
| Any | 0,49 | -0,22 | 0,23 | 0,52 | +0,50 | +1,60 | -0,06 | +0,26 |

Vistos els resultats anteriors, les correlacions són encara pitjors (en el període anual passen de 0.56 a 0.49 amb l'aplicació dels filtres), mentre que les desviacions han canviat de signe, és a dir, són positives (el mètode subestima la precipitació). En conjunt, la tècnica en el seu format original no suposa una millora respecte les tècniques d'Arkin i la tècnica NAW en les seves versions originals, com veurem en el capítol 7. Les desviacions són notables, i tot i que l'aplicació dels filtres proposats pels autors les

disminueix, això suposa uns pitjors índexs de correlació. Cal destacar que no s'ha pogut aplicar un factor de correcció per humitat ambiental, també proposat pels autors, ja que no disposàvem de la informació adequada per al període temporal analitzat.

6.2. Modificació de la tècnica

Com ja s'ha comentat en els apartats 2.2.3 i 6.1 la tècnica es va preparar originalment per a la previsió de xàfecs intensos, amb l'objectiu de preveure inundacions i minimitzar en lo possible els seus efectes, és a dir, el seu principal interès està en la predicció de riscos naturals, més que no la utilització climatològica de les imatges. El mètode utilitza imatges IR (GOES-8, 10.7 μ m), calibrant la precipitació amb dades de radar meteorològic calibrades al seu temps amb pluviòmetres. Aquesta calibració es va fer amb una resolució espacial de 4 km, tant per a les imatges com pels radars, sobre les planes centrals dels Estats Units i una part del golf de Mèxic. Es van utilitzar només sistemes amb núvols convectius ben definits, i en tot cas separables de la nuvolositat estratiforme, com podrien ser els cirrus. La comparació entre la temperatura del cim del núvol i la precipitació aportada per les dades de terra indica que l'equació que millor s'hi atansa és:

$$R = 1.1183 \times 10^{11} \times \exp(-0.036382 \times T^{1.2}) \quad (6.1)$$

que com pot veure's és una equació del tipus $R = A \times \exp(-b \times T^c)$ (6.2)

on R és la precipitació en mm/h, A, b i c són constants empíriques, i T la temperatura absoluta del cim del núvol, deduïble per la intensitat del pixel en la imatge de satèl·lit.

El mètode aplica a més tres tipus de filtres o màscares, com s'ha explicat en l'apartat 2.2.3. En primer lloc s'introdueix un factor multiplicador, entre 0 i 2, segons el grau d'humitat de l'atmosfera en cada punt, segons les dades proporcionades pels serveis meteorològics dels Estats Units. En aquest treball no hem disposat d'aquesta informació i, per tant, no l'hem aplicat. La quantitat de vapor d'aigua present en l'atmosfera es pot conèixer a partir de dades de radiosondes, i possiblement de les dades d'humitat troposfèrica (UTH) que publica la ESA, o a partir de les imatges en vapor d'aigua del mateix METEOSAT, una de les possibles continuacions d'aquest treball serà precisament intentar trobar aquesta informació en un format escaient per introduir-la en l'aplicació tant d'aquesta com de les altres tècniques.

En segon lloc s'aplica un filtre de gradient espacial, que bàsicament consisteix en comparar la intensitat de cada pixel amb la mitjana de la matriu de 3x3 pixels centrada en ell. En cas que sigui més petita o igual s'assigna precipitació zero al pixel independentment de la seva temperatura. El filtre actua doncs com una màscara amb la finalitat d'eliminar els núvols estratiformes i els mínims locals, que en principi no aporten precipitació.

El tercer filtre a aplicar és un filtre de creixement del núvol, i consisteix en comparar pixel a pixel dues imatges consecutives. D'aquesta manera és pot seguir l'evolució temporal d'un pixel en concret. Si la temperatura decreix, indica que el núvol està en fase de creixement i se li assigna pluja segons l'equació indicada. En cas contrari serà que el núvol ha arribat a una fase madura i, en conseqüència, ja no proporciona precipitació, i se li assigna precipitació zero. Aquest filtre pressuposa la immobilitat del núvol, aquesta suposició és perfectament acceptable donat l'interval temporal en què es treballa i a la resolució espacial disponible de 4 km en el millor dels casos.

Com hem vist en l'apartat anterior cap d'aquest dos últims filtres millora els resultats de la tècnica original, a més, aquesta sobreestima fortament la precipitació en la majoria de casos. Això sembla indicar la necessitat de recalibrar l'equació que es fa servir per relacionar la temperatura del pixel amb la precipitació estimada. El pas lògic seria repetir tot el procediment que va portar a l'equació citada, és a dir, estudiar una sèrie d'imatges coincidents espacialment i temporal amb dades de radar meteorològic, però ara en la nostra regió climatològica. Com aquest pas no es podia fer, en no disposar de les dades de radar calibrades a partir de pluviòmetres en cada un dels punts estudiats, es va optar per intentar modificar l'equació original de manera que s'adaptés millor a la precipitació mesurada en la xarxa d'observatoris amb la què hem estat treballant. En aquest sentit s'ha modificat l'equació (6.1) veient-se que el factor que més afecta les correlacions és l'exponent de la temperatura, i que un cop establert aquest, es podien modificar les desviacions canviant el factor multiplicador de la funció exponencial, factor que per altra banda no afecta les correlacions. D'aquesta manera s'ha optat per provar diferents exponents, des de $c = 0.05$ fins a $c = 1.25$, incloent al mig el valor original, amb l'objectiu de millorar les correlacions, i en un segon pas mirar de modificar el factor A, per eliminar, o al menys reduir les desviacions. Dels resultats obtinguts es desprèn que en general les millors equacions examinades són aquelles en que l'exponent de la temperatura és igual a 1.2, com en l'equació original, o és igual a 1.0 (6.3)

$$R = 1.1183 \times 10^7 \times \exp(-0.036382 \times T^1) \quad (6.3)$$

Aquesta última és sensiblement millor per a la majoria de mesos, tant per al total dels observatoris com per a la zona II per separat, mentre que en les zones I i III, l'equació original (6.1) sembla proporcionar resultats més ajustats, tal com pot veure's en la taula 6.5. En la taula s'han indicat en negreta els coeficients de correlació comparativament millors.

Taula 6.5. Tècnica "Autoestimator": Períodes mensuals, estacionals i anual. Comparació de les correlacions entre l'equació original (6.1) i l'equació modificada (6.3).

| Període | Tot | | Zona I | | Zona II | | Zona III | |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 |
| Juliol | 0,79 | 0,80 | 0,64 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,68 | 0,67 |
| Agost | 0,27 | 0,70 | -0,10 | 0,14 | 0,83 | 0,76 | 0,42 | 0,63 |
| Setembre | 0,58 | 0,73 | 0,58 | 0,51 | 0,31 | 0,57 | 0,88 | 0,68 |
| Octubre | 0,50 | 0,58 | 0,20 | -0,09 | 0,49 | 0,66 | 0,19 | 0,50 |
| Novembre | 0,24 | 0,28 | -0,04 | -0,25 | 0,60 | 0,66 | -0,07 | -0,04 |
| Desembre | 0,36 | 0,64 | -0,17 | -0,07 | -0,20 | 0,16 | 0,66 | 0,64 |
| Gener | 0,48 | 0,52 | 0,45 | 0,45 | -0,13 | 0,04 | -0,05 | 0,02 |
| Febrer | 0,70 | 0,56 | 0,26 | -0,54 | -0,05 | -0,31 | 0,28 | 0,14 |
| Març | 0,09 | 0,42 | 0,66 | 0,55 | 0,26 | 0,44 | 0,25 | 0,02 |
| Abril | 0,53 | 0,65 | 0,20 | 0,44 | 0,82 | 0,86 | 0,29 | 0,33 |
| Maig | 0,63 | 0,71 | 0,18 | -0,59 | 0,72 | 0,82 | 0,61 | 0,79 |
| Juny | 0,45 | 0,49 | 0,63 | -0,11 | -0,07 | 0,40 | 0,49 | 0,57 |
| Estiu | 0,61 | 0,75 | 0,19 | 0,29 | 0,68 | 0,74 | 0,55 | 0,68 |
| Tardor | 0,59 | 0,61 | 0,19 | -0,11 | 0,62 | 0,83 | 0,64 | 0,55 |
| Hivern | 0,51 | 0,58 | 0,00 | -0,13 | -0,28 | -0,03 | 0,22 | 0,25 |
| Prim. | 0,39 | 0,65 | 0,20 | -0,03 | -0,31 | 0,84 | 0,40 | 0,49 |
| 94-95 | 0,56 | 0,66 | 0,05 | -0,13 | 0,61 | 0,84 | 0,49 | 0,58 |

En la figura 6.1 es mostren els mapes de precipitació que proporciona la tècnica aplicada al mes de juliol de 1994. La figura 6.1.a amb la tècnica original sense cap modificació i la figura 6.2.b havent canviat l'exponent de la temperatura i el factor multiplicador.

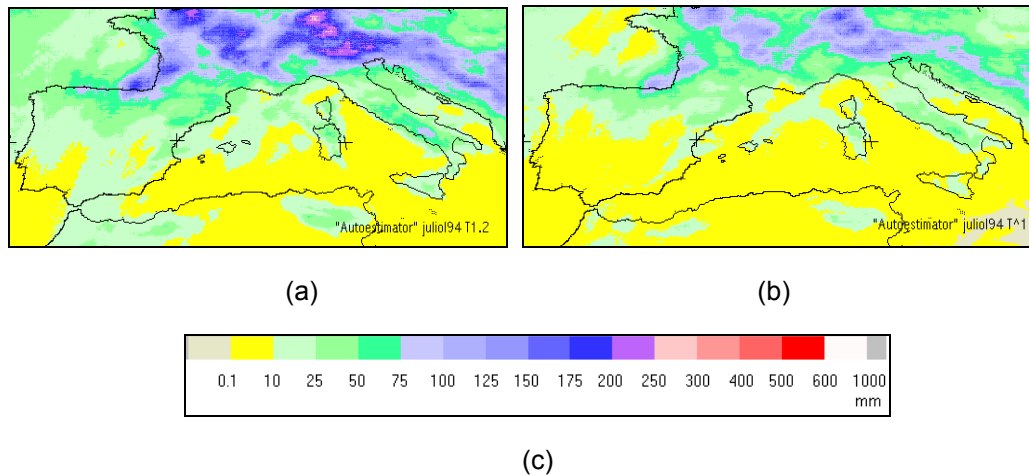


Figura 6.1. Tècnica "Autoestimator": Juliol 1994. Mapa de precipitació. (a) equació original; (b) equació modificada; (c) llegenda.

Si comparem les dues imatges de la figura 6.1 veiem que la tècnica original estima més precipitació que la tècnica modificada, però que en general presenten una distribució semblant de la precipitació acumulada al llarg del mes. Recordem que va ser un mes molt sec, i que en el centre i sud de la península pràcticament no hi va ploure en tot el mes. En aquest sentit la tècnica modificada s'ajusta més a la realitat que la versió original.

El pas següent ha estat veure si l'aplicació dels filtres proposats pels autors (Vicente, Scofield i Menzel, 1998) podien millorar els resultats. Les correlacions obtingudes es troben en la taula 6.6.

Si es compara la taula 6.6 amb la taula 6.5 es pot apreciar com l'aplicació del filtre de gradient espacial no millora les correlacions, ben al contrari en la majoria dels casos aquestes es redueixen de manera notable.

Taula 6.6. Tècnica "Autoestimator": Períodes mensuals, estacionals i anual. Comparació de les correlacions entre l'equació original (6.1) i l'equació modificada (6.3), aplicant un filtre de gradient espacial.

| Període | Tot | | Zona I | | Zona II | | Zona III | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 |
| Juliol | 0,77 | 0,77 | 0,64 | 0,70 | 0,51 | 0,44 | 0,66 | 0,54 |
| Agost | 0,29 | 0,64 | -0,20 | 0,17 | 0,84 | 0,45 | 0,48 | 0,47 |
| Setembre | 0,55 | 0,67 | 0,47 | 0,43 | 0,22 | 0,36 | 0,84 | 0,55 |
| Octubre | 0,11 | 0,48 | -0,22 | -0,41 | -0,01 | 0,43 | 0,10 | 0,43 |
| Novembre | 0,18 | 0,17 | -0,19 | -0,39 | 0,20 | 0,17 | -0,01 | -0,05 |
| Desembre | 0,29 | 0,52 | -0,20 | -0,40 | -0,26 | -0,09 | 0,57 | 0,61 |
| Gener | 0,50 | 0,51 | 0,35 | 0,33 | -0,26 | -0,34 | 0,02 | 0,04 |
| Febrer | 0,58 | 0,50 | -0,19 | -0,58 | 0,03 | -0,06 | 0,32 | 0,20 |
| Març | 0,15 | 0,40 | 0,60 | 0,40 | 0,21 | 0,18 | 0,32 | 0,12 |
| Abril | 0,56 | 0,58 | 0,36 | 0,34 | 0,66 | 0,57 | 0,27 | 0,40 |
| Maig | 0,48 | 0,64 | -0,09 | -0,68 | 0,56 | 0,77 | 0,45 | 0,73 |
| Juny | 0,42 | 0,42 | 0,24 | -0,14 | -0,21 | 0,18 | 0,50 | 0,53 |
| Estiu | 0,57 | 0,67 | 0,07 | 0,26 | 0,47 | 0,66 | 0,62 | 0,48 |
| Tardor | 0,19 | 0,52 | -0,19 | -0,32 | 0,13 | 0,58 | 0,57 | 0,45 |
| Hivern | 0,47 | 0,53 | -0,12 | -0,33 | -0,38 | -0,35 | 0,28 | 0,30 |
| Prim. | 0,37 | 0,61 | 0,15 | -0,07 | -0,15 | 0,36 | 0,40 | 0,50 |
| 94-95 | 0,24 | 0,62 | -0,16 | -0,21 | 0,27 | 0,47 | 0,52 | 0,61 |

A continuació aplicarem un filtre temporal consistent en la comparació de cada pixel amb el mateix pixel de la imatge precedent. Si la intensitat del pixel ha disminuït, se li assigna precipitació zero independentment de la seva temperatura. En cas contrari se li assigna la precipitació que correspon a la seva temperatura. Les correlacions es poden veure en la taula 6.7.

Taula 6.7. Tècnica "Autoestimator": Períodes mensuals, estacionals i anual. Comparació de les correlacions entre l'equació original (6.1) i l'equació modificada (6.3), aplicant un filtre de gradient temporal.

| Període | Tot | | Zona I | | Zona II | | Zona III | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 | c = 1.2 | c = 1.0 |
| Juliol | 0,78 | 0,79 | 0,61 | 0,72 | 0,74 | 0,74 | 0,66 | 0,63 |
| Agost | 0,34 | 0,71 | 0,00 | 0,29 | 0,82 | 0,71 | 0,41 | 0,57 |
| Setembre | 0,48 | 0,52 | 0,60 | 0,68 | -0,34 | -0,32 | 0,50 | 0,39 |
| Octubre | 0,11 | 0,58 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,61 | 0,18 | 0,51 |
| Novembre | 0,25 | 0,28 | -0,03 | -0,17 | 0,61 | 0,65 | -0,06 | -0,04 |
| Desembre | 0,37 | 0,65 | -0,27 | -0,08 | -0,20 | 0,16 | 0,66 | 0,63 |
| Gener | 0,46 | 0,52 | 0,41 | 0,44 | -0,11 | 0,08 | -0,05 | 0,04 |
| Febrer | 0,69 | 0,55 | 0,19 | -0,55 | -0,10 | -0,34 | 0,26 | 0,15 |
| Març | 0,08 | 0,45 | 0,66 | 0,53 | 0,28 | 0,52 | 0,19 | 0,09 |
| Abril | 0,50 | 0,68 | 0,27 | 0,50 | 0,79 | 0,83 | 0,20 | 0,37 |
| Maig | 0,61 | 0,72 | 0,23 | -0,37 | 0,70 | 0,83 | 0,62 | 0,79 |
| Juny | 0,46 | 0,51 | 0,65 | 0,02 | -0,08 | 0,40 | 0,51 | 0,58 |
| Estiu | 0,63 | 0,74 | 0,17 | 0,37 | 0,61 | 0,71 | 0,59 | 0,67 |
| Tardor | 0,17 | 0,57 | 0,17 | -0,20 | 0,13 | 0,78 | 0,68 | 0,55 |
| Hivern | 0,51 | 0,58 | -0,07 | -0,10 | -0,27 | -0,02 | 0,22 | 0,26 |
| Prim. | 0,37 | 0,68 | 0,25 | 0,09 | -0,23 | 0,89 | 0,34 | 0,52 |
| 94-95 | 0,25 | 0,67 | 0,01 | -0,06 | 0,31 | 0,84 | 0,50 | 0,61 |

Com en el cas anterior s'han inclòs les correlacions obtingudes aplicant el filtre tant a l'equació original com a la modificada, per a poder comparar. Com es pot veure, en general l'aplicació del filtre temporal no millora sensiblement les correlacions en cap cas, i en alguns casos les empitjora notablement. L'aplicació dels dos filtres al mateix temps segueix sense millorar les correlacions com era d'esperar vistos els resultats de les taules 6.6 i 6.7.

En conjunt, podem dir que la tècnica "Autoestimator" amb l'equació modificada dóna resultats molt diferents segons les zones i l'època de l'any. La correlació per a la totalitat del període i el conjunt d'estacions pot considerar-se força acceptable si la comparem amb les que es troben en la bibliografia (Vicente et al., 1998; Negri i Adler, 1993). Per zones, pot veure's que per a la zona I el mètode no és aplicable, tret d'algun mes molt concret, en canvi per a la zona II la correlació és bona per al conjunt de l'any, i acceptable o bona per a la majoria de mesos i estacions, tret del període hivernal, on la tècnica té les mateixes limitacions que les altres tècniques basades en imatges IR que hem aplicat en aquest treball. La zona III també dóna resultats acceptables per al conjunt de l'any, i acceptables o bons per als mesos corresponents a la primavera i l'estiu. Els pitjors resultats tornen a ser per als mesos hivernals. En general pot dir-se que augmentar el període en estudi millora les correlacions. En la figura 6.2 tenim representada aquesta mateixa informació d'una manera gràfica amb la variació de les correlacions de cada un dels mesos, al llarg del període estudiat per a cada una de les tres zones i el conjunt dels observatoris aplicant l'equació modificada (6.3).

Com ja s'ha indicat el mètode original sobreestimava la precipitació en la majoria de situacions. Si prenem l'equació modificada es produeixen sobreestimacions encara més grans de la precipitació. Per millorar l'estimació de la mateixa s'ha modificat el factor multiplicador, de manera que la desviació entre l'estimació de la tècnica i les quantitats mesurades en els observatoris es redueixi a pràcticament zero. En aquest sentit, per a tot el període estudiat, la totalitat dels observatoris i cada zona per separat, la millor equació es troba en la taula 6.8.

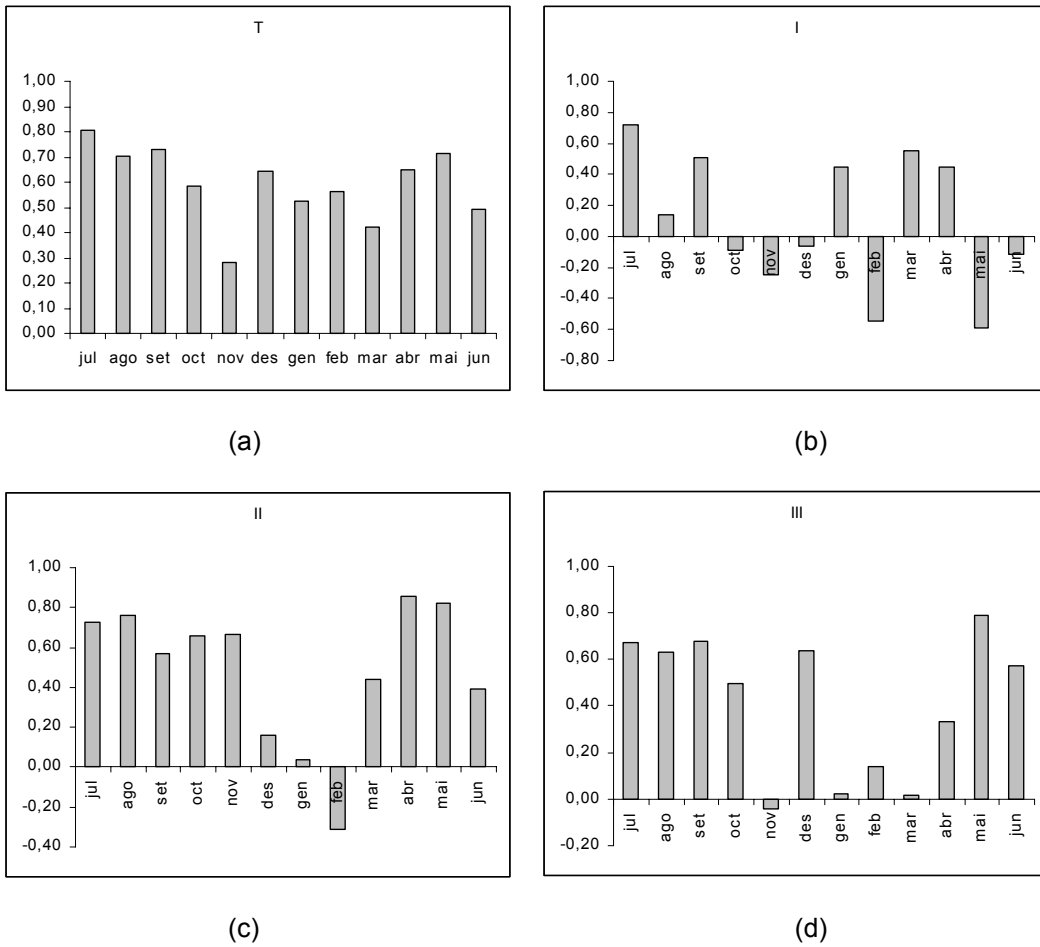


Figura 6.2. Tècnica "Autoestimator". Correlacions per a cada mes. Equació modificada (6.3). (a) Tots els observatoris. (b) Zona I. (c) Zona II. (d) Zona III.

Taula 6.8. Tècnica "Autoestimator". Període anual. Equació proposada de manera que la desviació sigui mínima. On R és l'assignació de precipitació (mm/h), i T la temperatura absoluta corresponent a cada un dels pixels de la imatge en estudi.

| | | |
|-----------------------|---|----------------------------|
| Tots els observatoris | $R_T = 1055 \cdot \exp(-0.036382 \cdot T)$ | $R_T = R_T$ |
| Zona I | $R_I = 2015 \cdot \exp(-0.036382 \cdot T)$ | $R_I = 1.97 \cdot R_T$ |
| Zona II | $R_{II} = 810 \cdot \exp(-0.036382 \cdot T)$ | $R_{II} = 0.77 \cdot R_T$ |
| Zona III | $R_{III} = 712 \cdot \exp(-0.036382 \cdot T)$ | $R_{III} = 0.68 \cdot R_T$ |

S'aprecia força diferència entre unes i altres zones, probablement degut a la diferent climatologia de cada una d'elles. Aquests resultats semblen indicar que la tècnica s'ha de calibrar per a cada zona concreta, i fins i tot per a cada observatori en concret si es vol obtenir estimacions fiables de la precipitació en aquesta zona o en aquest observatori (condicions mesoescalars i microescalars).

Les diferències es fan més evidents encara si estudiem cada estació climàtica per separat. En la taula 6.9 figura només el factor multiplicador A, de manera que en cada cas l'algorisme aplicat ha estat: $R = A \times \exp(-0.036382 \times T)$

Taula 6.9. Tècnica "Autoestimator". Períodes estacionals. Diferents zones. Coeficients multiplicadors, A, en l'algorisme modificat (6.3).

| | Total | Zona I | Zona II | Zona III |
|-----------|-------|--------|---------|----------|
| Estiu | 621 | 972 | 355 | 548 |
| Tardor | 1688 | 2530 | 2086 | 1147 |
| Hivern | 1005 | 2480 | 249 | 552 |
| Primavera | 7310 | 1491 | 388 | 518 |

Pot apreciar-se la disparitat entre un factor de 2530 per la zona I a la tardor, i un factor de 355 per la zona II a l'estiu, indicatius clars de les diferències climàtiques, no només entre zones, sinó també entre estacions. El mateix tractament pot aplicar-se en cada mes per separat.

6.3. Resum de l'aplicació de la tècnica "Autoestimator"

En aquest capítol es mostren els resultats de l'aplicació de la tècnica "Autoestimator" (Vicente et al., 1998). Aquesta tècnica ha estat preparada (i està sent utilitzada) per preveure xàfecs intensos en els EEUU, i s'ha intentat veure la seva aplicabilitat per propòsits climatològics.

En primer lloc s'ha aplicat l'algorisme original de la tècnica a cada un dels períodes temporals estudiats, al conjunt dels observatoris i a cada una de les tres zones per separat. Els coeficients de correlació obtinguts no milloren els assolits per les tècniques d'Arkin i NAW. La tècnica sobreestima la precipitació en gairebé tots els casos estudiats.

S'han provat diferents modificacions a la tècnica original, canviant els coeficients de la mateixa. L'equació modificada millora les correlacions i disminueix les desviacions del mètode, reforçant la idea que cal recalibrar l'equació si es canvia de situació geogràfica. L'estudi de la millor equació a aplicar per cada zona i cada estació climàtica mostra les grans diferències que hi ha entre elles.

L'aplicació dels filtres per gradient temporal i gradient espacial proposats pels autors disminueix les correlacions i les sobreestimacions del mètode.

No s'ha pogut tenir en compte la influència de la humitat de l'atmosfera en no disposar de les dades necessàries. Probablement la tècnica hagués donat millors resultats si s'hagués utilitzat aquesta informació.