

7. COMPARACIÓ DE LES TRES TÈCNiques

En aquest capítol es comparen els resultats obtinguts per cada una de les tres tècniques entre si i amb les quantitats mesurades en la xarxa d'observatoris. Així mateix es fa un estudi de l'aplicació de les tres tècniques a dos casos particulars.

7.1. Versions originals

Per fer una primera comparació de les tres tècniques entre si i amb les quantitats de precipitació mesurades en els observatoris, en la taula 7.1 es mostren els coeficients de correlació i les desviacions de cada una de les versions originals aplicada al període anual. A continuació s'ha fet un seguiment per als mesos de l'any estudiat, tant per a la totalitat dels observatoris com per a cada una de les zones per separat. En les gràfiques de la figures 7.1 i 7.2 en podem veure els resultats.

Taula 7.1. Correlacions i desviacions de les versions originals, període anual.

Jul94 / jun95	Correlació				Desviació (mm/dia/obs)			
	Total	Zona I	Zona II	Zona III	Total	Zona I	Zona II	Zona III
Arkin	0.60	0.20	0.70	0.47	-0.77	-0.04	-1.51	-0.74
NAW	0.65	-0.06	0.68	0.51	-2.59	-3.47	-2.19	-2.39
"Autoestimator"	0.56	0.05	0.61	0.49	-1.53	-1.01	-2.65	-1.24

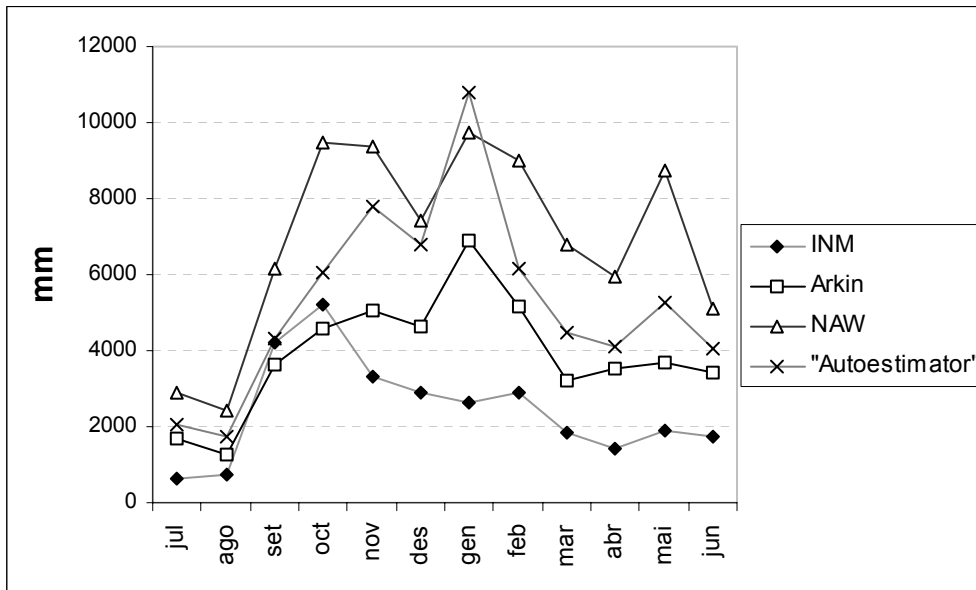


Figura 7.1. Comparació de les estimacions de cada una de les tècniques, amb les corresponents hipòtesis originals amb les quantitats mesurades en la xarxa d'observatoris de l'INM al llarg del període juliol94-juny95.

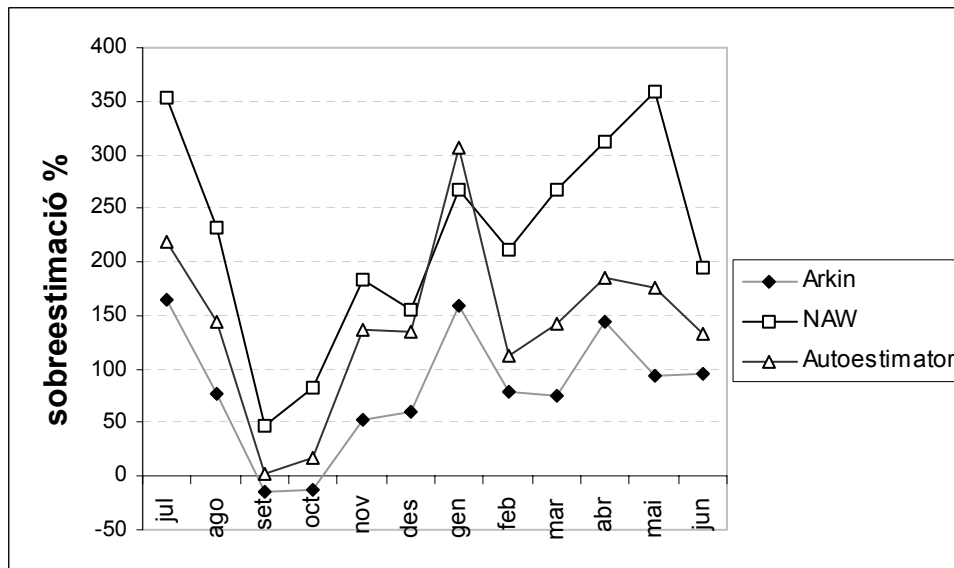


Figura 7.2. Desviació en % de les quantitats estimades sobre les quantitats mesurades.

Podem veure com totes les tècniques sobreestimen marcadament la precipitació, excepte Arkin per dos mesos de tardor en què gairebé coincideixen estimacions i mesures, així com "Autoestimator" per al mes de setembre. Les tres tècniques són capaces de seguir l'increment de precipitació lligat als mesos de tardor, però les tres senyalen pics de precipitació inexistents en els mesos d'hivern, indicant clarament la seva dificultat per determinar la precipitació en aquests mesos. A la primavera torna a millorar la correlació, encara que "Autoestimator" i NAW exageren marcadament l'increment de la precipitació en el mes de maig. Mirat en conjunt la tècnica d'Arkin és la que sembla seguir millor la variació de la precipitació durant l'any, malgrat ser la més senzilla de les tres en tots els sentits, al menys en les seves versions originals.

En les gràfiques de les figures 7.3 es representa la mateixa informació per a cada una de les zones per separat, nord i nord-oest de la península (zona I), el litoral mediterrani (zona II) i la resta de la península (zona III) respectivament.

En la zona I les tres tècniques indiquen un màxim molt marcat, sobretot NAW i "Autoestimator" en el mes de gener, màxim que de fet no existeix, encara que sí es marca un augment de les precipitacions en els mesos de desembre, gener i febrer. Les tres tècniques també senyalen un augment de la precipitació en el mes de novembre, quan les dades de l'INM indiquen un mínim relatiu en aquest mes. En conjunt totes les tècniques sobreestimen la precipitació, tot i que Arkin i en menor mesura "Autoestimator" la subestimen en alguns mesos, el màxim sobreestimat hivernal ho compensa. La tècnica d'Arkin torna a ser la que més s'atansa en les seves estimacions a la precipitació real.

En la zona II, corresponent a la costa mediterrània, podem veure com les tres tècniques segueixen bastant bé els mesos d'estiu i tardor, tot i que "Autoestimator" i NAW sobreestimen molt la pluja en aquests últims. En canvi a partir del mes de desembre les tres tècniques són incapaces de seguir la precipitació observada. Les tres marquen uns màxims de precipitació per als mesos de gener i març que no existeixen, sobreestimant molt la precipitació (fins a un 3000%), i només cap el més de juny tornen a atansar-se a la precipitació mesurada.

En la tercera zona les tres tècniques donen resultats més diferents entre si que en les altres dues zones. La tècnica d'Arkin és la que es desvia menys de les quantitats reals (la màxima desviació correspon al mes d'agost amb un 256%), en canvi la tècnica NAW és la que sobreestima més les precipitacions, amb una desviació màxima del 616% en el mes d'agost. La tècnica "Autoestimator" té un comportament entre les altres dues.

En conjunt les tres tècniques tenen un comportament millor durant els mesos de tardor i pitjor en els mesos hivernals.

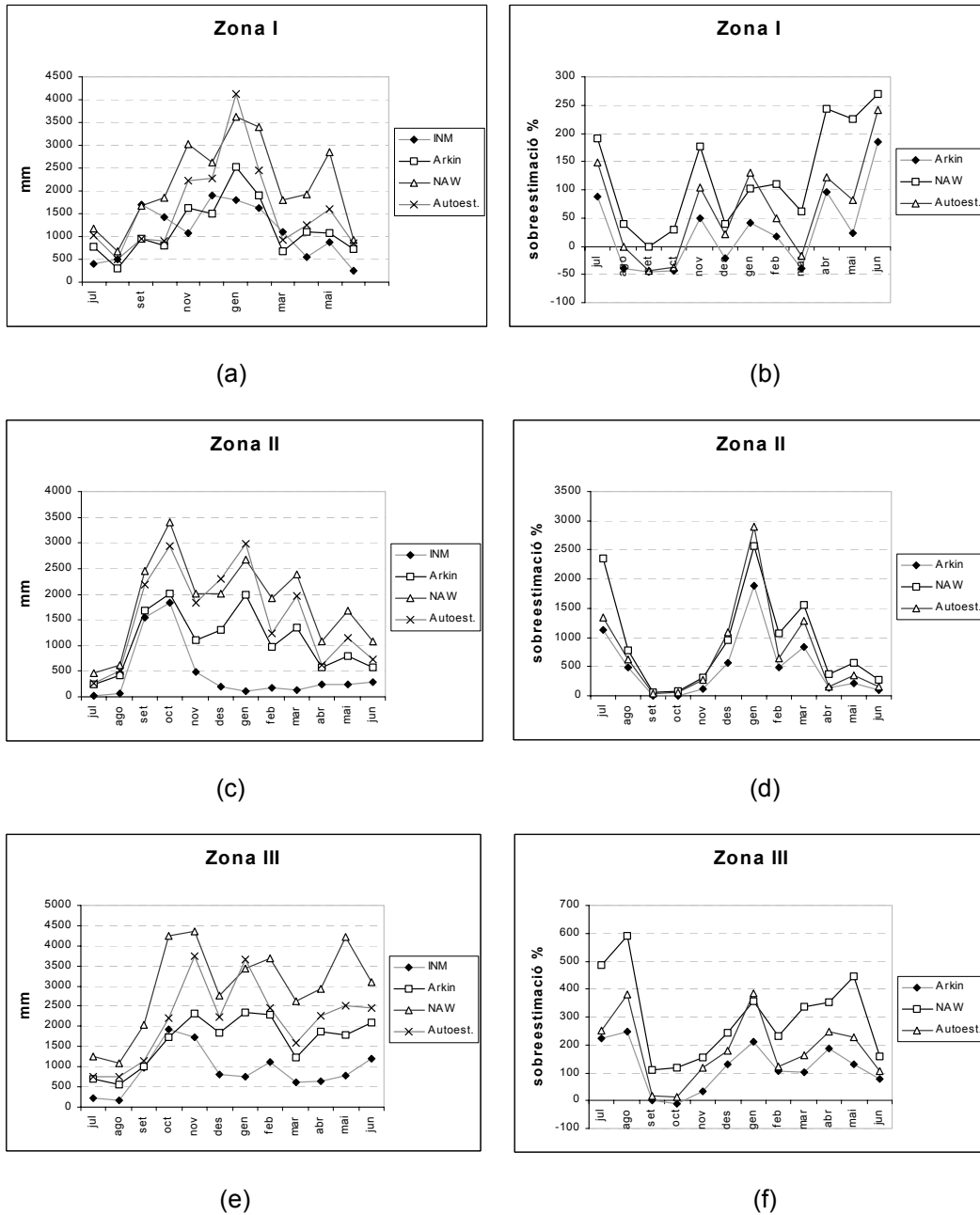


Figura 7.3. Estimacions de la precipitació front la precipitació mesurada: (a) zona I; (c) zona II; (e) zona III. Percentatges de la sobreestimació: (b) zona I; (d) zona II; (f) zona III.

S'han contrastat entre si els resultats de les tècniques originals per al conjunt dels observatoris i tot el període estudiat. Les gràfiques de la figura 7.4 mostren la relació entre les quantitats estimades per cada una d'elles i la quantitat mesurada realment en cada observatori, i la figura 7.5 la relació entre les diferents estimacions de cada tècnica entre si.

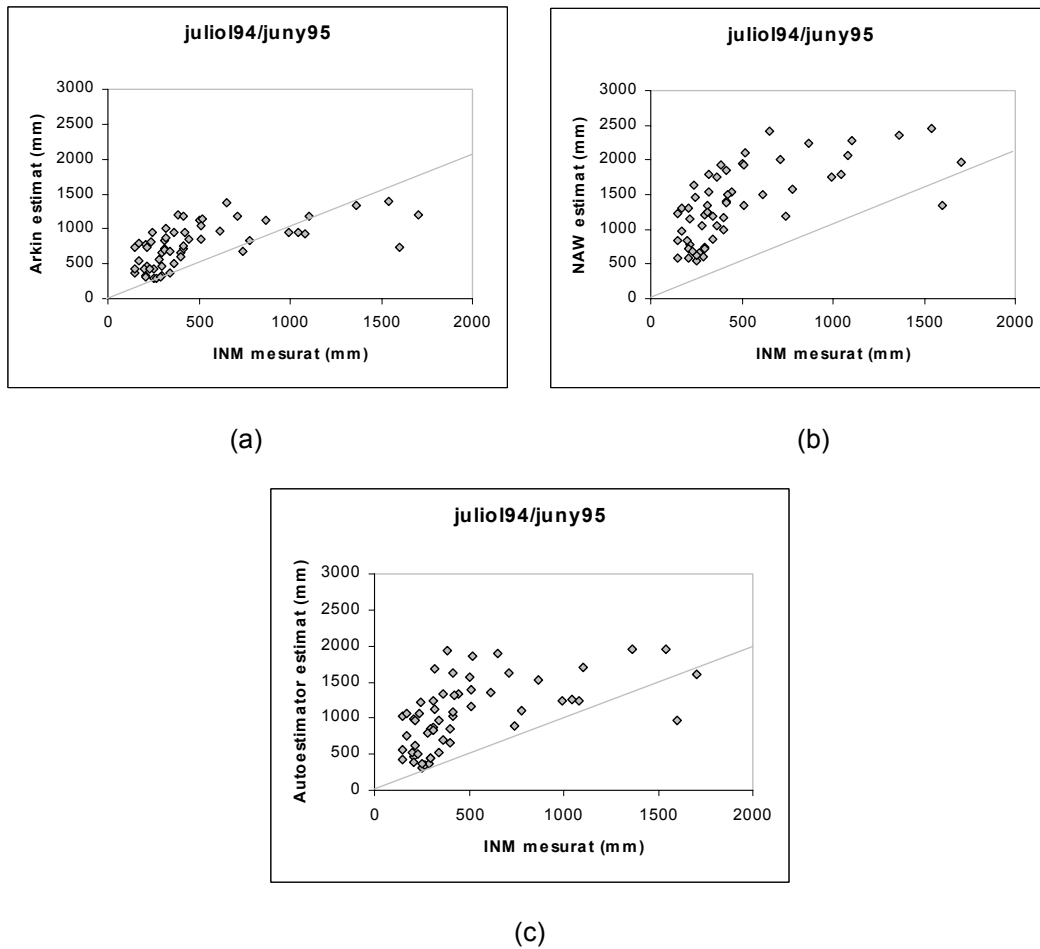


Figura 7.4. Relació entre les quantitats mesurades en cada observatori i les quantitats estimades per les tècniques (a) d'Arkin; (b) NAW i (c) "Autoestimator".

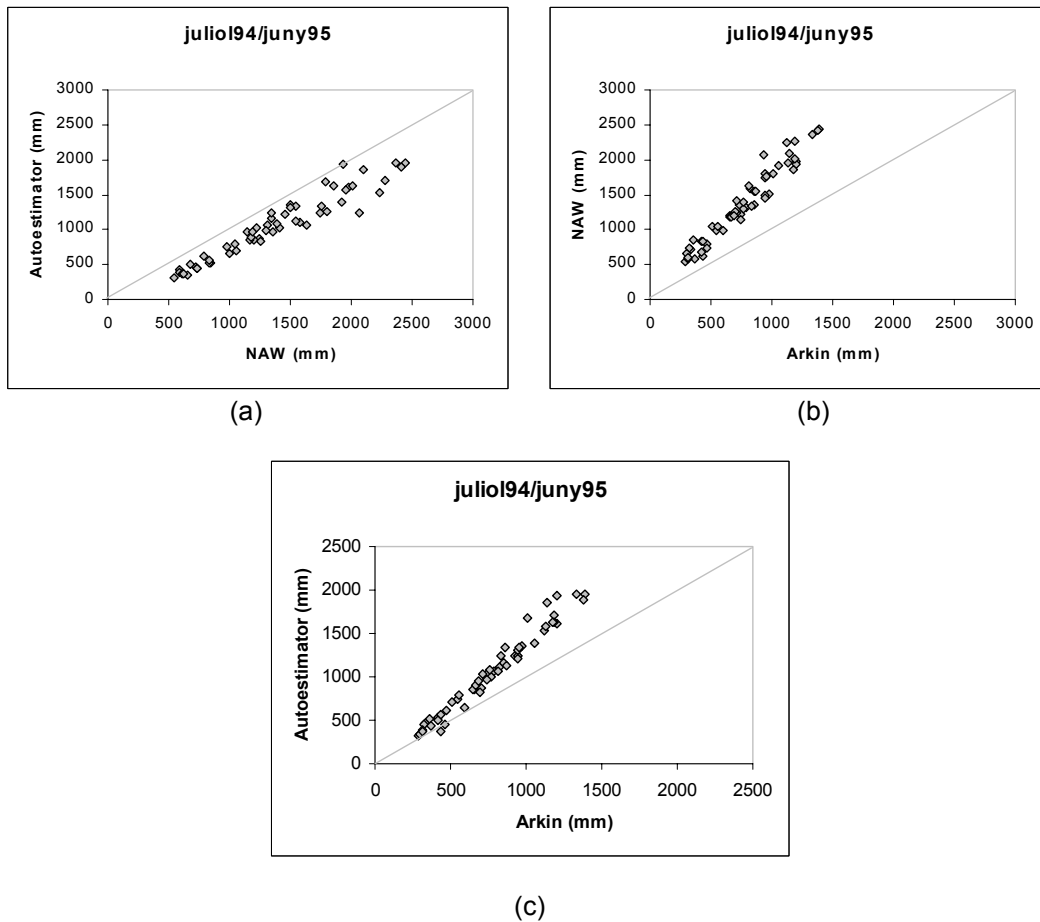


Figura 7.5. Relació entre les quantitats estimades per les tècniques: (a) “Autoestimator” i NAW; (b) Arkin i NAW; (c) Arkin i “Autoestimator”.

Els coeficients de correlació de Pearson obtinguts en cada cas, amb un nivell de significació α de 0.05, són de 0.97 en la comparació entre els resultats d'Arkin i NAW, 0.98 entre Arkin i “Autoestimator”, i 0.96 entre NAW i “Autoestimator”. Al ser les tres, tècniques que utilitzen les mateixes imatges infraroges, no hauria de ser estranya aquesta alta correlació entre elles, però no deixa de ser sorprenent tenint en compte que la tècnica d'Arkin és molt més simple que les altres dues, i que aquestes fan servir altres informacions a més de la temperatura del pixel.

En la taula 7.2 es mostren les correlacions corresponents a les gràfiques anteriors.

Taula 7.2. Coeficients de correlació entre les quantitats estimades per cada tècnica i les mesurades per l'INM. Període anual.

	Arkin	NAW	"Autoestimator"	INM
Arkin		0.97	0.98	0.60
NAW	0.97		0.96	0.65
"Autoestimator"	0.98	0.96		0.56

7.2. Mapes de precipitació

Anem a fer una comparació dels mapes que s'obtenen amb les diferents tècniques, per una banda amb les versions originals, i per altra banda amb la millor modificació de les mateixes que s'ha trobat en aquest treball. S'ha escollit el mes de juliol de 1994 i la tardor del mateix any per veure dos períodes diferents, i per altra banda per tenir diferències grans en la quantitat de precipitació, molt poca per al mes de juliol i relativament abundant a la tardor. Finalment s'ha treballat també el període anual, és a dir, de juliol de 1994 fins a juny de 1995.

Juliol 94

En la figura 7.6 tenim l'aplicació de les tres tècniques originals al mes de juliol. En els tres mapes es constata un patró general comú de distribució de la precipitació, amb màxims molt ben marcats sobre els Alps, el centre de França i el golf de Biscaia, i amb mínims cap el nord d'Àfrica i el sud de la península, si bé les tres tècniques es distingeixen en la quantitat de precipitació que assignen a cada lloc en concret; la tècnica "Autoestimator" és la que assigna major precipitació sobre els Alps i centre de França, i en canvi la tècnica NAW és la que assigna major precipitació en el centre i sud de la península ibèrica. En la figura 7.7 es mostra el mapa que proporciona el GPCC per al mateix mes (GPCC, juliol 2001), i els mapes que proporcionen la millor modificació proposada per a cada una de les tres tècniques en aquest mes en concret. Si comparem els mapes de precipitació obtinguts amb el que proporciona el GPCC, podem veure algunes diferències destacades. En primer lloc cal tenir en compte que la paleta de colors que fa servir el GPCC no coincideix exactament amb la utilitzada al llarg d'aquest treball, encara que si que s'hi aproxima molt, seguint la mateixa tendència. Les tres

tècniques aplicades en la seva versió original dibuixen un màxim de precipitació sobre el golf de Biscaia, que el GPCC no constata. En els mapes mostrats aquest centre treballa principalment amb dades de pluviòmetres, és a dir, necessita d'observatoris meteorològics i, consegüentment, els seus mapes són només sobre terra i no sobre el mar. Existeix la possibilitat que hi hagués hagut precipitació realment sobre el mar, com estimen les tres tècniques, i que no aparegui sobre els mapes del GPCC. De totes maneres en aquest cas això seria improbable ja que els observatoris costaners, abundants en aquella zona, l'haurien detectada. Les tres tècniques sobreestimen marcadament la precipitació en la major part de la península, sent la tècnica d'Arkin la que ho fa en menor mesura, i la de NAW la que més. Passa una cosa semblant en la major part del nord d'Àfrica i les illes de la Mediterrània. Les tres tècniques marquen correctament el màxim sobre els Alps, i zones veïnes, encara que la distribució no correspon exactament amb la que dona el mapa del GPCC, sobreestimant la precipitació en diverses zones.

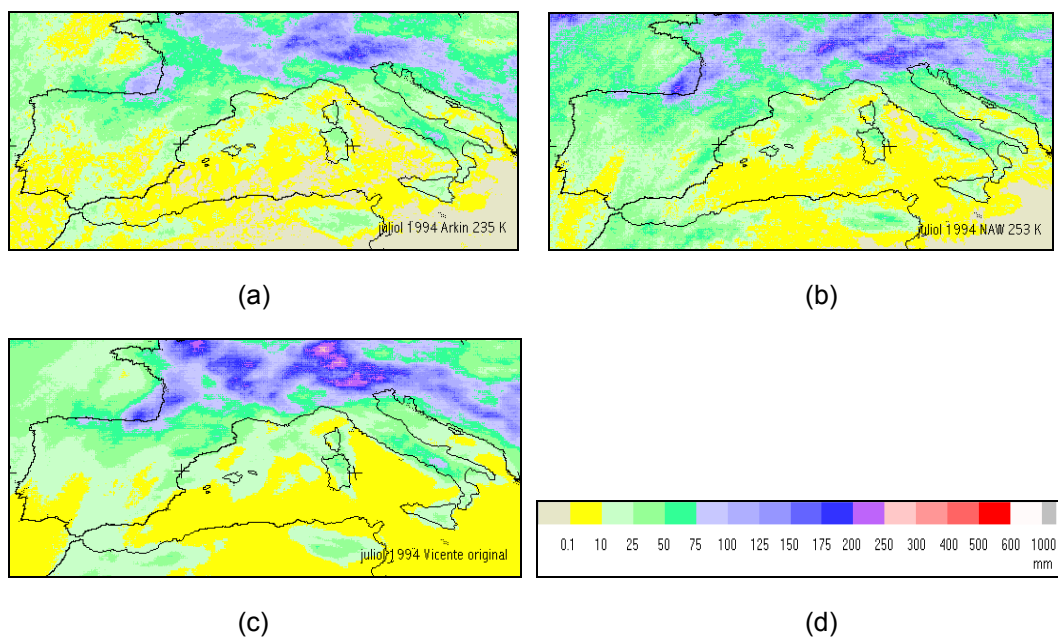
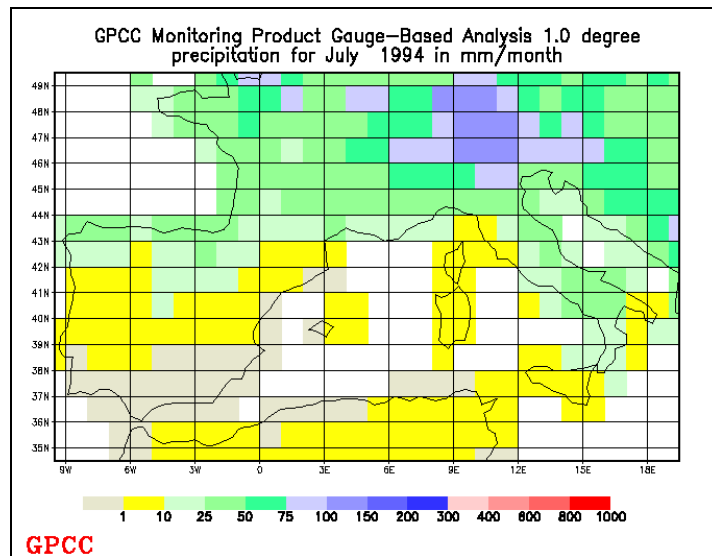


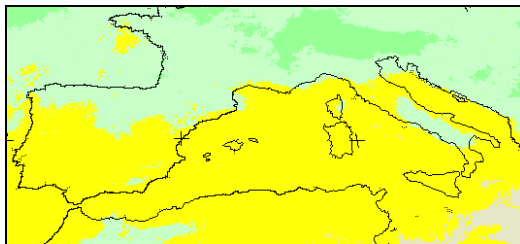
Figura 7.6. Mapes de precipitació per el mes de juliol de 1994, aplicant la tècnica original (a) d'Arkin; (b) de Negri, Adler i Wetzel; (c) "Autoestimator". (d) Llegendà.

En aquest treball s'ha intentat calibrar les tècniques aplicades per l'estimació de la precipitació en la península, llavors s'ha agafat la modificació de cada una de les tres

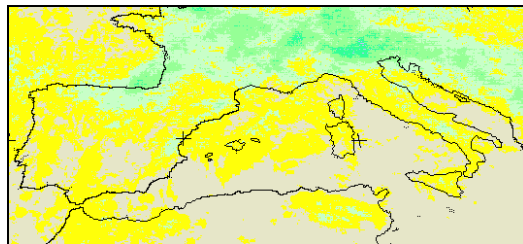
tècniques que millor correlació i menor desviació dona en aquest mes en concret. S'ha optat per mantenir la mateixa llegenda utilitzada en tot el treball, tot i que una nova, de menor interval, potser hauria descrit millor la precipitació estimada en aquest mes en concret. Per la tècnica d'Arkin la millor modificació és una temperatura llimdar de 255 K i una assignació de 0.3 mm/h, tal com s'ha vist en el capítol 4. Per la tècnica NAW, seria una combinació de $T_h = 235$ K i un discriminant de 4 DC, amb l'assignació de precipitació de Levizzani, segons s'ha tractat en el capítol 5, i finalment per la tècnica "Autoestimator" s'ha aplicat l'equació modificada, com hem vist en el capítol 6, adaptada a aquest mes en concret, $R = 414 \cdot \exp(-0.036382 \cdot T)$. De les tres tècniques modificades, aparentment torna a ser la d'Arkin (mapa 7.7.b) la que més s'apropa al mapa del GPCC, encara que sobreestima punts del nord-est de la península i alguns punts del litoral mediterrani. En canvi, la mateixa tècnica subestimaria de manera notable la precipitació sobre els Alps, resultat gens estrany si tenim en compte que hem modificat la tècnica per adaptar-la a la península. La tècnica NAW subestimaria aparentment punts de l'interior i sud de la península, però probablement aquesta diferència entre els dos mapes, el del GPCC i el NAW modificat, sigui només conseqüència de la diferència de color entre ambdues paletes per precipitacions inexistents o molt minsos. En canvi també sobreestima punts del nord-est i el Llevant, encara que menys que la modificació d'Arkin, i subestima punts de Galícia, així com els Alps. La modificació de "Autoestimator" subestimaria punts del nord de la península i en canvi sobreestima extenses zones del sud. Com les altres dues modificacions tampoc recull el màxim de precipitació sobre els Alps. Les tres modificacions proposades eliminen el màxim sobre el golf de Biscaia que recullen les versions originals.



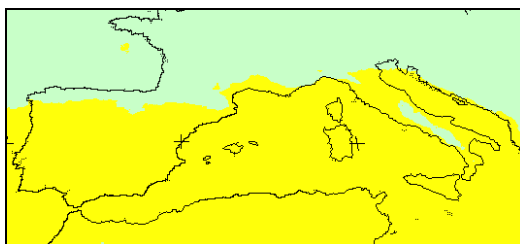
(a)



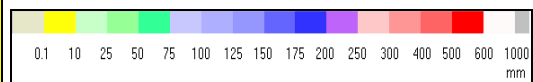
(b)



(c)



(d)



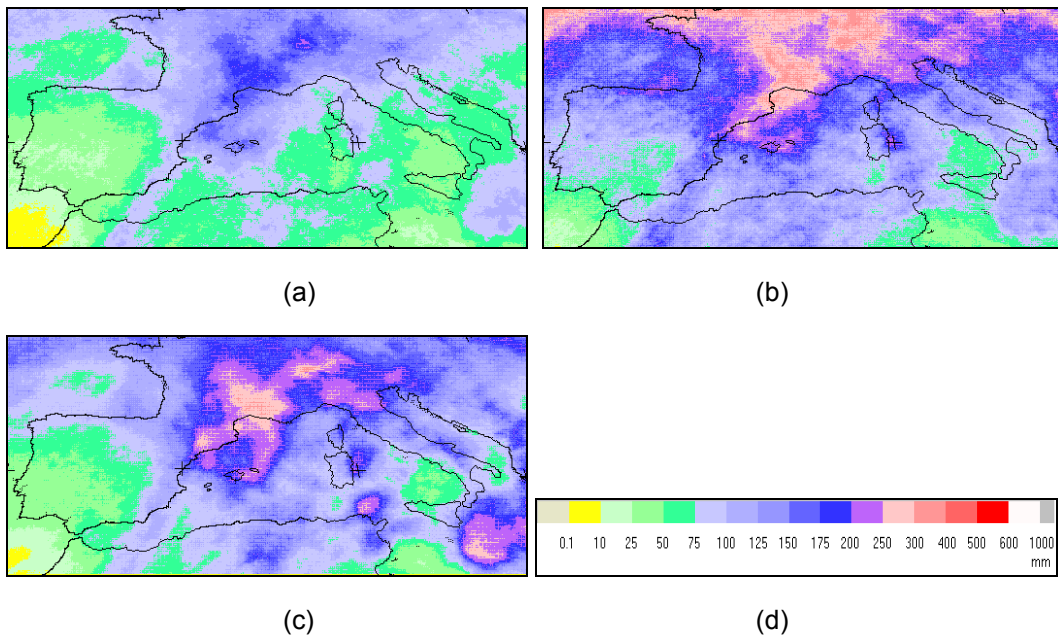
(e)

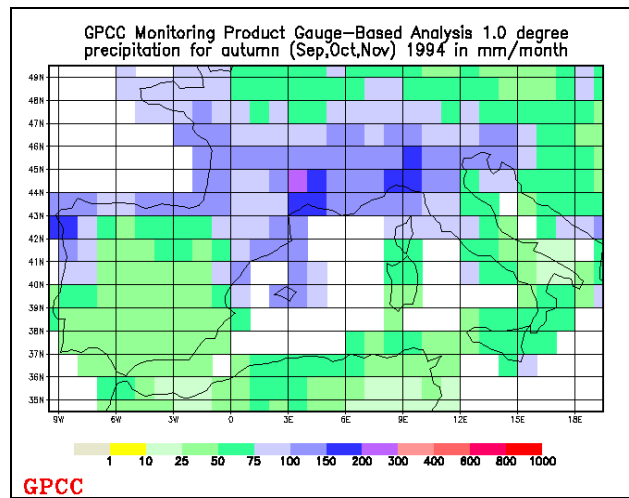
Figura 7.7. Mapa de precipitació del mes de juliol de 1994. (a) GPCC; (b) tècnica d'Arkin, 255 K, 0.3 mm/h; (c) NAW modificat, 235 K 4 DC; (d) "Autoestimator" modificat, $R = 414 \cdot \exp(-0.036382 \cdot T)$; (e) llegenda.

Tardor 94

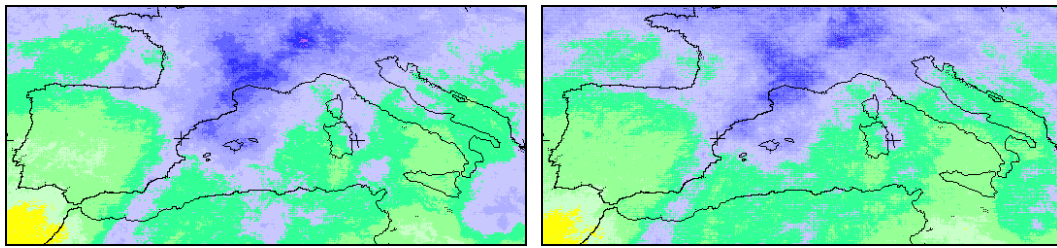
En la figura 7.8 tenim els mapes de precipitació obtinguts aplicant les tres tècniques, Arkin, NAW i "Autoestimator", als mesos de setembre, octubre i novembre de 1994. Els mapes es donen en mm / mes, per poder fer comparacions amb el que proporciona el GPCC.

Si comparem els mapes de la figura 7.8 amb el mapa del GPCC, es poden apreciar semblances i diferències significatives, tant entre les diferents tècniques com entre cada una d'elles i el mapa del GPCC. La tècnica d'Arkin identifica bé la precipitació en la major part del mapa, si tenim en compte les diferències en les paletes de color. Els màxims sobre el sud-est de França, les Balears i la costa nord d'Itàlia queden relativament ben reflectits així com la costa nord de la península. Destaca la discrepància de la costa atlàntica gallega. Ja s'ha comentat en diferents llocs els problemes que portava l'observatori de Pontevedra a l'estimació per les tècniques utilitzades. El centre i sud de la península també queden ben identificats per la tècnica.



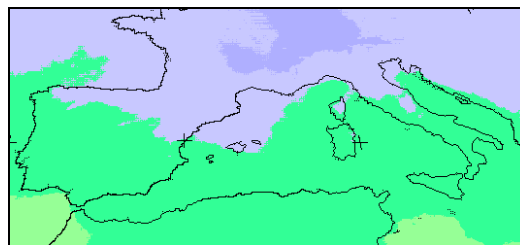


(e)



(f)

(g)



(h)

Figura 7.8. Mapes de precipitació per la tardor de 1994 aplicant (a) la tècnica original d'Arkin; (b) tècnica original de Negri, Adler i Wetzel; (c) tècnica original "Autoestimator"; (d) llegenda, en mm / mes. (e) GPCP; (f) tècnica d'Arkin, 235 K, 2.9 mm/h; (g) NAW modificat, 245 K 4 DC; (h) "Autoestimator" modificat, $R = 1688 \cdot \exp(-0.036382 \cdot T)$.

La tècnica NAW (7.8.b) sobreestima la precipitació en la major part del mapa, encara que identifica relativament bé els màxims i mínims presents, excepte la costa

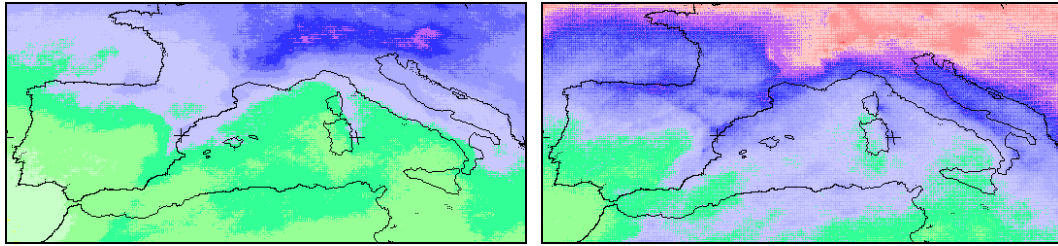
atlàntica gallega i la part més septentrional del mapa mostrat. “Autoestimator” (7.8.c) identifica relativament bé els màxims i mínims presents en la costa mediterrània, però no identifica els màxims en la costa cantàbrica ni del litoral gallec, sobreestimant la precipitació en els Alps i el nord-est de la península. De totes maneres cal recordar els episodis de fortes precipitacions a Catalunya durant aquesta estació, que potser la xarxa d’observatoris que són la base del GPCC no recullen totalment.

En la figura 7.8 hi figuren també les millors propostes de cada una de les tres tècniques per a aquesta estació concreta. La millor proposta de la tècnica d’Arkin pràcticament coincideix amb l’original, i és $T_h = 235$ K, 2.9 mm/h, com hem vist en el capítol 4. El seu mapa de precipitació (7.8.f) és conseqüentment gairebé idèntic al ja comentat 7.8.a. La millor proposta de la tècnica NAW és una $T_h = 245$ K i un filtre per gradient de temperatura de 4 DC, amb l’assignació de precipitació de Levizzani. Podem veure en el mapa 7.8.g com aquesta modificació de la tècnica elimina la sobreestimació en gairebé tots els punts, identificant correctament els màxims i mínims de la precipitació. En canvi segueix sense identificar bé la zona del litoral gallec.

La tècnica “Autoestimator” s’ha modificat de manera que la desviació de les precipitacions sobre la península fos pràcticament zero, canviant el factor multiplicador, però encara que això disminueix les diferències, el mapa no representa bé els màxims de precipitació, sobreestimant-la en el centre i sud de la península i subestimant-la en el nord i nord-est.

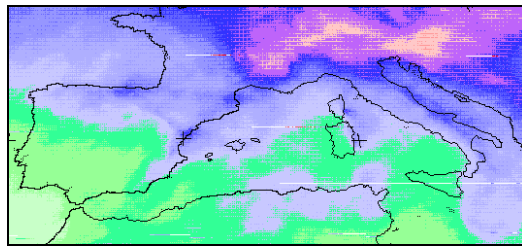
Període anual: juliol 1994 / juny 1995

En la figura 7.9 es mostren els mapes de precipitació que proporciona l’aplicació de cada una de les tres tècniques en la seva versió original, en mm/mes, el mapa que proporciona el GPCC per al mateix període, i les millors modificacions que s’han trobat en aquest treball per a cada una de les tres tècniques.

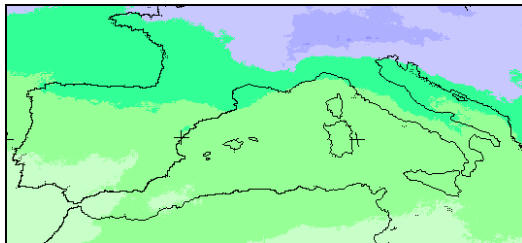


(a)

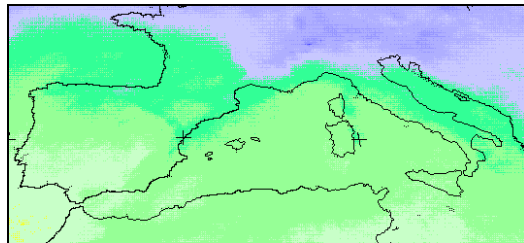
(b)



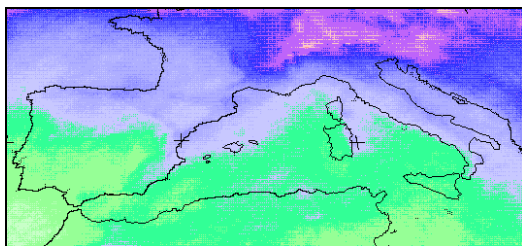
(c)



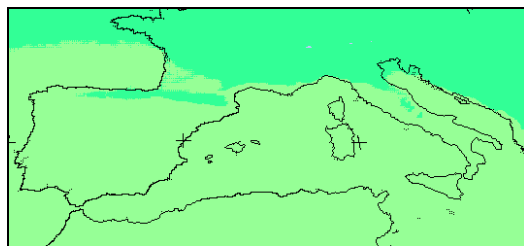
(d)



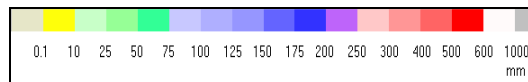
(e)



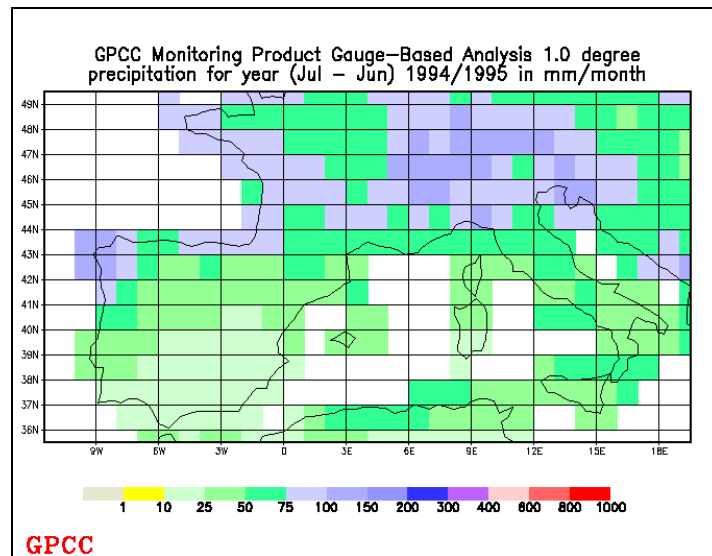
(f)



(g)



(h)



(i)

Figura 7.9. Mapes de precipitació per períodes anuals. Tècnica aplicada: (a) Arkin original; (b) NAW original; (c) “Autoestimator” original; (d) Arkin modificada, 235 K, 2.9 mm/h; (e) NAW modificada, 245 K 4 DC; (f) NAW modificada, $T_h = 250$ K, assignació de Levizzani; (g) “Autoestimator” modificada, $R = 1688 \cdot \exp(-0.036382 \cdot T)$; (h) Llegenda, en mm/mes; (i) GPCC.

Com en el mes de juliol i la tardor tractats abans, les tres tècniques originals sobreestimen la precipitació sobre el centre i sud de la península Ibèrica. En canvi en la meitat nord de la mateixa les tres tècniques s’atansen força al mapa que proporciona el GPCC mentre que en el litoral atlàntic gallec subestimen la precipitació marcadament. De les tres torna a ser la tècnica NAW la que proporciona major precipitació, sent la d’Arkin la que menys.

Les modificacions s’han plantejat per tal d’aplicar aquell algorisme que proporcioni al mateix temps la màxima correlació i la desviació mínima. Per Arkin, tal com hem vist en el capítol 4, això volia dir una temperatura llindar de 255 K i una intensitat de precipitació de 0.5 mm/h. Val a dir que aquesta modificació, com podem veure en el mapa 7.9.d, en anular la sobreestimació de la tècnica també desdibuixa la situació dels màxims, de manera que compensa unes zones, on la tècnica subestima, amb unes altres, en què la tècnica sobreestima. Això reforça la idea que cal un calibrat de la tècnica zona per zona, i no aplicar un mateix algorisme a tota la regió estudiada. Un cas semblant el trobem en les altres dues tècniques. Per la tècnica NAW, tal com hem vist en

el capítol 5, la millor opció seria aplicar una temperatura llindar de 250 K amb l'assignació de Levizzani (mapa 7.9.f) i eliminar la sobreestimació reduint l'assignació de precipitació (tal com s'ha explicat en l'apartat 5.2.4) a 2.55 mm/h; 1.02 mm/h; 0 mm/h, per a les tres zones de cada núvol (mapa 7.9.e). Si bé en el mapa 7.9.f es segueixen marcant el màxims i mínims, encara que la tècnica sobreestima en moltes zones de la península, en canvi en el mapa 7.9.e s'ha eliminat la sobreestimació en conjunt; ara, però, la tècnica subestima en aquells llocs on teníem màxims de precipitació, igual que amb la tècnica d'Arkin. Això encara és més marcat amb la modificació de la tècnica "Autoestimator", que com hem comentat en la taula 6.8, la millor equació proposada és $R = 1055 * (-0.036382 * T)$, equació que té la millor correlació i elimina la sobreestimació.

7.3. Aplicació a dos episodis concrets de precipitació

Acabem de veure una comparació de les quantitats estimades per cada una de les tècniques en un període en concret, anem ara a comentar l'aplicació sobre una imatge particular. Tot i que cal recordar que l'objectiu d'aquest treball no és l'estudi d'imatges individuals si no el de un gran nombre d'elles, això permet veure millor l'efecte de les diferents modificacions que hem introduït en cada una de les tres tècniques. S'han escollit dues imatges força diferents corresponents al dia 31 d'agost de 1994 i al 10 d'octubre del mateix any. En el primer cas, la precipitació recollida en el conjunt dels observatoris de la xarxa principal de l'INM va ser de 13.5 mm, 13.2 mm dels quals en el nord de la península (Santander 9 mm). En concret no es va recollir cap precipitació en els observatoris de l'est, centre i sud de la península (excepte 0.3 mm a Lleida). La segona imatge en canvi correspon a un fort episodi de precipitacions en el nord-est de la península, que va durar entre els dies 9 i 12 d'octubre, i que va tenir el seu màxim el dia 10. Aquest episodi va provocar fortes precipitacions a Catalunya, particularment en l'interior de la província de Tarragona, la Catalunya central i la costa de Girona amb inundacions en força punts del territori.

a) imatge del 31 d'agost de 1994, 16 h

En la figura 7.10 tenim les imatges del canal infraroig i del canal visible corresponents a les 16 hores del dia 31 d'agost de 1994. Si ens centrem en la península, podem veure una franja de núvols que la travessa de nord a sud, així com una sèrie de núvols sobre Catalunya que es poden identificar com cel·les convectives.

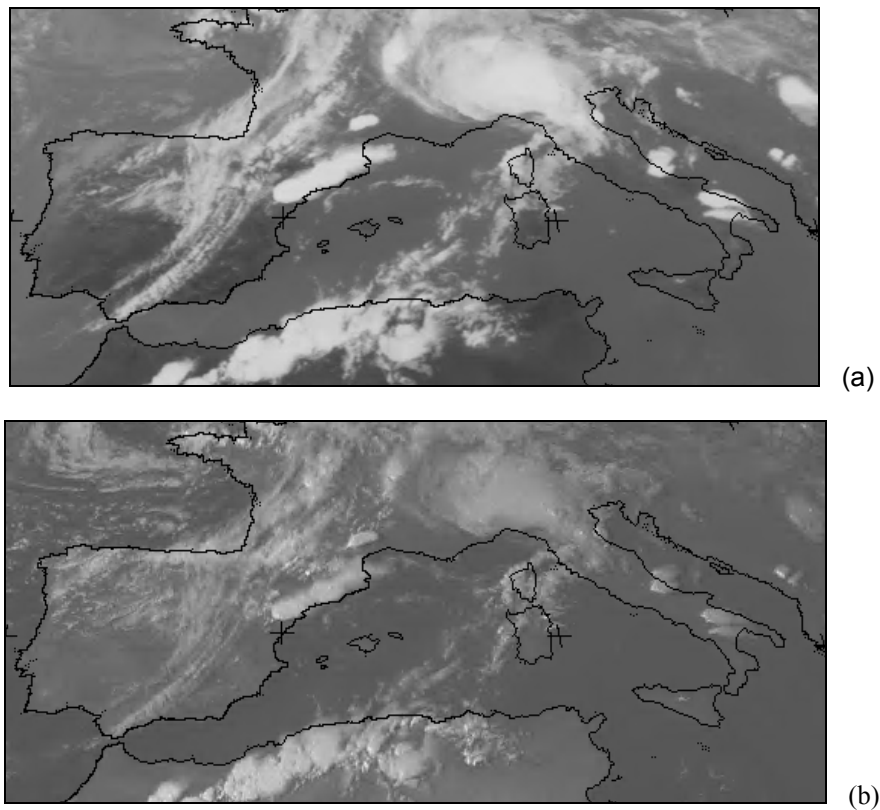


Figura 7.10. Imatge del 31.08.94, 16 h, (a) canal IR; (b) canal visible.

S'han aplicat les tres tècniques estudiades a aquesta única imatge, amb les modificacions introduïdes en les mateixes. En la figura 7.11 tenim el resultat d'aplicar-hi la tècnica d'Arkin amb diferents valors de la temperatura aparent que discrimina els pixels amb precipitació dels que no en produeixen a aquella hora. S'ha aplicat tant la temperatura llimdar original (235 K) com temperatures superiors i inferiors. Cal indicar que la llegenda de colors no es correspon quantitativament amb la que s'ha vingut utilitzant en els mapes de precipitació. En tractar-se d'una única imatge el que s'ha buscat és marcar aquelles zones que la tècnica identifica com a "núvol", i per tant hi assigna precipitació.

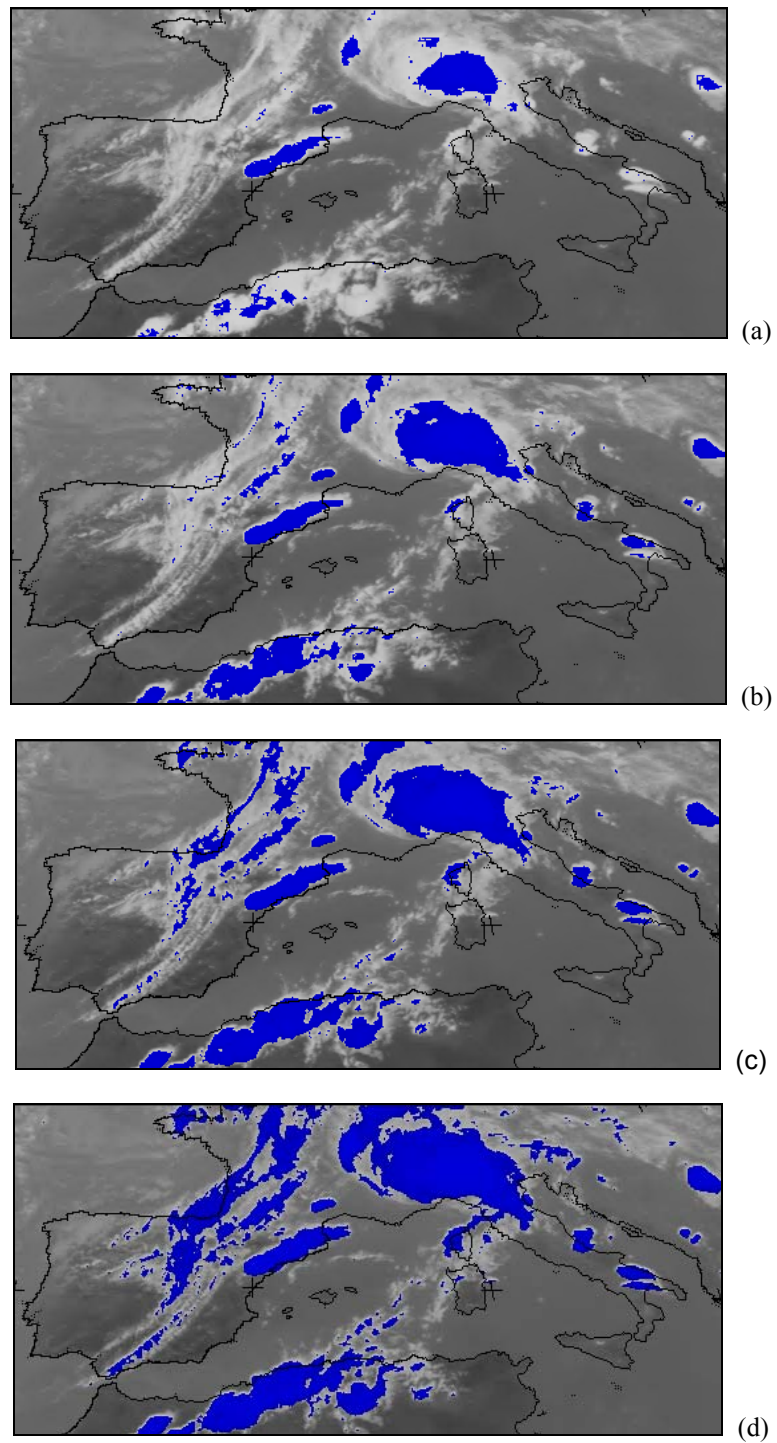
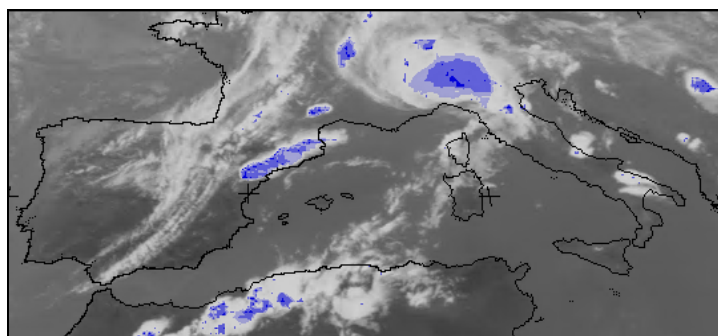


Figura 7.11. Imatge del 31.08.94, 16 h. Tècnica d'Arkin. T_h igual a: (a) 225 K; (b) 235 K; (c) 245 K; (d) 255 K.

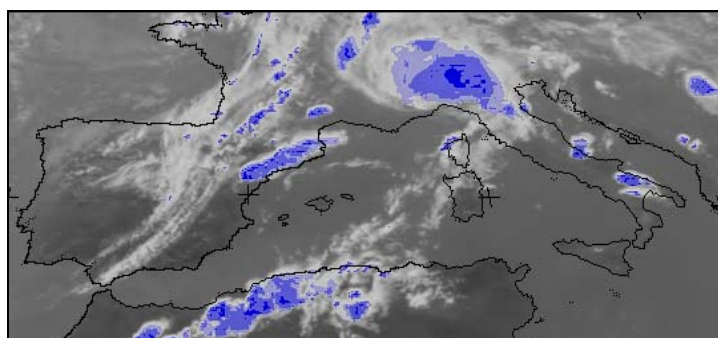
Si analitzem les imatges podem veure com totes associarien precipitació sobre la major part de Catalunya, quan sabem que cap dels observatoris de la xarxa de l'INM en va recollir. En canvi si que les diferents temperatures llindars poden discriminar els núvols frontals que travessen la península, de manera que només les majors temperatures llindars els hi associen precipitació, mentre que amb $T_h \leq 235$ K la tècnica no hi associa precipitació.

La següent tècnica aplicada a la mateixa imatge ha estat la NAW. En primer lloc variant la temperatura llindar (figura 7.12) i en segon lloc aplicant-hi discriminants per increment de temperatura (figura 7.13). Els mapes de precipitació obtinguts s'han superposat a la imatge IR original, però cal tenir en compte aquí que la tècnica identifica els "núvols" individualment, i que en cada un d'ells diferencia tres zones. D'aquesta manera en el mapa apareixen tres colors, indicant les tres zones i, en conseqüència, la quantitat de precipitació assignada a cada una d'elles.

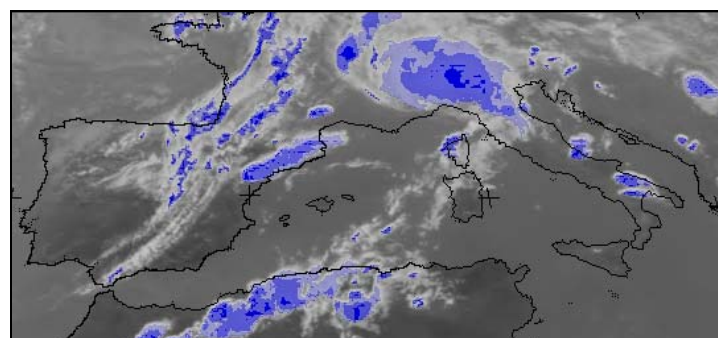
En les imatges de la figura 7.12 podem apreciar com totes les temperatures llindars examinades associen precipitació als núvols sobre Catalunya, precipitació que no es va recollir en els observatoris. Augmentar la temperatura llindar també augmenta l'àrea on s'associa precipitació. Per altra banda les temperatures llindars més grans ($T_h \geq 245$ K) associen precipitació tant en la zona del golf de Biscaia com a la banda nuvolosa que travessa la península de nord a sud. Recordem que en realitat només és va mesurar precipitació en els observatoris de la costa nord. Podem veure, doncs, que canviar la temperatura llindar no aconsegueix que la tècnica discrimini bé els núvols que porten precipitació d'aquells que no en porten.



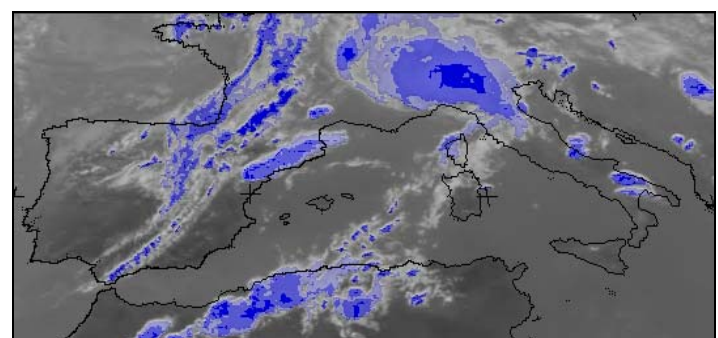
(a)



(b)



(c)



(d)

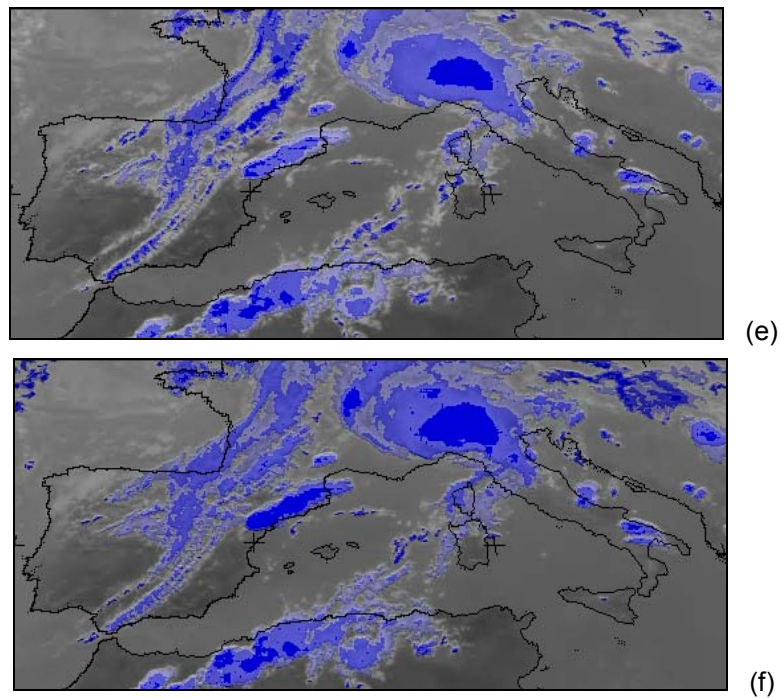
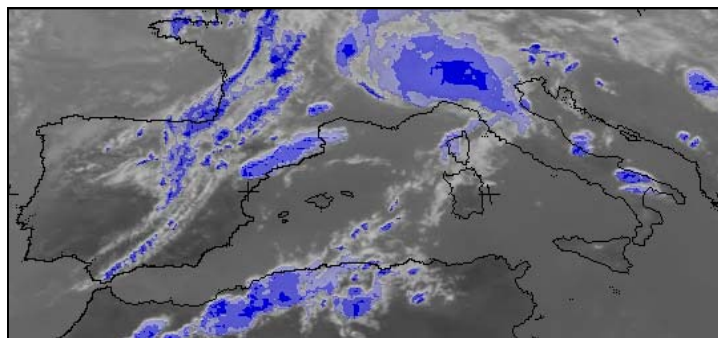
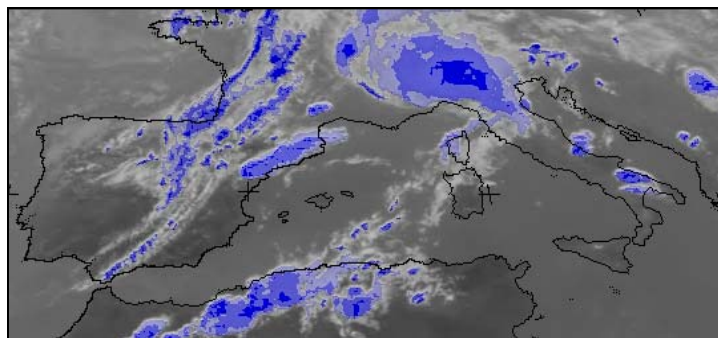


Figura 7.12. Imatge IR del 31.08.94 a les 16 h. Precipitació estimada per la tècnica NAW amb T_h igual a: (a) 225 K; (b) 235 K; (c) 245 K; (d) 255 K; (e) 265 K; (f) 275 K.

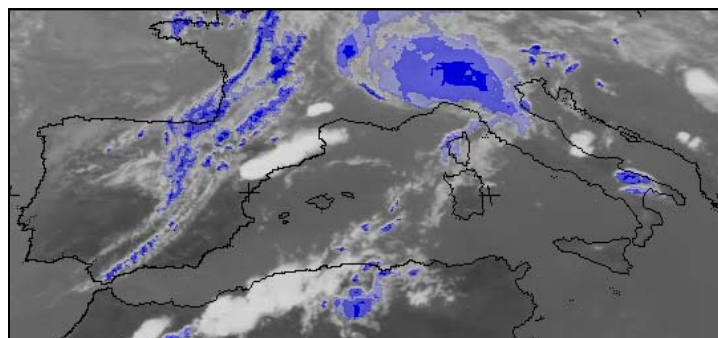
En la figura 7.13 es mostra el resultat d'aplicar diferents discriminants per increment de temperatura, mantenint la temperatura llindar original (253 K). Recordem que l'efecte d'aquests discriminants és no tenir en compte aquells núvols que en ser prims tenen pràcticament la mateixa temperatura en tots els seus punts.



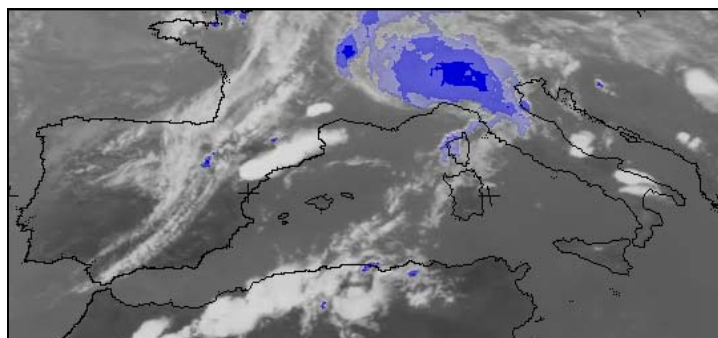
(a)



(b)



(c)



(d)

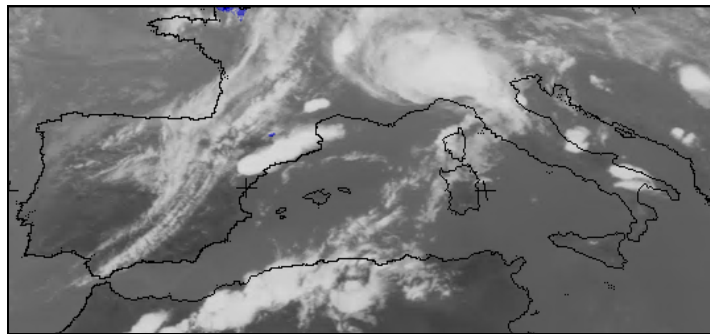


Figura 7.13. Imatge IR del 31.08.94 a les 16 h. Precipitació estimada per la tècnica NAW. $T_h = 253$ K. Aplicant discriminants de: (a) 0 DC; (b) 4 DC; (c) 8 DC; (d) 12 DC; (e) 16 DC

En les imatges es constata el poc efecte d'aplicar un discriminant de 4 unitats d'intensitat, i en canvi l'efecte força més important d'un discriminant de 8 DC. Aquest elimina la precipitació que la tècnica associava incorrectament als núvols sobre Catalunya, encara que no elimina del tot la associada als núvols que creuen la península de nord a sud. Cal tenir en compte la possibilitat que alguns d'aquests núvols si que aportessin realment precipitació, i que aquesta no quedés recollida en cap dels observatoris de la xarxa principal de l'INM. De fet observant la successió d'imatges d'aquest dia, sembla deduir-se que es van formar fortes cel·les convectives sobre la zona dels ports de Tortosa – Beseit, aproximadament, on probablement van descarregar precipitacions, i que posteriorment aquestes cel·les ja desfetes es van estendre fins a cobrir la major part de Catalunya, sense que es registressin precipitacions.

L'aplicació d'un discriminant de 12 DC elimina la pràctica totalitat de precipitació assignada per la tècnica sobre la península, però manté l'assignada sobre els Alps. Un discriminant de 16 unitats de intensitat elimina fins i tot la precipitació que la tècnica associava a la zona dels Alps, i manté només l'associada a un petit nucli sobre els Pirineus d'Oasca.

Per últim hem aplicat la tècnica "Autoestimator" (figura 7.14). De les tres tècniques estudiades aquesta és la única que es va crear expressament per a estudiar imatges individuals, en el sentit de poder fer prediccions de precipitació a curt termini. Les tècniques d'Arkin i NAW es van crear en canvi per fer estimacions de la precipitació recollida, i usualment treballen amb gran quantitat d'imatges. Així cal esperar que la tècnica "Autoestimator" descrigui millor la precipitació associada a la imatge en estudi.

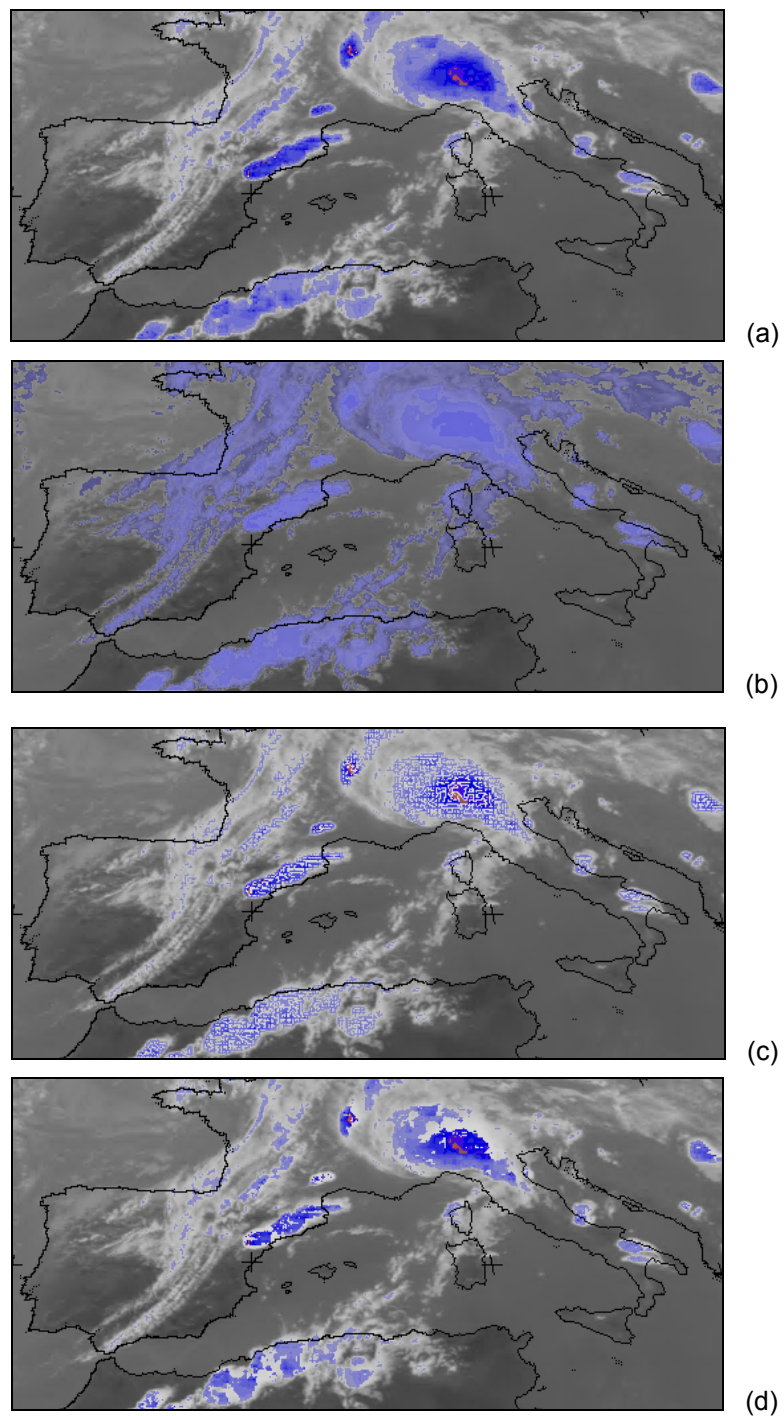


Figura 7.14. . Imatge IR del 31.08.94 a les 16 h. Precipitació estimada per la tècnica "Autoestimator": (a) tècnica original; (b) amb l'exponent modificat; (c) tècnica original amb un filtre de mediana 3x3; (d) tècnica original amb un filtre temporal.

S'ha aplicat la tècnica original, amb l'exponent de la temperatura modificat, i amb els dos filtres proposats per l'autor sobre la tècnica original. Com la tècnica associa precipitació en funció de la temperatura del pixel, en les imatges s'aprecia tota una gradació de colors, des del blau pàl·lid, que correspondria a les menors precipitacions fins el vermell, que serien les majors precipitacions. Ampliant les imatges es veuen alguns pixels en blanc en el centre de les cel·les convectives, que serien els punts de màxima activitat. En la imatge 7.14.a, corresponent a la tècnica original, s'aprecia com la tècnica associa precipitació tant als núvols sobre Catalunya com en alguns punts de la banda de núvols sobre la península. L'aplicació de l'equació modificada (fig. 7.14.b) i del filtre per gradient espacial 3x3, no millora aquesta falsa assignació de precipitació, mentre que l'aplicació del filtre temporal, per comparació de imatges successives, tot i que disminueix aquesta falsa assignació tampoc aconsegueix eliminar-la.

b) imatge del 10 d'octubre de 1994, 12 h

Com hem dit abans aquesta imatge correspon a un fort episodi de precipitació en el nord-est de la península ibèrica. L'episodi començà el dia 9 d'octubre de 1994 i s'allargà fins el dia 12 del mateix mes. Algunes quantitats recollides foren molt importants, valgui'n com exemple les quantitats següents: Alforja 426.2 mm, La Bisbal d'Empordà 303 mm, L'Estartit 244.2 mm, Tortosa 189 mm, Girona 181 mm, Castellterçol 179.4 mm, i Moià 171 mm, encara que les pluges van afectar la major part de Catalunya (Boletín Climatológico de Catalunya, octubre 1994). La imatge escollida correspon al dia 10 d'octubre, dia en què es van recollir les màximes quantitats en la majoria d'observatoris catalans. Seguint el mateix tractament de la imatge precedent, la figura 7.15 mostra la imatge en el canal visible i en el canal infraroig; la figura 7.16 mostra la imatge tractada amb la tècnica d'Arkin; les figures 7.17 i 7.18 corresponen a la imatge tractada amb la tècnica NAW, i finalment la imatge 7.19 és la imatge tractada per la tècnica "Autoestimator".

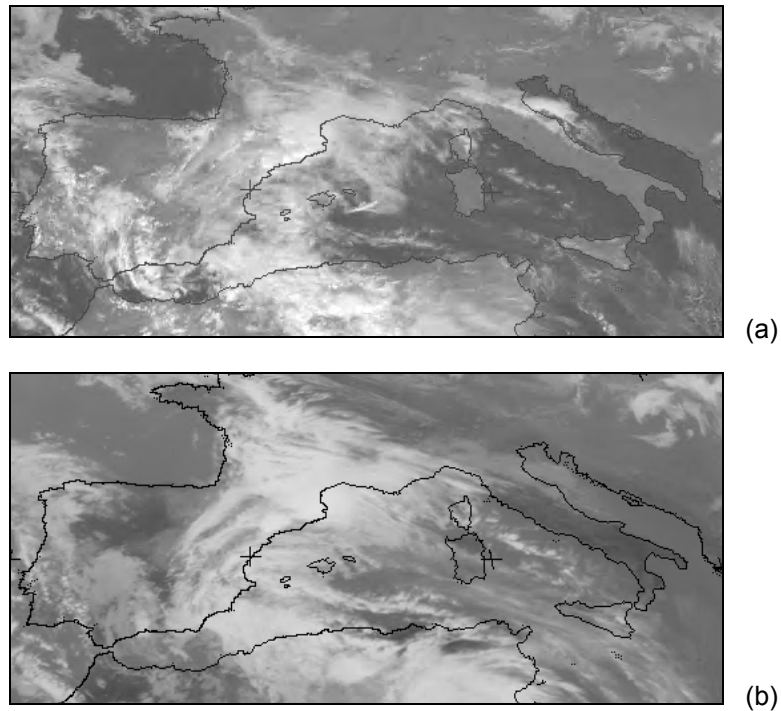


Figura 7.15. Imatge del 10.10.94, 12 h, (a) canal IR; (b) canal visible.

En les imatges de la figura 7.16 es mostren els mapes de precipitació obtinguts amb diferents temperatures llindars aplicant la tècnica d'Arkin, superposant-los a la imatge infraroja i al perfil dels continents. La tècnica identifica correctament les cel·les convectives sobre l'interior de Tarragona i sobre les comarques centrals i les comarques gironines, per a les quatre temperatures llindars provades. Una temperatura llindar de 225 K, menor que la original, concentra la precipitació en les zones on aquesta va ser més intensa, mentre que les temperatures llindars més grans estenen la precipitació per zones cada vegada més amples, en algunes de les quals els observatoris no van recollir precipitació aquell dia (per exemple Lleida, Almeria o els observatoris del nord de la península).

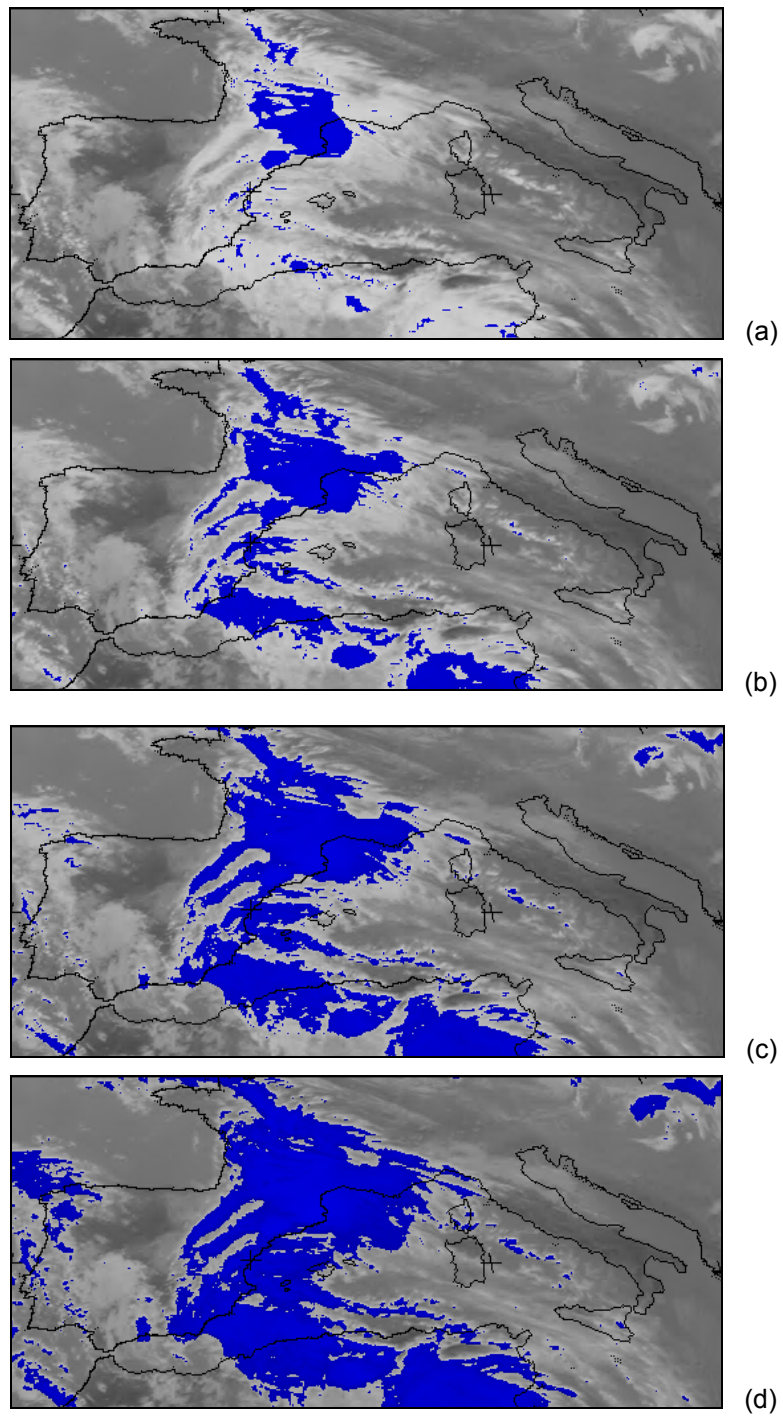
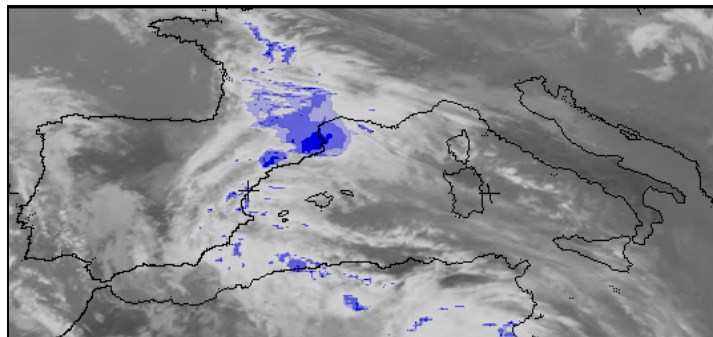
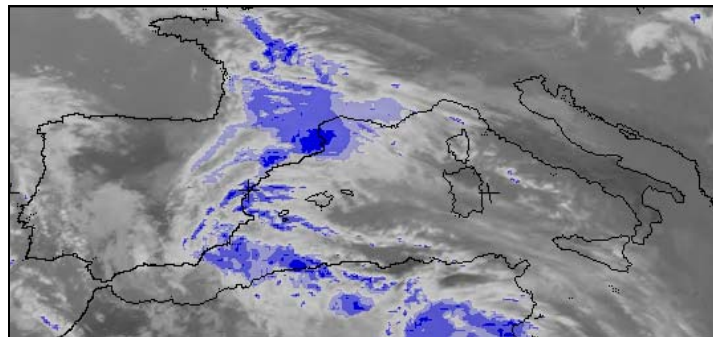


Figura 7.16. Imatge del 10.10.94, 12 h. Tècnica d'Arkin. T_h igual a: (a) 225 K; (b) 235 K; (c) 245 K; (d) 255 K.

La tècnica NAW s'ha aplicat per una banda amb diferents temperatures llindars i per altra mantenint la temperatura llindar original aplicant-hi diferents discriminants per esglaó de temperatures. En la figura 7.17 s'aprecia l'efecte de canviar la temperatura llindar. El seu efecte és paral·lel al que acabem de comentar en l'aplicació de la tècnica d'Arkin, amb la diferència que els nuclis més actius queden més destacats, fins i tot per a temperatures llindars més altes. Malgrat això, són les temperatures més baixes les que delimiten millor les zones on la precipitació va ser intensa, mentre que les temperatures més grans estimen precipitació en observatoris que no en van mesurar aquell dia.



(a)



(b)

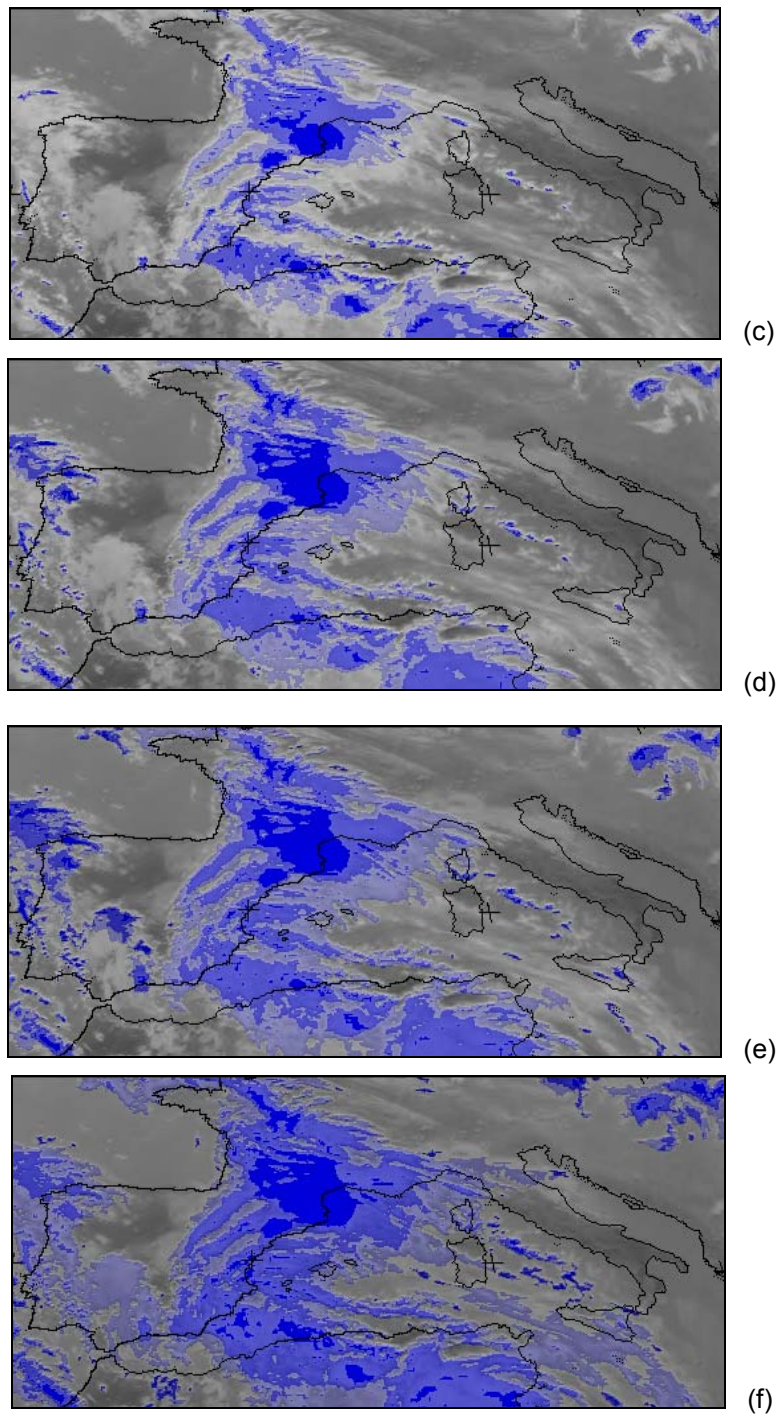
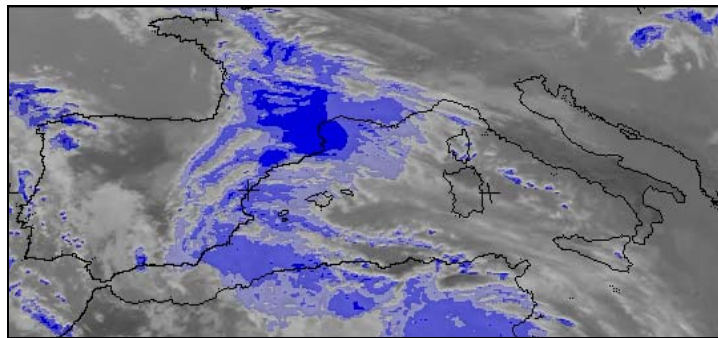
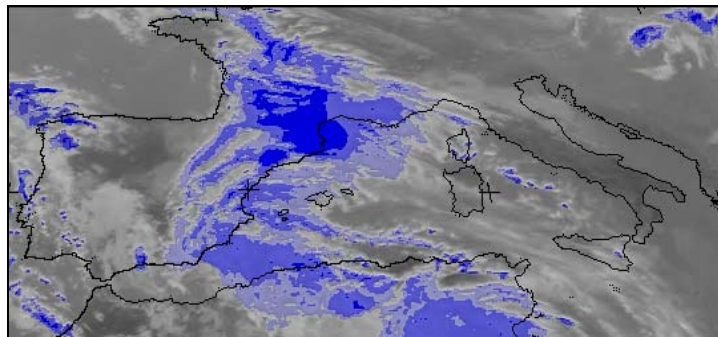


Figura 7.17. Imatge del 10.10.94, 12 h. Tècnica NAW. T_h igual a: (a) 225 K; (b) 235 K; (c) 245 K; (d) 255 K; (e) 265 K; (f) 275 K.

La figura 7.18 ens mostra l'efecte que tenen sobre el mapa de precipitació els discriminants per increment de temperatura. Destaca per sobre de tot el nul efecte que tenen els discriminants fins a 12 DC en els núvols sobre Catalunya. Només un discriminant de 16 DC (aproximadament 15 K) té un efecte important sobre els mateixos. Aquest fet dona fe de la potència de les cel·les convectives que descarregaven sobre el Principat en aquell moment. El creixement dels cumulunimbus fa que hi hagi zones a alçaries força diferents i, en conseqüència, a temperatures també diferents. Per altra banda l'aplicació d'aquests discriminants no aconsegueix el seu objectiu de separar els núvols que porten precipitació d'aquells que no en porten, a diferència del que passava amb la imatge del dia 31 d'agost estudiada abans.



(a)



(b)

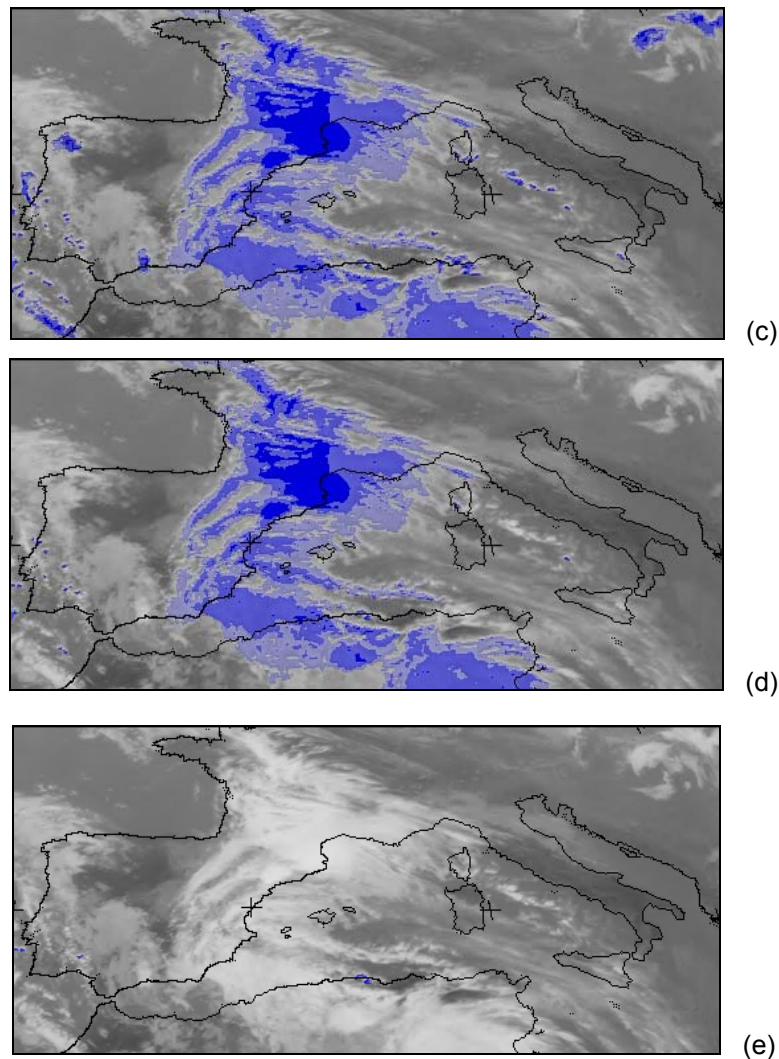
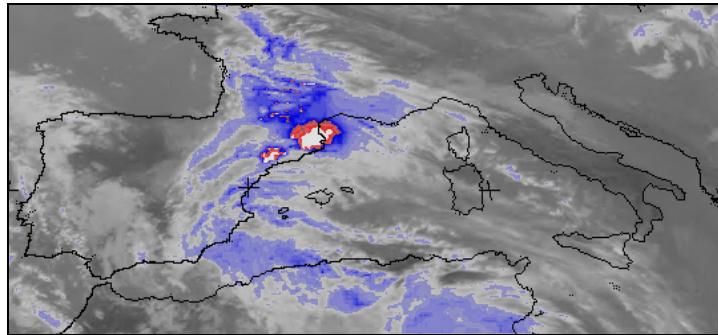


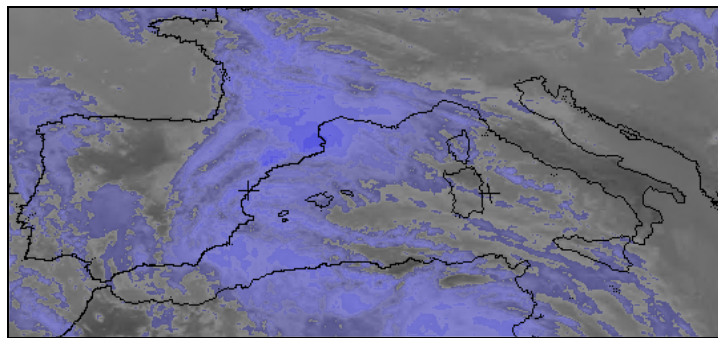
Figura 7.18. Imatge IR del 10.10.94 a les 12 h. Precipitació estimada per la tècnica NAW. $T_h = 253$ K. Aplicant discriminants de: (a) 0 DC; (b) 4 DC; (c) 8 DC; (d) 12 DC; (e) 16 DC

La última tècnica aplicada ha estat la “Autoestimator”. Recordem que aquesta tècnica assigna precipitació en funció de la temperatura del pixel en estudi i és la que pot donar millor resultat en un cas com aquest d’estudi d’una única imatge amb un episodi intens de precipitació. En aquest sentit les dues tècniques anteriors, Arkin i NAW, subestimen molt la precipitació en aquells punts on l’activitat de les cel·les convectives va ser més intensa, ja que assignen sempre la mateixa quantitat de precipitació. En la figura

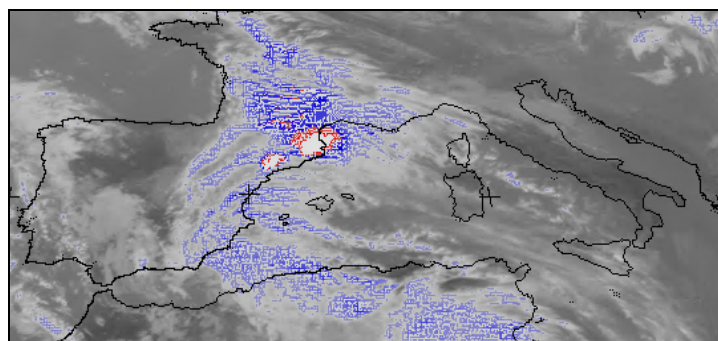
7.19 tenim els mapes obtinguts amb la tècnica original, la tècnica modificada i l'aplicació dels filtres per gradient espacial i per gradient temporal sobre la tècnica original.



(a)



(b)



(c)

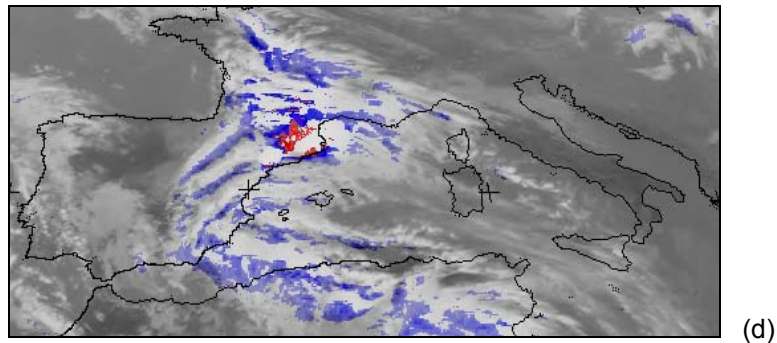


Figura 7.19. Imatge IR del 10.10.94 a les 12 h. Precipitació estimada per la tècnica "Autoestimator": (a) tècnica original; (b) amb l'exponent modificat; (c) tècnica original amb un filtre de mediana 3x3; (d) tècnica original amb un filtre temporal.

Podem veure com la versió original destaca molt bé els nuclis de les tempestes, en el mapa en color vermell amb el centre en blanc, sobre aquelles zones on la precipitació va ser molt intensa, mentre que l'equació modificada distribueix la precipitació en una zona molt més extensa i amb menor intensitat. L'aplicació dels dos filtres segueix marcant molt bé els principals nuclis actius, eliminant la precipitació en altres zones.

7.4. Resum de la comparació de les tres tècniques

En l'aplicació de les tres tècniques destaca la dificultat que tenen en separar els núvols que aporten precipitació d'aquells que no en porten. Aquest fet pot explicar les baixes correlacions en mesos amb poca precipitació però en què les imatges demostren la presència abundant de núvols, i probablement sigui el principal handicap d'aquestes tècniques.

Comparant les tres tècniques en el conjunt de l'any la tècnica NAW és la que té la correlació més alta seguida de molt a prop per la d'Arkin. NAW és la que sobreestima més i Arkin la que menys. Si diferenciem per zones, en la zona I la tècnica d'Arkin és la que presenta major correlació, i la de NAW la que menys, sent totes elles molt baixes. En la zona II la tècnica d'Arkin té la correlació més gran, sent "Autoestimator" la més baixa. En la tercera zona és NAW la tècnica amb major correlació i Arkin la que la té menor, però amb poques diferències entre elles. Tret de la zona II la tècnica NAW és la que presenta majors sobreestimacions de la precipitació i la tècnica d'Arkin la que les té menors. En la zona II és "Autoestimator" la tècnica que sobreestima més.

Les tres tècniques presenten altes correlacions entre si. Aquest fet pot considerar-se sorprenent fins a cert punt, ja que si bé les tres es basen en imatges IR, les tècniques NAW i "Autoestimator" són més complexes que la tècnica d'Arkin.

Per mesos Arkin sembla seguir millor les variacions, estimant correctament la precipitació en els mesos de tardor. Les tres tècniques marquen acusats màxims de precipitació en els mesos hivernals, que de fet no van existir.

En la construcció de mapes de precipitació les tècniques d'Arkin i NAW semblen donar millors resultats, mentre que la tècnica "Autoestimator" s'adapta millor per episodis concrets.

Les estimacions d'aquesta tècnica en particular i de totes en general probablement millorarien si es té en compte d'alguna manera la quantitat de vapor d'aigua present en l'atmosfera. Aquesta informació no s'ha aplicat per no disposar d'ella. Una de les possibles continuacions d'aquesta tesi passa per intentar extreure aquesta informació a partir de les dades d'humitat troposfèrica (UTH) que pública la ESA, en un format escaient per introduir-lo en l'aplicació de les tècniques.